

**ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA DİJİTALLEŞME
ÇALIŞMALARI; EĞİTİM SEKTÖRÜNDE DİJİTAL OLGUNLUK
SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İşletme Ana Bilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Pazarlama Programı**

Beyzanur KAFA

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa BAYHAN

HAZİRAN 2021

DENİZLİ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

İmza

Beyzanur KAFA

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın her aşamasında, konu ile ilgili bilgi ve deneyimini benimle paylaşan, ilgi ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa BAYHAN'a ve manevi destekleri için aileme teşekkür ederim.

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA DİJİTALLEŞME ÇALIŞMALARI; EĞİTİM SEKTÖRÜNDE DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ

Kafa, Beyzanur

Yüksek Lisans Tezi

İşletme ABD

Üretim Yönetimi ve Pazarlama Programı

Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa BAYHAN

Haziran 2021, viii+105 Sayfa

Özet

İlk kez 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover Fuarı’nda dile getirilen 4. Sanayi Devrimi bir diğer adıyla Endüstri 4.0, üretim süreçlerine yenilikçi ve teknolojik bir boyut kazandırarak yeni bir sanayi devriminin yaşanmakta olduğunu ifade etmektedir. Gelişen teknolojinin getirdiği ürünlerde kişiselleşme ve çeşitlilik ile birlikte tüketicilerin değişen ihtiyaçlarına anlık olarak cevap verebilen ve bu değişimleri birbirleriyle haberleşebilen, gerektiğinde karar verebilme yeteneğine sahip otonom robotlarla yapan sistemler dördüncü sanayi devriminin başlıca özelliklerindedir. Temel üretim süreçlerinde yaşanan bu teknolojik değişimler sadece üretim alanında değil gündelik hayatın bütün aşamalarını kapsamış ve yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmeye başlamıştır. Eğitim, lojistik, muhasebe ve finans, e-ticaret, internet gibi farklı alanlarda yer edinen Endüstri 4.0, anıldığı her alanda önemli değişimlere neden olmuştur.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 kavramının temel prensip ve özellikleri kavramsal olarak incelenecek, geçmişten günümüze Endüstri devrimlerinin toplumsal hayata etkileri belirtilecektir. Tüm sosyal alanlarda etkisini gösteren Endüstri 4.0’ın eğitim alanına Eğitim 4.0 kavramı olarak yansımaları çalışılacaktır. Bir eğitim kurumunda yapılan inceleme ile Eğitim 4.0 kavramsal farkındalık düzeyi incelenecek ve kurumun Dijital Olgunluk Seviyesi belirlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Yapay Zekâ, Eğitim 4.0, Dijital Olgunluk

ABSTRACT**DIGITALIZATION STUDIES UNDER INDUSTRY 4.0; DIGITAL MATURITY LEVEL MEASUREMENT IN THE EDUCATION SECTOR**

Kafa, Beyzanur

Master Thesis

Business Administration Department

Production Management and Marketing Programme

Adviser of Thesis: Asst. Prof. Dr. Mustafa BAYHAN

June 2021, viii+105 Pages

The 4th Industrial Revolution, also known as Industry 4.0, which was first mentioned at the Hannover Fair held in Germany in 2011, adds an innovative and technological dimension to the production processes and expresses that a new industrial revolution is happening. With the personalization and diversity in the products brought by the developing technology, systems that can instantly respond to the changing needs of the consumers and make these changes with autonomous robots that can communicate with each other and make decisions when necessary are the main features of the fourth industrial revolution. These technological changes experienced in basic production processes covered not only the field of production but all stages of daily life and began to become an integral part of life. Industry 4.0, which has a place in different fields such as education, logistics, accounting and finance, e-commerce and internet, has caused significant changes in every field it is mentioned.

In this study, the basic principles and features of the Industry 4.0 concept will be analyzed conceptually, and the effects of industrial revolutions on social life from past to present will be indicated. Reflections of Industry 4.0, which shows its effect in all social areas, on education field as Education 4.0 concept will be studied. With the examination made in an educational institution, the Education 4.0 conceptual awareness level will be examined and the Digital Maturity Level of the institution will be determined.

Keywords: Industry 4.0, Artificial Intelligence, Education 4.0, Digital Maturity

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------------------------------|------|
| ÖNSÖZ..... | i |
| ÖZET..... | ii |
| ABSTRACT..... | iii |
| İÇİNDEKİLER..... | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| TABLolar DİZİNİ..... | vii |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | viii |
| GİRİŞ | 1 |

BİRİNCİ BÖLÜM SANAYİ DEVRİMLERİ

| | |
|---|---|
| 1.1. Endüstri 1.0 (I. Sanayi Devrimi)..... | 1 |
| 1.2. Endüstri 2.0 (II. Sanayi Devrimi) | 3 |
| 1.3. Endüstri 3.0 (III. Sanayi Devrimi) | 6 |

İKİNCİ BÖLÜM ENDÜSTRİ 4.0

| | |
|---|----|
| 2.1. Endüstri 4.0 (IV. Sanayi Devrimi) | 12 |
| 2. 2. Endüstri 4.0 Devrimi'nin Genel Etkileri..... | 18 |
| 2.2.1. Endüstri 4.0 'ın Ekonomiye Etkileri..... | 19 |
| 2.2.2. Endüstri 4.0'ın Girişimcilik Alanında ve İşletmeleri | 21 |
| 2.2.3. Endüstri 4.0'ın İstihdam Üzerindeki Etkileri | 23 |
| 2.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri..... | 26 |
| 2.3.1. Akıllı Fabrikalar (Smart Factories) | 27 |
| 2.3.2. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things) | 29 |
| 2.3.2.1. Radyo Frekansı (RFID) ile Tanımlama..... | 29 |
| 2.3.2.2 Makineler Arası Haberleşme (M2M) | 31 |
| 2.3.2.3. Yakın Saha Haberleşmesi (NFC)..... | 33 |
| 2.3.3. Bulut Teknolojisi (Cloud Technology) | 34 |
| 2.3.3.1 Bulut Servis Modelleri | 35 |
| 2.3.3.1.1. Servis olarak Yazılım (SaaS) | 36 |
| 2.3.3.1.2 Servis olarak Platform (PaaS) | 36 |
| 2.3.3.1.3 Servis olarak Altyapı (IaaS) | 36 |
| 2.3.4. Bulut Tabanlı İmalat (Cloud Based Manufacturing)..... | 37 |
| 2.3.5. Büyük Veri (Big Data) | 38 |
| 2.3.6. Üç Boyutlu Teknolojiler (Three-Dimensional Technologies) | 40 |
| 2.3.7. Yapay Zekâ (Artificial Intelligence) | 41 |
| 2.3.8. Siber-Fiziksel Sistemler (Cyber Physical Systems) | 43 |
| 2.3.9. Giyilebilir İnternet (Wearable İnternet) | 44 |
| 2.3.10. Blockchain ve Bitcoin | 45 |
| 2.3.10.1. Blok Zinciri Türleri | 48 |
| 2.3.10.1.1. Genel (Açık) Blok Zincirleri | 48 |
| 2.3.10.1.2. Özel Blok Zincirleri..... | 49 |
| 2.4. Literatür Araştırması..... | 49 |

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA DİJİTALLEŞMENİN TÜRKİYE'DEKİ
EĞİTİM SEKTÖRÜNE YANSIMALARI

| | |
|---|----|
| 3.1 Endüstri Devrimlerinin Eğitim ve Öğretimdeki Tarihsel Süreçleri | 56 |
| 3.1.1 Eğitim 1.0 | 57 |
| 3.1.2 Eğitim 2.0 | 59 |
| 3.1.3 Eğitim 3.0 | 61 |
| 3.1.4 Eğitim 4.0 | 64 |
| 3.2. Küresel Pandemi ve Türkiye Eğitim Sektöründeki Yansımaları | 71 |

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA EĞİTİM SEKTÖRÜNDEKİ DİJİTALLEŞME
ÇALIŞMALARINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA

| | |
|---|------------|
| 4.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı | 75 |
| 4.2. Yöntem | 75 |
| 4.3. Endüstri 4.0 Model Ölçütleri ve Etki Bileşenleri | 76 |
| 4.4. Eğitim Kurumu Uygulama Etki Bileşenleri | 77 |
| 4.4.1. Strateji | 77 |
| 4.4.2. Liderlik | 78 |
| 4.4.3. Öğrenciler -Veliler | 78 |
| 4.4.4. Eğitim Süreçleri | 79 |
| 4.4.5. Hizmetler | 80 |
| 4.4.6. Kültür | 81 |
| 4.4.7. Çalışanlar | 82 |
| 4.4.8. Yasal Düzenlemeler | 83 |
| 4.5. Dijital Olgunluk Modeli 4.0 | 83 |
| 4.5.1. Dijital Olgunluğu Belirleyen Dört Boyut | 84 |
| 4.5.2. Dijital Olgunluk Modeli Seviyeleri | 87 |
| 4.5.2.1. Birinci Seviye: Şüpheciler | 88 |
| 4.5.2.2. İkinci Seviye: Benimseyenler | 89 |
| 4.5.2.3. Üçüncü Seviye: İş Birlikçiler | 90 |
| 4.5.2.4. Dördüncü Seviye: Farklılaştırıcılar | 91 |
| 5. Değerlendirme | 92 |
| 6. Sonuç | 93 |
| KAYNAKÇA | 96 |
| EKLER | 104 |
| ÖZGEÇMİŞ | 106 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1 Dört Endüstri Devriminin Aşamaları..... | 3 |
| Şekil 1.2 İlk İplik Örmek Makinası..... | 4 |
| Şekil 1.3 İlk Buhar Makinası | 5 |
| Şekil 1.4 Fordist Üretim Biçimi,Otomobil Montaj Hattı | 6 |
| Şekil 1.5 İnternet Ağı Gösterimi | 9 |
| Şekil 2.1 Endüstri Tarihi | 11 |
| Şekil 2.2 Siber Fiziksel Sistemlerin Çeşitli Nesnelerin Arasında Kullanılması | 16 |
| Şekil 2.3 Döngüsel Ekonomiye Geçiş..... | 20 |
| Şekil 2.4 Endüstri 4.0 Uçtan Uca Entegrasyon Örneği..... | 27 |
| Şekil 2.5 Nesnelerin İnterneti..... | 28 |
| Şekil 2.6 RFID Sistemi | 29 |
| Şekil 2.7 Makineler Arası Haberleşme (M2M) Sistemi..... | 31 |
| Şekil 2.8 Bulut Bilişim ve Bileşenleri..... | 34 |
| Şekil 2.9 Bulut Bilişim Servis Modelleri | 34 |
| Şekil 2.10 Basitleştirilmiş Yazılım Tanımlı Bulut Üretim Mimarisi..... | 37 |
| Şekil 2.11 Büyük Veri ve Veri Analitiği..... | 38 |
| Şekil 2.12 Endüstri 4.0 ve 3D Yazıcılar..... | 40 |
| Şekil 2.13 Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri | 43 |
| Şekil 2.14 Giyilebilir Teknoloji | 43 |
| Şekil 2.15 Blok Zincirinin Tarihi | 45 |
| Şekil 2.16 Blok Zincir Çalışma Mantığı | 46 |
| Şekil 3.1 Eğitim 1.0..... | 56 |
| Şekil 3.2 Eğitim 2.0..... | 59 |
| Şekil 3.3 Eğitim 3.0..... | 61 |
| Şekil 3.4 Eğitim Gelişimi..... | 65 |
| Şekil 4.1 Dijital Olgunluğu Belirleyen Dört Boyut | 83 |
| Şekil 4.2 Dijital Olgunluk Model Seviyeleri | 86 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Tablo 1.1 Birinci Sanayi Devriminden Üçüncü Sanayi Devrimine Gelişmeler | 9 |
| Tablo 2.1 Endüstri 4.0'ın Temel Kavramları | 13 |
| Tablo 2.2 Endüstri 4.0 için Altı Tasarım İlkesi..... | 15 |
| Tablo 2.3 Endüstri 4.0 Teknolojik Bileşenlerin Ekonomide Sektörler Arası Kullanımı | 21 |
| Tablo 3.1 Yükseköğretimde Eğitim Kuşakları..... | 61 |
| Tablo 4.1 Etki Bileşenleri ve Model Ölçütleri | 76 |
| Tablo 4.2 Dijital Olgunluk Değerlendirme Sonuçları..... | 84 |

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------|--|
| 3D | Three Dimensional (Üç Boyut) |
| AB | Avrupa Birliği |
| ABD | Amerika Birleşik Devletleri |
| CBM | Cloud Based Manufacturing (Bulut Tabanlı İmalat) |
| CPS | Cyber Physical System (Siber Fiziksel Sistemler) |
| IaaS | Infrastructure As A Service (Servis Olarak Altyapı) |
| IOT | Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) |
| M2M | Machine To Machine (Makineler Arası Haberleşme) |
| MM | Maturity Model (Olgunluk Modeli) |
| NFC | Near Field Communicator (Yakın Saha Haberleşmesi) |
| PaaS | Platform As A Service (Servis Olarak Platform) |
| RFID | Radio Frequency Identification (Radyo Frekans ile Tanımlama) |
| SaaS | Software As A Service (Servis Olarak Yazılım) |

BÖLÜM 1

SANAYİ DEVRİMLERİ

1. Sanayi Devrimleri

Ekonomi tarihinde, ekonomide yaşanan verimliliği arttırarak toplumların hayat standartlarında önemli değişikliklere yol açan iki önemli değişimin altı çizilmektedir. Bunlar sırasıyla tarım ve sanayi devrimleridir (Özsoylu, 2017: 44).

M.Ö. 10.000 yılına kadar, insanlar avcılık yaparak geçimlerini ve beslenmelerini sağlayarak hayatlarını devam ettirmişler, ilerleyen yıllarda avcılık-toplayıcılık dönemine geçiş yaşamışlar ve bu dönemden sonra ise, yaşam ve beslenme tarzlarını hayvan yetiştirerek, tarımla geçimlerini sağlayarak değiştirip yerleşik hayata geçmişlerdir. Yaşanan bu değişimler, insanlık tarihinde tarım devriminin başlamasına sebep olmuştur. Tarım devrimi ile beraber öncelikle tüketen toplumlar halinde yaşayan insanlar aynı zamanda üreten toplumlar olmuşlardır (Özkan vd., 2018: 129).

M.Ö. 3.000-2.000 yılları arasında çevrelerindeki cisimleri inceleyerek matematiksel hesaplar yaparak ve yerleşik hayatın yaşanmaya başlaması ile verimliliklerinde artışa neden olmak için yöntemler geliştirmeye başlamışlardır. M.Ö. 1.000 yıllarına gelindiğinde ise felsefe biliminin Yunan medeniyetlerinde gelişmesi ve yayılması astronomi ve doğa olaylarına olan ilginin artmasına, bu alanlarda keşif ve buluşların artmasına neden olmuştur (Özkan vd., 2018: 130).

Endülüs Emevileri döneminde M.S. 7. yüzyıldan sonra bilim, kültür ve sanat alanında yaşanan gelişmeler sayesinde, sosyal ve ekonomik alanlarda yaşanan gelişmelere yol açarak yeni bir döneme geçişi başlatmıştır. Bilim alanında yaşanan gelişmeler bilimsel gelişmelerde önemli rol oynamaktadır (Özkan vd., 2018: 130).

Toplumsal yaşamın köy merkezli olmasından dolayı yaşam köy alışkanlıkları ve düzenine göre yaşanmıştır. Tüm üretim ve tüketim alışkanlıklarının yanı sıra aile yapısının temelinde dahi toprak bulunmaktaydı. Her bir ailede basit iş bölümleri yapıldı ve sınırları yaşayanlar tarafında belirlenmiş sınıflar bulunmaktaydı. Tarım toplumundaki dağınık ve küçük üretim yapısı sanayi toplumunda ise büyük ölçekli üretimler haline gelmiştir. Büyük işçi kitleleri oluşması ile büyük işletmeler kurulmaya

başlanmıştır ve bu dönemde işletmecilikte devrim başlamıştır. Devrim bir anlamda pazar ekonomisine geçiş ve üretimin merkezileşmesi demektir.

Tarım devriminin başlamasının ardından ikinci önemli gelişme olan Sanayi devrimine geçiş yaşanmıştır. Avrupa’da 18. ve 19. yüzyıllarda üretimde makineleşmeye yönelimi arttıran gelişmeler yaşanmış, buhar gücüyle çalışan makinelerin üretim bantlarına geçişin Avrupa’daki sermaye birikimi arttırması Sanayi Devrimi olarak tanımlanmıştır. İnsan gücünün yerini alan buharla çalışan makineler üretim yapısında ciddi değişimlere neden olmuş ve yaşam şekillerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Sosyal ve gündelik yaşamda ciddi değişimlerin yaşanmasına neden olan sanayi devrimi, sosyal ve hukuki yaşamın, siyasi yapılanmaların, küresel ticaretin, sağlık ve fen bilimlerinde devrime zemin hazırlamıştır. Ayrıca sürekli gelişen ve yeni devrimlere neden olan yapısı Sanayi Devriminin önemli özellikleridir (Özsoylu, 2017: 42).

Makineye dayalı üretimle birlikte üretimin şeklinde ve miktarında yaşanan artış zanaatkârların basit imalat yöntemlerinin, fabrika üretimine göre şekillendirmelerine neden olmuştur. İnsan gücüne kıyasla çok yüksek güce sahip makinelerin yüksek miktarlarda ham madde üretimine fayda sağlaması ve yüksek miktarlarda ve çok çeşitli malların sunulmasına imkân tanırken, çeşitliliği fazla malların satışına odaklı ticaretin gelişmesini ve bu alandaki satıcı ve tüketicilerin artmasını sağlamıştır. Sermaye sahibi olan işverenler, endüstri devrimi ile birlikte makinelere olan yatırımlarını arttırıp insan istihdamını arttırıp daha büyük çapta üretim yapabilen şirketlere sahip olmuşlardır (endustri40.com, 2020).

Dört farklı endüstri döneminin nasıl bir değişiklik ya da üretim biçimi ortaya çıkardığı Şekil 1.1’de görülmektedir.



Şekil 1.1: Dört Endüstri Devriminin Aşamaları

Kaynak: Ukar, 2017: 1.

Geçmişten günümüze kadar yaşanan endüstri devrimleri dünya üzerinde sosyoekonomik ve kültürel değişimlere yol açmıştır. Her biri birbirinden oldukça farklı yapılarda olan dört farklı Endüstri Devrimi yaşanmıştır.

1.1. Endüstri 1.0 (I. Sanayi Devrimi)

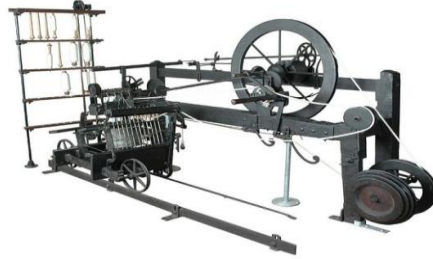
İngiltere'deki dokuma tezgâhlarının mekanikleşmesiyle etkisini göstermeye başlayan Birinci Endüstri Devrimi 1760-1830 yılları arasında kapsamaktadır. Birinci Sanayi Döneminde odunun yerine kömürün ve buharın kullanılması üretimin daha çok makinelerle yapılmasına, fabrikaların üretim için kullanılmaya başlanmasına neden olmuştur. Küçük aile işletmeleri artık büyük fabrikalara dönüşmüştür (endustri40.com, 2020).

Buharın keşfedilmesi ve üretim bantlarındaki makinelerde kullanılması 18. yüzyılın sonunda tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine geçişi sağlayarak Sanayi 1.0'ın ortaya çıkmasını sağlamıştır. James Watt'ın 1769 yılında İngiltere'de buhar makinesini bulması ve patentini alması ile insan gücüne dayalı üretimden makine gücüne evrilen bir dönem beraberinde bu devrime işlevsellik katmıştır. Buhar makinesinin keşfi ile mekanik enerjiye geçişin artması buharlı gemilerin yaygınlaşmasına ve kıtalar arası ticaretin bir üst boyuta ulaşmasına yarar sağlamış ve bu ticaret artışı tarım ve hizmet sektöründeki artışı da göz önüne sermiştir (Snooks'tan aktaran Kabaklarlı, 2016: 34).

1780'lerden önce sanayide su ve rüzgâr gücünden yararlanılırken, ilerleyen yıllarda sanayinin güç kaynağı buhar enerjisi olmuştur. Sanayi Devriminin öncülerinden olan tekstil sanayinde İngiltere'de bir işçi olan John Kay'ın 1733'te icat ettiği 'uçak mekik' ile dokuma makinelerinin hızındaki artışa ciddi katkıları olmuştur. Dokuma hızındaki artış daha fazla iplik ihtiyacını doğurmuştur. 1766'da Hargraves, birden çok ipliği aynı anda eğirebilen iplik makinasını yapmıştır (Şekil 1.2). 1769'da Richard Arkwright su gücüyle çalışan eğirme tezgâhını (*waterframe*), 1779'da Samuel Crompton 'eğirme katırı' denen bir eğirme makinesi yapmıştır. Tüm bu buluşlar dokuma ipliği üretimindeki hızı önemli ölçüde arttırması ile dokumacılık alanında yeni buluşların yapılmasını zorunlu kılmıştır. 1785'te Edmund Cartwright'ın buluşu olan su gücüyle çalışan mekanik dokuma tezgâhı ile dokuma sanayisinde önemli bir sıçramaya neden olmuş, ilerleyen yıllar içerisinde hem pamuklu hem yünlü dokuma sanayilerinde yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Dokuma alanında yaşanan tüm bu ilerlemeler işsiz kalan ve düşük ücretle çalıştırılan işçilerin direnişine neden olmuştur (Günay, 2002: 7).

1784 yılında Edmund Cartwright'ın, mekanik dokuma tezgâhını icat ederek iplik fabrikalarının kurulması ile dokuma işleminin makineleşmesini sağlaması, sanayileşmenin tekstilde başlamasının göstergesidir. Bu dönemin makineleri elle üretim yerine kullanılan dişli, piston, kayış ve kasnak yardımıyla çalışan basit düzeneklerdir (Günay, 2002: 6).

Üretim alanındaki bu ciddi ve önemli değişim, ülkelerin ekonomisini değiştirdiği kadar toplumların yapısını da ciddi ölçüde değiştirmiştir. Yaşanan gelişmelere bakıldığında, ortalama yaşam süresi uzamış ve nüfusta artış meydana gelmiştir (EBSO, 2015: 4).



Şekil 1.2: İlk İplik Örmek Makinası

Kaynak: tarihnotlari.com,2020.

Thomas Savery (1650-1713) yıllarında maden ocaklarında yaşanan su basması sorununu çözmek için ilk buhar makinesini 1689 yılında keşfetmiştir (Şekil 1.3). Keşfedilen buhar makinesinin James Watt tarafından geliştirilmesi ile buhar makinesinin ticari üretimi yapılmaya başlanmıştır. İlerleyen yıllarda (1802) Trevitchik'in buhar makinelerinde yüksek basınç özelliğinin geliştirilmesi ile buhar makinesi gemilerde ve trenlerde kullanılmaya başlanmıştır. Yaşanan gelişmelerle birlikte insan gücünün yerini mekanik enerji almıştır (Günay, 2002: 6).



Şekil 1.3: İlk Buhar Makinası

Kaynak: ilkkimbuldu.com, 2020

Sanayileşme sonucunda meydana gelen ürün artışı refah seviyesinde artışa neden olmuş, 1780-1830 yılları süresince kişi başına düşen gelir düzeyinde % 25 artış gözlemlenmiştir. 1850 yıllarında İngiltere’de 600.000 işçinin sadece % 6’sı mekanik üretimin işlediği tekstil atölyelerinde çalışmışlardır. İngiltere’nin makineleşmeye ve fabrikaya geçiş dönemi zamanla tüm Avrupa’ya yayılmıştır (Charles ’den aktaran Kabaklı, 2016: 24).

Buharla çalışan matbaalar sayesinde dergi ve gazetelerin üretimi artarken maliyetleri düşmüş, ucuz yayınlar hızlı bir şekilde evlere ve işyerlerine ulaştırılmıştır. İlk kez mecmualarla kitle eğitim araçları ortaya çıkmış ve bilginin yayılması kolaylaşmıştır. Bilginin yayılması sonucunda, sanayi devrimi, anavatanı İngiltere’den çıkıp Avrupa, Amerika ve Japonya gibi coğrafyalara teknoloji transferini gerçekleştirmiştir.

1.2. Endüstri 2.0 (II. Sanayi Devrimi)

19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başlarında teknolojik dönüşüm çok hızlı bir şekilde yaşanmıştır. Birinci sanayi devriminin İngiltere’de başlamasının ardından genişleyen demiryolu ağı, çelik ve ucuz hammaddeler ile sanayileşme hızla kuzey Amerika ve Almanya gibi ülkelere de sıçrayış göstermiştir. Telgrafın keşfi ve elektriğin üretimde kullanılması ikinci sanayi devrimine ait gelişmelerdir (Kabaklarlı, 2016: 24).

Endüstrileşmenin ikinci adımı olan Endüstri 2.0, temel ham madde ve enerji kaynaklarındaki değişimlere sebep olmuştur. Buhar, kömür ve demirin kullanımının yanında çelik, petrol ve kimyasal maddeler de üretim aşamalarında kullanılmıştır, bu gelişmeler ise endüstrinin gelişmesine katkı sağlamıştır. 20. yüzyılın ilk yıllarına denk gelen İkinci Endüstri Devrimi’ni petrol tabanlı içten yanmalı motorların kullanımını tetiklemiştir (endustri40.com, 2020).

İlk kez fabrikalarda ve üretim hatlarında elektrik kullanılmaya başlanmıştır. Elektriğin üretim bantlarına girmesi yeni üretim şekillerinin oluşturulmasına katkı sağlamıştır. Henry Ford’un geliştirdiği ve otomotiv sektöründeki bantlarda kullanılmaya başlanan seri üretim yöntemi (Şekil 1.4) devrimsel bir etki yaratmıştır ve İkinci Sanayi Devrimi olarak kabul edilmiştir (Alçın, 2016: 20).



Şekil 1.4: Fordist Üretim Biçimi, Otomobil Montaj Hattı

Kaynak: EmlakBroker, 2017.

İkinci Sanayi Dönemi başlangıcı 1860’lı yıllardır ve ucuz çelik üretim yönetimi devrin başlamasında önemli etken olarak kabul edilmiştir. İkinci Sanayi Devrimi’nde demiryollarında yaşanan gelişmeler, ulaşım ağlarının yaygınlaşmasına ve

demiryollarının kullanımının kolaylaşması ile uzak pazarlara yeni yolların açılması ve hammadde temininde ciddi ilerlemeler yaşanmasında önemli rol oynamıştır. İkinci sanayi devrimi aynı zamanda teknoloji devrimi olarak da nitelendirilmiştir. Bilim insanlarının fizik ve kimya alanında yaptığı buluşlar sayesinde basit mekanik aletler daha karmaşık yapıya dönmüştür (Özsoylu, 2017: 44).

İkinci Endüstri Devrimi'nin strese değer bir diğer yönü, üretim organizasyonunun değişen doğasıdır. İkinci Endüstri Devrimi, büyük ölçekli ekonomilerin bazı endüstrilerindeki büyümelerine tanık olmuştur. Bu değişiklik, imalatta daha önemli ölçek ekonomileri nedeniyle meydana gelmiştir. Bunlardan bazıları, kimyasallarda, örneğin, kapların ve silindirlerin yapım maliyetinin, yüzey alanı ile orantılı iken, kapasite hacimle orantılı olduğu gibi tamamen fiziksel olması olmuştur. Birincisi çapın karesine ve ikincisinin küp üzerine bağlı olmasına bağlı olarak, birim çıktı başına maliyet çıktıyla birlikte düşmektedir. Kimya endüstrisinin yükselmesiyle birlikte, petrol rafine ve kapları kullanan diğer endüstrilerin yanı sıra çeşitli tipteki motorlar, giderek daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Bazı ölçek ekonomileri, değiştirilebilir parça teknolojisi ile seri üretim gibi örgütseldir (Mokyr, 1998: 2).

İkinci sanayi devriminde Almanya Kimya alanında yeni keşiflere lider ülke konumundadır. O dönemde kimya alanında alınan patentlerde Almanya ilk sırada yer almaktadır. 1840 yılında Justus Von Liebig isimli kimya profesörü '*Organik Kimya Tarım ve Psikolojide Uygulaması*' başlıklı makalesi ile gübre ve öneminden bahsetmiş ve gübrenin tarımda uygulanması gerektiğini anlatmıştır. Gübrenin tarımda kullanımı toplam tarımsal ürün miktarını ve tarımda refah düzeyini artırmıştır. Kimyada gerçekleşen diğer önemli gelişme Amerikalı bir tamircinin kauçuğun sertleşme işlemini gerçekleştirerek endüstriyel alanda kullanılmasına öncülük etmesidir (Mokyr, 1998: 4).

İkinci Sanayi Devriminde buhar makinası ile dinamoyu çalıştırarak elektrik üretmek için kullanılan en yaygın enerji kaynağı kömürdür. 1856'da İngiltere de ham çelik üretiminde Henry Bessemer ve 1867'de Almanya da William Siemens (*elektrik mühendisi Werner Siemens'in kardeşi*) sektörün en büyük kömür kullanıcılarıdır. Henry Bessemer ve William Siemens tarafından önerilen yeni prosesler demir filizinde bulunan kükürt oranının yüksek olmasına neden olmuştur. Bu problem 1879'da

Gilchrist - Thomas tarafından İngiltere’de çözülmüştür. Bu gelişme, çelik yapımında en önemli bilime-dayalı icat olarak tarihe geçmiştir (Günay, 2002: 6).

1.3. Endüstri 3.0 (III. Sanayi Devrimi)

İkinci Dünya Savaşı sonrasında, bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan gelişme ile üretim otomasyonu sağlanarak 1970’lerden günümüze kadar süren Üçüncü Endüstri Devrimi başlamıştır (endustri40.com, 2020).

İki dünya savaşı sonucunda ülkelerin sanayileşme ve teknolojik alanlarda yavaş ilerlemesi, savaş öncesi dönemlere göre önemli ölçüde geride kalınmasına neden olmuştur. Bu gerileme dönemi, 1929 küresel krizine neden olmuş ve ekonomik alanda ciddi olumsuz sonuçlar doğurmuştur. İkinci dünya savaşının 1950’li yıllarda sona ermesinin ardından sanayi alanında krizin etkilerinin azaltılması ve yeni gelişmelerin yeniden yakalanması için dijital teknolojinin gelişmesine önem verilmiş ve bu sayede Üçüncü Sanayi Devrimi’nin temelleri atılmıştır (EBSO, 2017).

Dijital devrim olarak bilinen Sanayi 3.0 sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişin yaşandığı bir dönemdir. Bu dönemde bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan gelişmeler dijital otomasyonu gerçekleştirmiştir (Bahrin vd., 2016: 138). Bilgisayarların üretim alanında kullanılmaya başlanması sanayinin daha hızlı gelişim göstermesine, insan gücüne duyulan ihtiyacın azalmasına neden olurken, aynı zamanda bilgisayar desteğinin makineleşmeye entegre olması üretimde otomatikleşmeyi hızlandırmıştır (Genç, 2018: 339). Üçüncü sanayi devrimi ile mikroçiplerin hayatımıza girmesi pek çok yeniliğin başlangıcı olmuştur. İnternetin kullanımının yaygınlaşması (Şekil 1.5), fiber optik ağlar ve üretim bantlarında yaşanan otomatikleşme dördüncü sanayi devriminin önemli bileşenlerinden olan üretimde makineleşme ve nesnelere interneti teknolojilerinin gelişmesinde önemli paya sahiptir (Kabaklarlı, 2016: 26).



Şekil 1.5: İnternet Ağı Gösterimi

İkinci Sanayi Devrimi döneminde yaşanan dünya kaynaklarının hızla tükenmesi ve sürdürülebilirlik kavramının gündeme gelmesi dönemin önemli gelişmelerindedir. Birinci Sanayi Devrimi'nde enerji kaynağı kömür, su ve buhar gücü iken; İkinci Sanayi Devrimi'nde petrol ve elektriki. Üçüncü Sanayi Devrimi'nde ise enerji kaynakları güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklara dönüşmüştür (endustri40.com, 2020).

Tablo 1.1: Birinci Sanayi Devriminden Üçüncü Sanayi Devrimine Gelişmeler

| | 1. Sanayi Devrimi Yaklaşık 1780- | 2. Sanayi Devrimi Yaklaşık 1890- | 3. Sanayi Devrimi Yaklaşık 1990- |
|-------------------------------------|--|---|--|
| Baskın Teknoloji ve Hammadde | Buhar Makinesi, İlk Dokuma Tezgâhı, Demir İşlemesi | Elektrik, Kimya, Yanmalı Motor, Montaj Hattı, Sentetik Madde | Bilgi ve İletişim Teknolojisi, Mikroelektronik Yeni Maddeler, Yenilenebilir Kaynaklar Yeşil Teknoloji, Biyoteknoloji, Geri Dönüşüm |
| Baskın Enerji Kaynakları | Kömür | Kömür, Yağ, Nükleer Enerji | Yenilenebilir Enerjiler, Enerji Verimliliği |

| | | | |
|--------------------------|--|--|---|
| Taşıma / İletişim | Tren Yolu ve Telgraf | Araba, Uçak, Radyo, TV | Yüksek Hızlı Tren Sistemleri, İnternet, Mobil Telefon İletişimi |
| Toplum / Devlet | 'Burjuva Toplumu' Ticaret Özgürlüğü, Hukuk Devleti | Kitle Üretimi, Kitle Toplumu, Parlamenter Demokrasi, Refah Devleti | Sivil Toplum, Küreselleşme, Küresel Yönetişim |
| Çekirdek Ülkeler | İngiltere, Almanya, Fransa, Belçika | Amerika, Japonya, Almanya | Avrupa Birliği, Amerika, Çin, Japonya |

Kaynak: Jänicke ve Jacob, 2009'dan derlenerek hazırlanmıştır.

Üçüncü Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesi için beş sürecin adım adım tamamlanması gerekmektedir (Rifki'dan aktaran Sezgin, 2018: 130).

1. Yenilenebilir enerjiye geçilmelidir.
2. Dünya'nın farklı yerlerinde bulunan binalar kendi alanlarında yenilenebilir enerji toplayarak mikro enerji santrallerine dönüştürülmelidirler.
3. Her binada ve altyapı genelinde hidrojen ve diğer depolama teknolojileri tatbik edilmelidir.
4. Her kıtadaki enerji şebekesini enerji paylaşan bir ağa dönüştürmek için internet teknolojisi kullanılmaya başlanmalıdır.
5. Ulaşım araçları, akıllı, kıtasal, etkileşimli bir enerji şebekesi üzerinden elektrik alıp satabilen elektrikli ve yakıt hücreli araçlarla değiştirilmelidir.

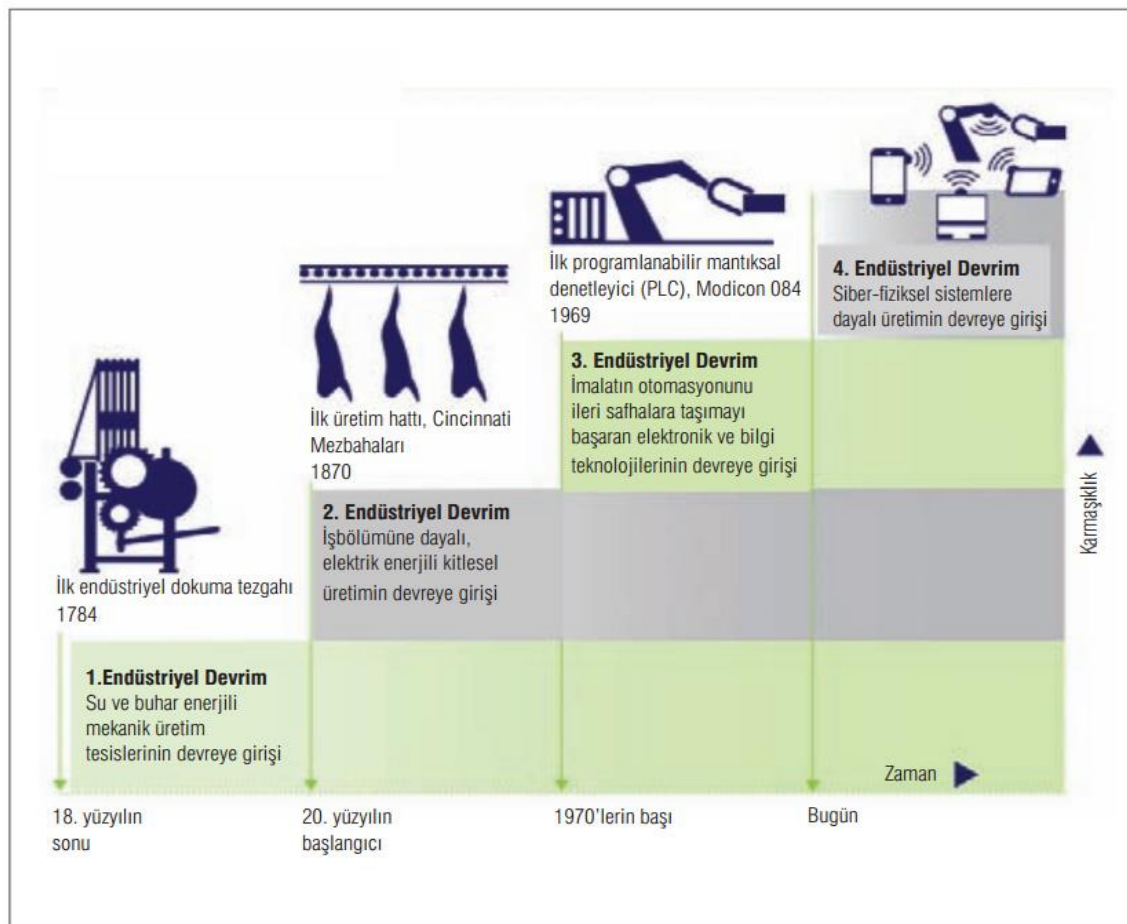
Yaşanan her bir sanayi devrimi kendisinden bir sonra gelecek olan devrimlerin temelini oluşturmuş ve bir sonraki dönem için toplumu yaşanacak gelişmelere hazırlamıştır. Üçüncü Sanayi Devrimi'nde yaşanan bilgi ve iletişim ağları alanındaki gelişmeler Endüstri 4.0'da akıllı makineler ve nesnelerin interneti gibi bileşenlere geçişi anlamlandırmamıza yardımcı olmaktadır. Endüstri 4.0 ve bileşenleri Bölüm 2'de ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0

2.1. Endüstri 4.0 (IV. Sanayi Devrimi)

Dünya ekonomisinde üretimi büyük ölçülerde etkileyen olaylara ‘Sanayi Devrimi’ denmektedir. Üç sanayi devrimine tanıklık eden dünya ekonomisi, günümüzde Endüstri 4.0’ı karşılamak için hazırlanmaktadır (Şekil 2.1). Endüstri 4.0, küresel olarak üretimde ileri teknoloji kullanımı, makineler arası haberleşme dönemine geçiş ve bu gelişmelerle birlikte kaynaklarda yaşanan verimlilik artışı ile ekolojik dengeyi koruyan ‘yeşil büyüme’ ve ‘yeşil enerji’ dönemine geçişi ifade etmektedir (Asomedy Dergisi, Mart-Nisan 2016: 35).



Şekil 2.1. Endüstri Tarihi

Kaynak: endustri40.com, 2020.

Üretim ve tüketim alanında birçok değişikliğe neden olacak süreç, Endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 tüketicinin değişen ihtiyaçlarına anında cevap verecek üretim sistemlerini ve makineler arası haberleşmeyi sağlayan teknolojileri içermektedir (Alçın, 2016: 20).

Mrugalska ve Wyrwicka (2017) Endüstri 4.0 kavramını, geçmişte kullanılan basit makinelerin yerlerini alan daha karmaşık yapıya sahip makine ve cihazların, internet ağlarına bağlı olarak sensörler ve yazılımlarla entegre olan, üretimi kontrol etmede ve yaşanan teknolojik gelişmelerin ticari ve toplumsal sonuçlarını öngörmede, üretimi planlamada kullanılması bu entegrasyon ile yarar sağlayan sistemler olarak tanımlanmaktadır.

Endüstrileşme dönemlerinde yaşanan gelişmeler üretimdeki verimliliği arttırmış aynı zamanda gelişmelere daha hızlı cevap veren, hata paylarındaki azalmalara neden olan, daha kaliteli ve daha az maliyetli üretim yapısını meydana getirmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte yaşanan dijitalleşme üretimde esnek yapının oluşmasına ve bu doğrultuda müşterilerin değişen ihtiyaç ve gereksinimlerine daha etkili cevap verilmesine imkan sağlamıştır. Endüstri 4.0 üretim alanına ki etkilerinin yanında genetikten bilgi işlem teknolojileri alanına kadar bilimsel alanları etkilemektedir (Bulut ve Akçacı, 2017: 54).

Endüstri 4.0 akıllı fabrikalarda yapılan fiziksel işlemleri siber fiziksel işlemler ile yürüterek, makinelerin ve insanların birbirleri ile iletişime geçmesini ve tek bir merkezden karar verilmemesini hedeflenmektedir. Endüstri 4.0'ın amacı tamamen insansız makinelerle işleyen bir fabrika oluşturmak değil, gelişen teknolojinin insan kullanımıyla uyumlu hale getirilmesidir.

Endüstri 4.0, makinelerde yaşanan dijitalleşmesinin tek bir üretim parçasında sabit kalmasından ziyade parçaların birbirleriyle etkileşiminin ilerletilmesi ve makineler arası haberleşme, tedarikçilerle, müşterilerle iletişimin artırılması ve bu sayede esnek üretime geçilmesini sağlamaktadır. Endüstri 4.0 bileşenlerinden nesnelere interneti, siber fiziksel sistemler, yapay zekâ, büyük veri ile geliştirilerek üretimde verimliliğin artırılması amaçlanmıştır (Kabaklarlı, 2016: 29).

Endüstri 4.0 kavramının temeli, üretim alanına kullanılan tüm birim ve parçaların kendi içerisinde haberleşmesine, bütün verilere gerçek zamanlı

ulaşabilmesine ve bu sayede üretimdeki katma değerın katlanmasına dayanmaktadır (endustri40.com, 2020). Tablo 2.1’de Endüstri 4.0 temel kavramları açıklamaları ile birlikte verilmiştir (Roblek ve Krapež, 2016: 4).

Tablo 2.1: Endüstri 4.0’ın Temel Kavramları

| Temel Kavram | Açıklama |
|---|---|
| Akıllı Fabrika ve Üretim | Kendi donanım ve makinelerini iyileştiren ve kendi karar alma yeteneğine sahip makinelerden oluşan Akıllı fabrikalar bu sayede daha akıllı, dinamik ve esnek olacaktır. |
| Ürün ve Hizmetlerin Geliştirilmesinde Yeni Sistemler | Akıllı ürünlerin kullanımında yaşanan artış ürün ve hizmet gelişiminde bireyselleşmeye neden olacaktır. |
| Kendini Örgütleme | Tedarik ve üretim zincirlerinde değişen süreçler, ürünlerin yaşam döngüsü yönetiminde de önemli etkileri bulunmaktadır. |
| Akıllı Ürün | Ürünler ve makineler arası iletişim sensörler ve mikroçiplerle sağlanmaktadır. Ürünlerin kullanıldığında gerçek zamanlı olarak kullanıcılarla iletişimde olması ürünleri daha akıllı hale getirmektedir. Bu durum ise mahremiyetin korunamaması ve kişisel güvenlik sorununu meydana getirmektedir. |
| Dağıtım ve Tedarikte Yeni Sistemler | Dağıtım ve satın alma giderek daha bireysel hale getirilecektir. |
| İnsan İhtiyaçlarına Uyum | Üretim ve perakendecilerin uygulamaları, kişisel ihtiyaçları takip edip güncel kalacak şekilde tasarlanmalıdır. İşletim sistemlerinde kullanılan Cortana, Google |

| | |
|----------------------------------|---|
| | Now, Siri gibi akıllı asistanlar ile IoT gibi araçların birlikte kullanılması önerilmektedir. |
| Siber- Fiziksel Sistemler | Siber fiziksel sistemler, yapılması gereken hesaplamaları, ağ oluşturmaları ve fiziksel üretim süreçlerinin kontrolünü sağlamaktadır. Örneğin, mobil uygulamalar, giyilebilir giysi ve aksesuarlarda bulunan sensörler ile sağlık hizmetlerin kontrolü sağlanabilmektedir. |
| Akıllı Şehir | Akıllı şehir; akıllı ekonomi, akıllı hareketlilik, akıllı çevre, akıllı insanlar, akıllı yaşam ve akıllı yönetimden oluşan yapıdır. Yeni nesil teknoloji, internet, nesnelerin interneti ve kablosuz ağlar gibi bilgi teknolojileri ile donatılan şehirler, ekonominin hızlandırılmış gelişiminin ürünüdür. |
| Dijital Sürdürülebilirlik | Başarılı ürünler için gerekli olan etik kurallara uyulması, sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği akıllı şehir ve fabrikalar için önemli bir odak noktasıdır. |

Kaynak: Ertuğrul ve Deniz, 2018: 165.

Tarihsel endüstri dönemlerinde özellikle sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişin yaşandığı Sanayi 3.0 döneminde geliştirilen yazılım ve dijital teknolojiler zamanla geliştirilip Endüstri 4.0 döneminde dünyaya sunulmuştur. Endüstri 4.0 döneminde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri yeniden üretilmemiş, önceki dönemlerin teknolojilerinin geliştirilmesidir. Dijitalleşmenin dönemi olan Endüstri 4.0 sadece üretim alanındaki teknoloji gelişmeleri ile ilgili değildir. İleri seviye nanoteknolojilerle ve birden fazla enerji kaynakları ile birbirine bağlantılı olan Kuantum fiziği, Endüstri 4.0 sayesinde enerji kaynakları ile nanoteknolojilerin uyumlu

çalışmalarında rol oynamaktadır. İnsanlar ve makineler arasındaki iletişimi sağlayan Endüstri 4.0, sanal dünyadan edindiği bilgilerle bu iletişimi oluşturmaktadır (Tonta, 2016: 10).

Almanya'nın öncü ülkesi olduğu Endüstri 4.0, ilk kez Alman Yapay Zekâ Araştırma Merkezi Kaiserslautern şehrinde oluşturulan küçük bir akıllı fabrikada sistemin nasıl çalışacağı uygulanmıştır. Makineler arası haberleşmenin nasıl gerçekleştiğini göstermek için sabun şişeleri kullanılmıştır. Sabun şişelerinin üzerine Endüstri 4.0 bileşenlerinden olan Radyo Frekansı İle Tanımlama (*RFID*) etiketleri yapıştırılarak, şişelerin rengi, boyutu, hacmi gibi bilgilerin makinelere aktarılması sağlanmıştır. Bu etiketler sayesinde makineler şişelerin özelliklerini ayırt edebilmişlerdir ve bu sistem sayesinde bilgilerin dijital ortamda saklanması sağlanmıştır. Bu sistem siber-fiziksel sistem çalışma yöntemidir (Selek,2015'ten aktaran Aksoy,2017: 37).

Tablo 2.2: Endüstri 4.0 için Altı Tasarım İlkesi

| Prensip | Açıklamaları |
|-------------------------|--|
| Birlikte Çalışabilirlik | İşletmeler içerisinde bir açık ağ üzerinden iletişim kurabilen siber fiziksel sistemler, insanlar ve kendi cihazları arasındaki iletişimi nesnelerin interneti ve internet hizmetleri sayesinde kurabilmektedir. |
| Sanallaştırma | Siber fiziksel sistemler, fiziksel süreçlerin simülasyonunu oluşturarak, sensör verileri sayesinde üretimdeki fiziksel süreçlerin takibini yapabilmektedir. |
| Merkezden Yönetilmeme | Gömülü bilgisayarlar, siber fiziksel sistemlerin karar verebilmelerini sağlamaktadır. Santral desantralizasyonu ise cihazlara hangi çalışma adımlarını yapmaları gerektiğini ifade etmektedir. |
| Gerçek Zamanlı Yetenek | Bir iş akışındaki ürünleri ve çalışmayı başka bir cihaza yönlendirmeyi sağlayarak, zaman zaman makinelerde oluşan arızalara da tepki göstermeyi siber fiziksel sistemler gerçek zamanlı verilerin toplanması ve analizi ile yapmaktadır. |

| | |
|---------------------|--|
| Servis Oryantasyonu | Siber fiziksel sistemlerin insanların ve işletmelerin hizmetleri IoT (hizmetlerin servisi) üzerinden sağlanmaktadır. Tüm siber fiziksel sistemler çalışabilirliklerini web servisi olarak sunmaktadır. |
| Birimsellik | Değişen taleplere ayak uydurabilmek için bireysel modüller geliştirilerek modüler sistemler üzerinden adaptasyon sağlanmaktadır. |

Kaynak: Wang ve Wang, 2016: 5.

Siber Fiziksel Sistemler (CPS) sensörler ve aktüatörlerin aracılığı ile sanal dünyanın bilgisine ulaşmaya yardımcı olur. Farklı bileşenlerden oluşan SFS'ler gerçek dünya ile etkileşimle bulunmak için gömülü teknolojileri de kullanarak yazılım, bilgi ve iletişim teknolojilerini içermektedir. Sanal ve gerçek dünyayı birleştiren Siber Fiziksel Sistemler iki önemli unsur içermektedir. Siber sistemler arası iletişimi internet üzerinden sağlayarak; gerçek dünyadaki nesnelerin bilgisayar simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortamlardır (Ghafory, 2016: 1).



Şekil 2.2. Siber Fiziksel Sistemlerin Çeşitli Nesnelerin Arasında Kullanılması

Kaynak: bizobiz.net, 2016.

Bu sistemler günümüzde ekonomik ve sosyal etkisi çok büyük olduğundan yatırımcılar için önem teşkil etmektedir. Kullanılan cihaz içerisine yerleştirilen mikro işlemciler sayesinde sadece hesaplama aracı olarak değil aynı zamanda oyuncaklar,

arabalar, saatlere de uyarlanabilmektedir (Şekil 2.2). Tarım, enerji, ulaşım, sağlık ve imalat sektörleri ile ileri mühendislik sistemlerini birleştiren sistemlerdir. Nesnelerin interneti insanlarla makineler arasındaki kontrolü sağlayarak sanal ve fiziksel dünya arasında köprü oluşturmaktadır (Kabaklarlı, 2016: 30).

Siber Fiziksel Sistemler, üretimde oluşturduğu büyük değişimlerin yanı sıra araştırma geliştirme, tasarım ve pazarlama alanlarında da büyük farklar yaratmaktadır. Örneğin bir fabrika kurulmadan önce simülasyon ile gerekli işletme ve ekonomi yönlerinden durumunu önceden tespit etmek için çalışmalar yapılabilmektedir (endustri40.com, 2020).

2.2. Endüstri 4.0 Devrimi'nin Genel Etkileri

Dördüncü Sanayi Devrimi dünya ekonomisi üzerinde pek çok etkisi olan ve makro değerleri etkileyeceği düşünülmektedir. Bu büyük etki, istihdam alanlarını ve ekonomiye olan etkileri beklenmekte ve olası olumsuz durumlar için tedbirler alınmaktadır (Schwab, 2017: 38).

Dördüncü Sanayi Devrimi'nde öncü ülke olan Almanya; Endüstri 4.0 Ulusal Platformunu oluşturmuştur ve Nisan 2013'te Hannover Messe'de kuruluşunu gerçekleştirdi. Endüstri 4.0 AR-GE faaliyetleri göz önüne alınarak ülkeler arası iş birlikleri yapılmaktadır. Örnek olarak; Almanya ve Çin arasında,

- 15 Temmuz 2015 tarihli “*Yenilikte Birlikte*” iş birliği planı,
 - 19 Ocak 2016 tarihli “*Bilim ve Teknoloji*” memorandumı,
 - 18 Ekim 2016 tarihli BMWi-Çin iş birliği çerçevesi,
 - 29-30 Kasım 2016 tarihli BMWi-Çin sempozyumu,
- Almanya ve Japonya arasında ise,
- 19 Mart 2017 tarihinde imzalanan “*Hannover Beyannamesi*” gösterilebilir¹.

¹ Federal Almanya Cumhuriyeti Ekonomik İşler ve Enerji Federal Bakanlığı ile Japonya Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı Arasında Nesnelerin İnterneti Konusunda İşbirliğine İlişkin Ortak Açıklama, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/joint-statement-on-cooperation-regarding-the-internet-of-things-industrie-4-0.pdf?__blob=publicationFile&v=7.

2.2.1. Endüstri 4.0'ın Ekonomiye Etkileri

Dördüncü Sanayi Devrimi küresel dünyada ekonomi üzerinde göz ardı edilemeyecek kadar önemli ve büyük etkileri olacaktır. Bu büyük makro değişkenler; yatırım, istihdam, ticaret gibi alanlar etkilenecektir (Schwab, 2017: 38).

Endüstri 4.0'ın bileşenlerinin kullanımıyla birlikte fabrikaların akıllı fabrikalara dönüşmesi üretimdeki ürün akışı hızlanacaktır. Böylelikle yoğun dış ticaret ilişkileri gelişmeye başlayacaktır. Endüstri 4.0 üretimde çok fazla bir esnekliğe sahip olunmasını imkân tanıyıp, tüketicinin isteğine özel ürünler yapabilme imkanı sağlamaktadır. Üretimde gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasıyla birlikte; kamu ve tüzel kişilerin, enerji maliyetlerinde azalma beklenmektedir. Böylece Almanya'nın % 12 oranında enerji maliyetlerinde düşüş yaşaması, Türkiye'nin ise % 4-7 oranında düşüş yaşaması öngörülmektedir (Tonta, 2016: 5).

Endüstri 4.0'ın dünyanın ekonomisine ve üretim alanındaki etkilerin yanı sıra eğitime de önemli katkısı olacaktır. Söylemen (2004)'e göre, toplumların bilgi toplumuna geçmesi ve beşeri sermayenin eğitim yönünü vurgulamaktadır. Söylemen'den hareketle Endüstri 4.0'ın teknoloji alanında yaptığı devrimler ile akıllı fabrikaların konuşulmaya başlanması, bu fabrikalarda çalışacak nitelikli çalışan ihtiyacını beraberinde getirerek daha nitelikli eğitim sistemini oluşturulacağı beklenmektedir.

2008 Küresel Finansal Krizi'nden önce % 5 oranında büyüme gösteren dünya ekonomisi yaşanan krizden sonra büyüme hızını % 3'lere düşürmüştür (Schwab, 2017: 39). Dünya Ekonomik Forumu kurucusu ve başkanı Klaus Schwab'ın Dördüncü Sanayi Devrimi adlı kitabında belirttiği gibi dördüncü sanayi devrimini ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Bir görüş dördüncü sanayi devrimin etkilerini tamamladığını ve artık verimlilik üzerinden bir etkisi olmadığını belirtirken, diğer görüşler ise etkilerin yeniden yükselişe geçeceğini belirtmektedir.

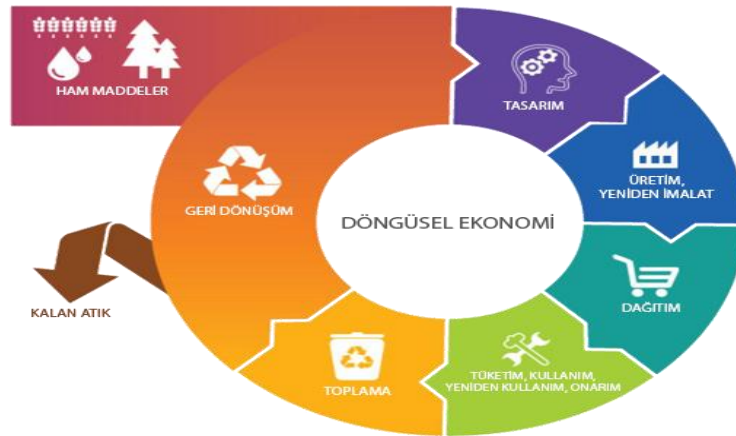
Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmelere rağmen verimlilik oranları düşük seviyelerde kalmıştır. Dördüncü sanayi devrindeki ürünler daha kaliteli ve günümüz ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilecek geleneksel piyasadan farklı piyasalara satılmaktadır. Rekabeti yüksek ve marjinal maliyeti olmayan bu ürünler fiyatların düşük seviyelerde kalmasına ve verimliliğin düşmesine neden olmuştur (Schwab, 2017: 40). Yaşanan bu

olaylar dördüncü sanayi devriminde ani sıçramaların mümkün olabileceğini göstermektedir.

Endüstri 4.0 etkilerinin yeniden yükselişe geçeceğini belirten görüş dördüncü sanayi devrimi, insanların küresel ekonomi ile bütünleşmesini sağlamakta ve ürün ve hizmetler için olan talebin artmasını sağlamaktadır. Hükümetler, işletmeler ve sivil toplum örgütleri de dördüncü sanayi devrimi ile birlikte gelen dijitalleşmeye ayak uydurmak için örgüt yapılarını revize etme aşamasındadır (Schwab, 2017: 42). Bu durum, dördüncü sanayi devriminin verimlilik artışlarında henüz tam olarak etkisini göstermediğini ortaya koymaktadır. Klaus Schwab bu durumu şöyle özetlemiştir; Endüstri 4.0 ile birlikte rekabet kurallarının önceki Endüstri Dönemlerinden farklı olacağını belirtmiştir. Rekabet güçlerini koruyabilmek için işletmelerin ve ülkelerin yenilikleri yakından takip etmeleri gerektiğini vurgulamıştır. Bu durum ise geleneksel maliyet düşürme stratejilerinin yerine ürün ve hizmetleri daha aktif ve inovasyonlara daha yakın şekillerde sunmaya yönelik stratejilerin kullanılması gerektiğini göstermektedir (Schwab, 2017: 43).

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin üretim alanında bıraktığı olumlu etkilerin yanı sıra ekonomi üzerinde olumsuz etkilerde bırakabilir. Endüstri 4.0 ile beraber insan gücünün yerini yapay zekanın alması ile şirketlerin üretimde yoğun zamanlar yaşayacağı düşünülmektedir. İnsan gücünün yerini makinelerin alması ile işçiye duyulan ihtiyacın azalmasının sonucunda işçi çıkarmaların yaşanması kaçınılmazdır. Bu devrimle beraber gelir dağılımında bozulmalar yaşanmaya başlanacaktır (Özkan vd., 2018: 141).

Endüstri 4.0'ın verimlilikte yaşanacak artışı ve farklı sistemleri birbiri ile olan entegrasyonu sağlaması, Döngüsel Ekonomiye (*Circular Economy*) geçiş için Endüstri 4.0'ı bir araç olarak nitelemektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Döngüsel Ekonomiye Geçiş

Kaynak: İşletmeler için Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020.

Döngüsel ekonomi de amaç aynı malzemeleri yeniden kullanabilmek olduğu için üreticiler yeniden kullanılabilir ürünler tasarlamaktadırlar. Endüstri 4.0 devrimi ön plana çıkardığı sürdürülebilirlik kavramı ile ‘verimlilik’ ve ‘entegrasyon’ kavramlarını birlikte kullanılmasını sağlamaktadır.

2.2.2. Endüstri 4.0’ın Girişimcilik Alanında ve İşletmeler Üzerindeki Etkileri

Dördüncü Sanayi Devrimi’nin etkisini göstermeye başlaması ile kullanılan teknolojiler, şirketlerin yönetimini, organizasyon yapısını, kaynaklarını büyük ölçüde değiştirirken, şirketleri değişime ayak uydurma zorunda bırakarak potansiyel değişim hızını ve boyutunu arttırmıştır (Schwab, 2017: 59). Dördüncü Sanayi Devrimi boyunca kullanılacak teknolojilere ayak uydurmak şirketleri geleneksel iş yapma yöntemlerinden inovasyon temelli çalışma sistemine geçmelerine sebep olmuştur (Schwab, 2017: 61).

Yeni teknolojilerin kullanıma girmesiyle eski üretim şekillerinin yok olabileceği, işlerde azalmalar yaşanabileceği ve mevcut iş alanlarının kaybedilebileceği gerçekleri ile karşı karşıya kalınması kaçınılmazdır (Kabaklarlı,2016:11). Teknolojik gelişmelere ayak uydurabilen, şirket bünyesinde inovasyona yer verebilen işletmeler, hem mevcut iş akışlarını sabit tutabilmekte hem de karlılıklarını arttırmaktadır (Özkan vd., 2018: 144).

Tarihsel endüstri devrimlerindeki gelişmeler çoğunlukla imalat sektörü üzerinden ilerlese de gelişen toplumlarda ekonominin sanayiden hizmet sektörüne doğru kaydığı gözlemlenmiştir (Kabaklarlı, 2016: 10).

Tablo 2.3: Endüstri 4.0 Teknolojik Bileşenlerin Ekonomide Sektörler Arası Kullanımı

| | Mobil | Bulut teknolojisi | Sosyal medya | Nesnelerin interneti | Büyük veri |
|--------------------------|--|--|---|---|---|
| Sağlık hizmetleri | Mobil teknoloji yardımı ile doktorlar hastaların kişisel bilgilerine rahatça erişir. | Hastaların sağlık geçmişleri ve verileri bulut teknoloji ile saklanır. | Hastalara online muayene imkânı tanınır. | Online hastane hizmetleri (e-randevu). | Hastaların kişisel verilerinin depolanarak kişiselleşmiş sağlık hizmetleri sunulur. |
| Perakende | Müşteriye sanal kanallar üzerinden ulaşım ve mobil üzerinden alışveriş. | Ürünün bulunduğu mağazaya erişim ve dijital katalog imkânı. | Sosyal medya kanallarından ürünün tanıtılması | Ürünün üretiminde ve transferinde RFID etiketlerinin kullanılması | Tüketicilerin harcama verilerinin ve taleplerinin işletmeler tarafından kullanılması. |
| Banka ve Finans | Online mobil bankacılık. | Müşterileri verilerinin bankalarda bulut teknolojisi ile depolanması | Bankacılık hizmetlerinin sosyal mecralardan sağlanması. | Finansal teknoloji ile sigorta şirketleri için akıllı tarım ve akıllı ev poliçesi uygulaması. | Büyük verinin Bankacılık ürünlerinin pazarlanmasında kullanılması |

Kaynak: Kabaklarlı, 2016: 10'dan derlenerek hazırlanmıştır.

Dördüncü sanayi devriminde esas olan teknolojilerin şirketlerin yönetim, organizasyon ve kaynaklara ulaşma tarzları üzerinde büyük bir etki yaratmaktadır. Bu bağlamda başarılı şirket yöneticilerini diğer yöneticilerden ayırt edecek olan şey liderin sürekli öğrenme, öğrendiklerini uyarlama ve kendi başarı modellerini hayata geçirme yeteneği olacaktır. Bu sebeplerle, dördüncü sanayi devriminin şirketler üzerindeki etkilerini belirlemek için öncelikle her bir şirket lideri kendine ve kendi kuruluşuna bakmalıdır.

Günümüzde çok çeşitli teknolojiler bir araya gelerek karmaşık inavosyon biçimlerine geçişe neden olmaktadır. Bu ise şirketleri iş yapma tarzlarını yeniden gözden geçirmeye mecbur kılmaktadır. Tüm sektörlerde hizmet veren işletmeler üzerinde Dördüncü Sanayi Devriminin etkileri aşağıdaki gibidir (Shwab, 2017: 62):

- Tüketici beklentileri değişmektedir.
- Kullanılan teknolojik veriler üretilen ürünlerde iyileştirmeler sağlamakta ve bu da üretkenliği arttırmaktadır.
- İşletmeler arası işbirliğinin önemi arttıkça yeni ortaklıklar meydana gelmektedir.
- İşletmelerin operasyon modelleri yeni dijital modeller haline gelmektedir

2.2.3. Endüstri 4.0'ın İstihdam Üzerindeki Etkileri

Tarihsel endüstri dönemlerinde yaşanan teknolojik gelişmeler insan gücüne dayalı işlerin azalıp tamamen makinelerle işletmelerin çalışmasından ziyade, gelişmelerle birlikte oluşacak yeni iş alanlarında daha nitelikli, eğitim ve gelir düzeyi yüksek iş potansiyeli görüleceği beklenmektedir. Bu nedenle gelişen teknolojiden olumsuz etkilenmemek için kişilerin daha nitelikli olması kaçınılmazdır. İstenilen nitelikleri ve eğitimi sağlamak için istihdam politikaları uygulanmaya başlanmalıdır (Taş, 2018: 1826).

Endüstri 4.0 bileşenlerinin net olarak anlaşılmaya başlanmasından önce birçok kişinin hayal ettiği sadece makinelerle ve robotlarla çalışan fabrikalardı. Endüstri 4.0'ın anlaşılmaya başlanması ile görüldü ki Endüstri 4.0 insanları sadece kas gücüne dayalı işlerde çalışması değil kişilerin karar verme, yönetme, uygulama ve geliştirme yeteneklerini kullanacakları yeni iş alanları sunan bir devrimdir. Kısacası Endüstri 4.0

ile birlikte insanlar işlerinden çıkarılmayacak, iş tanımları ve meslekleri değişecektir (endustri40.com, 2020).

Günümüzde yaşanan küresel devrimin istihdam üzerinde önemli etkilerinin olacağı beklenmektedir. Birçok ülkede yaygın olan meslekler ve uzmanlıklar, bundan on sene önce mevcut değildi ve zamanla yaşanan değişimler bu mesleklerin ortaya çıkmasını sağladı. Bir tahmine göre ise bugün ilkokula giden çocukların % 65'i tamamen yeni iş alanlarında çalışmaya başlayacaktır. İşletmelerin gelişen ve değişen iş alanları ve istihdamı yakından takip etmeli ve şirketlerinin üzerindeki etkisini tahmine ederek, kendilerini bu yeniliklere hazır tutabilmeleri büyük önem taşımaktadır (Fırat vd., 2017: 10).

Dünya Ekonomik Forumu'nu hazırladığı '*İşlerin Geleceği (Future of Jobs Report)*' konulu raporda iş piyasalarında önemli yeri olan işverenler, gelecekteki iş tanımlarını, mesleki gereklilikleri günümüz şartlarına uygun hale gelerek, mevcut bilgi stokunda iyileştirmeler olmasını bekledikleri belirtilmiştir. Bu cümle istihdam da büyük yere sahip işletmelerin yine en fazla söz hakkına sahip olduklarını göstermektedir. Endüstri 4.0'ın nitelikli çalışanlar, eğitim üzerindeki etkisini daha sağlam kalmasını sağlamak için hükümetler, eğitimciler, çalışanlar ve işverenler arasındaki işbirliğinin güçlendirilmesinden bahsetmektedir.

Bahsedilen tüm önemli gelişmeler, küresel düzeyde emeğe, insan gücüne olan ihtiyacın azalacağına, insan gücünün yeni gelişmelere adapte olması gerektiğinin göstermektedir. Hiçte kolay olmayan bu geçiş dönemi birçok önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu süreçte uluslararası işletmeler, hükümetler ve diğer aktörler üstlerine düşen rolü yerine getirmeli ve yeni döneme dezavantajlı girilmesini engellemelidirler (Öcal ve Altıntaş, 2018: 2082).

Dünya Ekonomik Forumu'nun hazırladığı Eight Futures of Work adlı raporda istihdam alanında atılması gereken adımlar belirtilmiştir (World Economic Forum, 2018):

- **İnsan ve emek gücüne yeni yetkinlikler edindirilmesi:** hâlihazırda küresel piyasalarda aktif rol alan üç milyar insana yeni dönemin yeteneklerinin kazandırılması için eğitim programları düzenlenmelidir.

- **Eğitim sisteminin yeniden dzenlenmesi:** ilköğretimden üniversite eğitimini de kapsayacak şekilde temel eğitim yeniden dzenlenmelidir. Böylece kişilere sadece kas gücü ile yapılacak işler edindirilmek yerine karar verme, problem çözme, yaratıcılık, kendini geliştirme gibi yetkinlikler kazandırılmalıdır.
- **Dijital Erişimin Artırılması:** Değişen teknolojik gelişmeler ile birlikte daha fazla sanal çalışma ortamının sağlanması, bilgiye ve farklı ürün pazarlarına erişimin artırılması ile yeni imkânlar sağlanmalıdır.
- **Teknolojiye Erişimin Artırılması:** Teknoloji alanında yaşanan gelişmeler insanların teknolojiye erişiminin hızlanmasını ve gelişmesini gerektirmektedir. Daha fazla sanal çalışma ortamları ve dünya üzerinde farklı pazar alanlarına ulaşılması gibi fırsatlar kaçırılmamalıdır.
- **Hızlı ve Güvenli Ağ Sistemi:** Hızlı, güvenli ve sürdürülebilir güvenlik ağları, işletmelerin gelir güvenliği arttıracaktır.
- **Çalışanlara İş Güvencesi Verilmesi:** Teknolojik gelişmelerden olumsuz etkilenen kesimin çıkarlarını gözetmek ve inovasyonların iş gücü üzerinde bırakabileceği olumsuz etkilerinden korunması için "robot vergisi" gibi mali düzenlemeler getirilebilir. Bu vergiler ile olumsuz etkilenen kesim lehine kullanılabilir.
- **İşlerde 'Akıllı' Devrine Geçmesi:** Makinelerde otomatikleşmeye dayalı yeni iş alanlarının oluşması, hükümetler tarafından desteklenmelidir.
- **Girişimciliğin Desteklenmesi:** Girişimcilerin sektörlere ve finansal sisteme ulaşmalarının kolaylaştırılması yeni iş sahalarının oluşmasını sağlamaktadır.
- **Çevrimiçi Platform Çalışmasının Yönetişi:** Online platformlar ile yeteneklerini sunan güvenilir ve adaletli kişilerin çalışma imkânı bulacağı ortamlar sağlanmalıdır. Online platformlar üzerinden işbirliklerinin yapılmasına imkân tanınmalı ve çalışanlara bu platformlarda eğitimler verilmelidir.

- **Emeğin Mobilite Yönetimi:** Çalışan insanların yeteneklerini tanıyan ve yeteneklerine göre istihdam edilen çalışanlar sayesinde farklı ülkelerde ve iş sahalarında insanların çalışabilmesinin önü açılmalıdır. Gerekli vize düzenlemeleri yapılmalı ve işe alımlar modernize edilmelidir.
- **Emeğin Geçiş Yönetimi:** Ülke içerisinde bir meslek sahibi kesimin yetenekleri tanınmalıdır. Böylece iş gücünü farklı ülkelerde çalışabilirliği artmaktadır. Bunlar, çalışanlar için gerekli vize düzenlemelerini yaparak desteklenmelidir.
- **Katılım Teşvikleri:** Kadınların iş gücüne katılımı desteklenerek ve çalışma saatleri esnetilerek ve iş gücü arzı artırılarak yeni sektörler desteklenmelidir.

Batılı ekonomilerin öncelikli hedefleri, üretimde ve istihdamda yaşanan düşüşü durdurarak, yeni istihdam alanları sağlamaktır. Avrupa’da 2007 yılında toplam istihdam oranı % 27 iken 2009 yılında % 22’ye düşmüştür. Bu noktada temel hedef Asya tarzı üretim olan ucuz emeğe dayalı üretim yerine yeni istihdam alanları oluşturmaktır (EFFRA, 2013: 110).

2.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri

Endüstri 4.0, siber fiziksel sistemler, bulut teknolojileri, akıllı fabrikalar, nesnelerin interneti, büyük veri, 3D yazıcılar gibi teknoloji bileşenlerinden oluşmaktadır (Hermann vd., 2015: 1). Bu bileşenler sadece bilgi ve işlem teknolojileri alanı ile ilişkili değil, aynı zamanda Endüstri 4.0’ın endüstriyel alanlara da katma değer sağladığının göstergesidir (Lu, 2017: 1). Aşağıdaki bölümde Endüstri 4.0 bileşenleri detaylı özellikleri ile incelenmiştir.

2.3.1. Akıllı Fabrikalar (*Smart Factories*)

Dünyanın öncü ülkeleri, globalleşen dünyada yenilikçi üretimi teşvik etmek için global girişimlere yatırımlar yapmışlardır. Bu yatırımların belirli bir kısmı, makine ve robotlarla donatılmış akıllı fabrikaların olduğu bir çağı yakalamak için olmuştur.

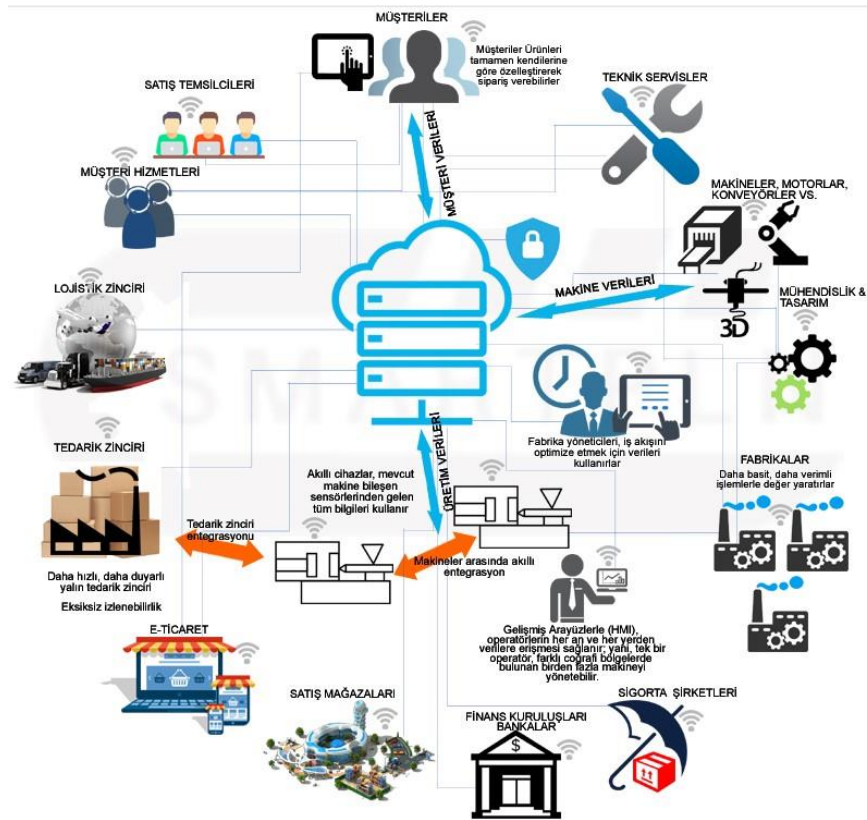
Endüstri 4.0; üç boyutlu yazıcılar, yapay zekâ, büyük veri ve uzay teknolojisi gibi alanlarda yaşanan gelişmelerle birlikte nesnelerin interneti aracılığı ile birbirleriyle

etkileşime geçebileceği '*akıllı üretim (smart manufacturing)*' olarak tanımlanmıştır. Endüstri 4.0; nesnelere ve makinelerin birbirleri ile haberleşebileceği, akıllı teknolojilere sahip, insan gücüne ihtiyaç duyulmayan akıllı fabrikalardır (Yıldız, 2018: 0551).

Çin'de ilk karanlık fabrikada robotların kullanılması ile fabrika bünyesindeki işçi sayısı % 90 azalırken, hatalı ürün üretiminde oran %25'ten %5'e düşmüştür (Aksoy, 2017: 38).

İş ihtiyacının nerede olduğunu sensörlerle algılayıp, işletme içerisinde yakın veya uzak fark etmeden internet aracılığı ile her bir araçla iletişim kurabilen, ihtiyaç duydukları veriyi 'büyük veri' den çekebilen akıllı cihazlar içeren yerler Endüstri 4.0'ın '*Akıllı Fabrikaları*'dır (Alçın, 2016: 26).

Akıllı fabrikalarda bulunan üretim araçları sadece kendi aralarında bilgi alışverişinde bulunamayacak aynı zamanda üretimi kontrol etmek, makinelere bakım yapmak ve makinelerde çıkan sorunları öngörece kadar akıllı olacaklardır (Yıldız, 2018: 0551). Örneğin, üretimin herhangi bir aşamasında üretimde kullanılan faktörlerle ilgili bir problem olması durumunda, gerekli girdi siparişi otomatik olarak verilerek, oluşan arıza anında tespit edilip giderilebilmektedir (Kabaklarlı, 2016: 31).



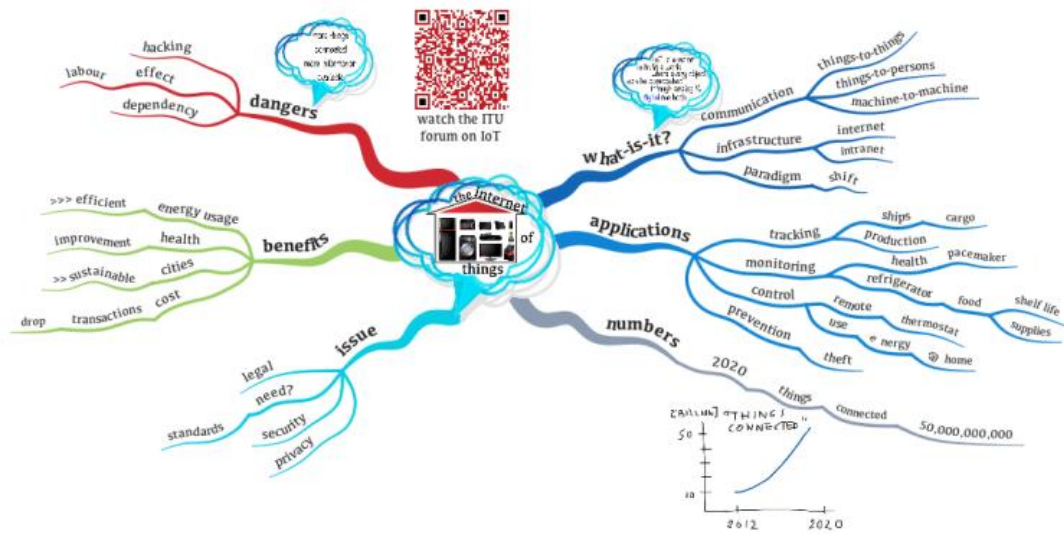
Şekil 2.4. Endüstri 4.0 Uçtan Uca Entegrasyon Örneği

Kaynak: akillifabrika.org, 2020.

Endüstri 4.0 üç boyutuyla ele alınmaktadır: (1) tüm değer oluşturma boyunca yatay entegrasyon, (2) ürün ömrü süresince uçtan uca mühendislik ve (3) dikey entegrasyon ve ağa dayalı üretim sistemleri. Tüm değer oluşturma boyunca yatay entegrasyon, ürünün ömrü boyunca değer ve bu ürünle ilintili ürünlerin ömürlerinin şirket içi çapraz bağlanmasını ve sayısallaştırılmasını belirtmektedir. Ürün ömrü süresince uçtan uca mühendislik ise, bir ürünün hammadde olarak üretime girmesinden kullanılabilir bir ürün haline gelmesine kadar tüm süreçlerde akıllı çapraz bağlanmayı ve dijitalleşmeyi tanımlamaktadır (Şekil 2.4). Dikey entegrasyon ve ağa dayalı üretim sistemleri ise imalat birimlerinden, fabrikalara bir değer oluşturma modülünün farklı hiyerarşik seviyelerindeki akıllı çapraz bağlanmayı ve sayısallaştırmayı belirtmektedir. Bir imalat sisteminde akıllı çapraz bağlama, kendi kendini organize olan ve merkezi olmayan bir şekilde çalışan Siber Fiziksel Sistemler (CPS) uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir (Yıldız, 2018: 0552).

2.3.2. Nesnelerin İnterneti (*Internet of Things*)

Nesnelerin birbirleriyle iletişimini sağlayan yapılar (Şekil 2.5), Nesnelerin İnterneti (*IoT*) olarak tanımlanmaktadır (Alçın, 2016: 25). Nesnelerin interneti terimi Kevin Ashton tarafından 1999 senesinde Procter & Gamble şirketinde bir sunumda kullanılmıştır. Bu sunum tedarik zincirinde Radyo Frekansı İle Tanımlama (*RFID*) teknolojisinin şirket için faydalarını konu almaktaydı (Turak, 2015: 4).



Şekil 2.5: Nesnelerin İnterneti

Kaynak: biggerplate.com, 2020.

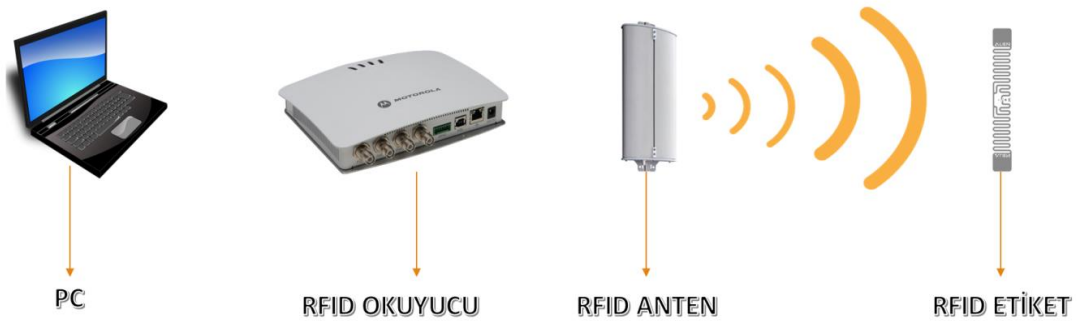
Nesnelerin internetinin verimli ve aktif olarak kullanılabilmesi için öncelikle kullanıcılar tarafından yapısının anlaşılması gerekmektedir. Nesnelerin interneti üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar Radyo Frekansı (*RFID*) ile Tanımlama, Makineler Arası Haberleşme (*M2M*) ve Yakın Saha Haberleşmesi (*NFC*)'dir (Agrawal ve Vieira, 2013: 80):

2.3.2.1. Radyo Frekansı (*RFID*) ile Tanımlama

1940'lı yılların başlarında İngiltere'de dost ya da düşman uçaklarının ayırt edilebilmesini için kullanılmaya başlanan RFID sistemi durağan ya da hareket halinde olan canlı veya nesnelere tanımlamakta kullanılmaktadır. 1940'lı yılların başında yaşanan bu gelişmeyi 1970'li yıllarda nükleer malzeme izleme uygulamaları, 1990'da ticari uygulamalar takip etmiştir (Tuğaç ve Kavas, 2007: 1).

RFID sistemleri, üretim sürecini ve iş akışlarını takip etmek, insan müdahalesini ortadan kaldırmak ve üretimi otomasyon sistemleri ile bütünleştirmek ve gerçek zamanlı bilgileri elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Başargan vd., 2016: 868).

RFID sistemi (Şekil 2.6) bir etiket ve bir okuyucudan oluşmakta ve bu bileşenler radyo dalgaları üzerinden birbirleriyle iletişim kurmaktadır. Bu sayede sadece etiketler ile daha az maliyetli ve daha az insan barındırarak nesnelere ve üretimi takip etmek mümkün olmaktadır (Evgen, 2017: 9).



Şekil 2.6 RFID Sistemi

Kaynak: mostidea.com.tr, 2020.

RFID sistemlerinin uygulama alanlarına örnek olarak: tedarik zinciri uygulamaları, lojistik zinciri uygulamaları, üretim sistemleri, depo kontrolü, hastane, tedavi ve tıbbi kayıt kontrolü, kütüphane ve kitap raf kontrolü, polis ve emniyet uygulamaları gibi pek çok çeşitli alanda kullanılmaktadır (Tuğaç ve Kavas, 2007: 1).

RFID uygulama alanları üç başlık altında incelenebilmektedir (Mostidea.com, 2020):

İzleme ve Tanımlama:

- Ulaşım araçları,
- Hayvanlar takibi,
- Tedarik zincir yönetimi
- Envanter kontrolü

Ödeme ve Depolama:

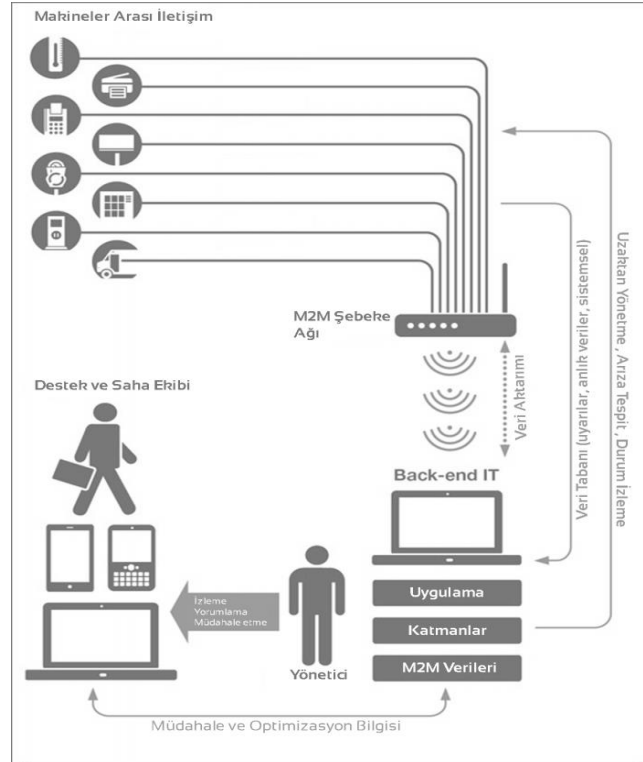
- Elektronik geçiş sistemleri ve kontrolü
- Temassız kredi kartları
- Saklanmış değerli sistemler

Giriş Kontrolü:

- Bina erişim kartları,
- Ski-lift kartları

2.3.2.2 Makineler Arası Haberleşme (M2M)

Makineler Arası İletişim (M2M), makinelerin uzaktan takip edilmesini, yönetilmesini ve birbiriyle iletişim kurabilmesini sağlamaktadır. Pek çok alanda kullanılabilir olması ve iş akışlarında neden olduğu önemli değişiklikler nedeni ile hem çalışanların hem de kurumların hayatını ciddi ölçüde değiştirmiştir. Makineler arası haberleşme sayesinde insan gücünü daha az kullanıp tasarruf sağlanırken, iş verimliliği ise artmaktadır (catsbilisim.net, 2020).



Şekil 2.7: Makineler Arası Haberleşme (M2M) Sistemi

Kaynak: catsbilisim.net, 2020.

Makineler arası haberleşme (*M2M*), bilgisayarlar, yerleşik işlemciler, akıllı sensörler, aktüatörler ve mobil cihazlar arasındaki iletişimi ifade etmektedir (Şekil 2.7). Bu tür iletişim bugünlerde artmaktadır. M2M'nin algılayan, heterojen erişim, bilgi işleme ve uygulamalar ve işleme olan dört bileşeni vardır. Aslında, M2M beş parçalı bir yapıdan oluşmaktadır:

- M2M Aygıtı: Bu aygıtta yer alan veri talebini yanıtlayabilen bir aygıt.
- M2M Alan Ağı (*Device Domain*): M2M Cihazları ve M2M Ağ Geçitleri arasında bağlantı sağlar.
- M2M Ağ Geçidi: M2M Cihazlarının birlikte çalışmasını sağlamak için M2M yeteneklerini kullanılmasını ve iletişim ağına ara bağlantı sağlar.
- M2M İletişim Ağları (*Network Domain*): M2M Ağ Geçidi ve M2M arasındaki iletişimi sağlar.
- M2M Uygulamaları: Verilerin çeşitli uygulama hizmetlerinden geçtiği ve belirli iş işleme motorları tarafından kullanıldığı ara katman katmanını içerir. Sağlık hizmetleri, akıllı robotlar, siber ulaşım sistemleri (*CTS*), üretim sistemleri, akıllı ev teknolojileri ve akıllı şebeke gibi.

M2M alan ağı örneği tipik olarak Ultra geniş bant ve Bluetooth veya yerel ağlar gibi kişisel alan ağı teknolojilerini içermektedir (Shah ve Yaqoob, 2016: 382).

Günümüzde yapılan araç kullanım oranlarından da anlaşılacağı gibi araç kullanımı ve araç takibi alanında, sağlık sektöründe tıbbi otomasyon alanında ve akıllı ev aletlerine kadar birçok alanda M2M (*Makineler Arası Haberleşme*) kullanılmaya başlanmıştır. Lojistik, finansal hizmetler tarafında POS ve ATM'ler ve hatta yazarkasalar, Yük takibi ve depo sıcaklık kontrolü, nem kontrolü, makine üretim ve satış M2M'nin yükseliş gösterdiği alanlardır (teknolojide.com, 2020).

2.3.2.3. Yakın Saha Haberleşmesi (*NFC*)

RFID sistemine benzer olan ve RFID etiketinin bir mobil cihaz ile entegre edilmesi olarak düşünülebilen yakın saha haberleşmesi (*NFC*), bu özelliği ile kendisini müşteri odaklı yaparak dünya çağında en popüler kişisel cihaz haline getirmiştir. Yakın saha haberleşmesi özelliği olan diğer cihazlarla yakınlştırıldığında bir tür radyo iletişimi ile iletişim kurabilmektedir (Agrawal ve Vieira, 2013: 81).

Nesnelerin interneti ve nesnelere için internetin kişiler ve üreticiler tarafından verimli ve etkin kullanılmasının birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Bu olumlu etkiler şunlardır (Swahab, 2017: 149):

- Kaynak kullanımında artan verimlilik
- Üretkenlik artışı
- Yaşam kalitesinin iyileşmesi
- Çevre üzerinde etkiler
- Hizmet sunumunda maliyet azalması
- Kaynakların kullanım ve durumuna ilişkin daha büyük şeffaflık
- Güvenlik (örn. uçaklar ve gıdalar)
- Depolama ve bant genişliği talebin artması
- İşgücü piyasalarında ve becerilerinde değişimler
- 'Dijital olarak bağlanılabilir' ürünlerin tasarımı
- Ürünlerin üzerine dijital hizmetler eklenmesi
- Nesnelerin çevrelerini daha tam algılama ve özerk olarak tepki ve eylem gösterme imkanları kazanması
- Bağlantılı 'akıllı' nesnelere dayalı ek bilgi ve yeni değer yaratılması

NFC'nin kullanım alanlarına başlıca örnek olarak Japonya'daki kütüphaneler verilebilmektedir. Almak istediğiniz kitaba ulaşmak ya da herhangi bir kitap hakkında detaylı bilgiye sahip olmak istiyorsanız telefonunuzu NFC çipine yaklaştırarak gerekli bilgilere ulaşabilirsiniz. Günümüzde sıklıkla kullanılan temassız ödeme yöntemini bir NFC sistemi örneği olarak düşünebiliriz. Birden fazla kartı yanınızda taşımamak ve cep telefonu üzerinden kullanmak istediğiniz kartı tuşlayıp temassız olarak ödeme yapılmaktadır. Kullanıcı telefonunu veya kartını kaybeder ise, servis sağlayıcı tarafından NFC hizmetinin iptal edilmesini talep edebilmektedir (bkm.com.tr, 2020).

2.3.3. Bulut Teknolojisi (Cloud Technology)

Bilgisayarların küçülüp mobil cihazların bilgisayar görevi görmeye başlaması, internetin günümüzde neredeyse her eve girmesi, bilişim altyapısının değişmesini ve gelişmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu değişen koşullara ayak uydurmak için '*bulut*

bilişim' geliştirilmiş ve hala geliştirilmeye devam edilmektedir (Henkoğlu ve Külcü, 2013: 64).

Bilişim servis ve hizmetlerine ilişkin hizmetlerin üçüncü taraflarca alınması olarak tanımlanan ve günümüzde yeni gelişen bu hizmet sistemi; uzak bir sunucudan internet üzerinden uygulamaların çalıştırılması, kullanıcı verilerine bu uzak sunucu üzerinden erişilmesini sağlayan servis yapısı olarak tanımlanmaktadır (Henkoğlu ve Külcü, 2013: 64).



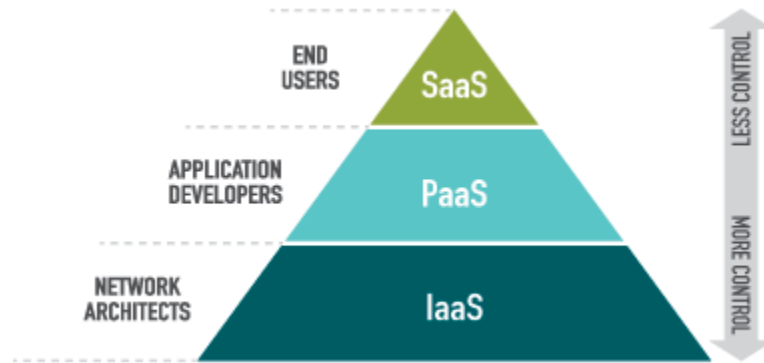
Şekil 2.8: Bulut Bilişim ve Bileşenleri

Kaynak: Kavzoğlu ve Şahin, 2012.

Bu sistem sayesinde istediğiniz bilgiye istediğiniz an ve konumdan ulaşabilirsiniz (Şekil 2.8). Bir donanım kaynaklı sorunlar çıkarmayacağı, fiziksel sunuculardan bile daha hızlı çalışan sanal bilgisayar sayesinde istediğiniz her an bilgiye ulaşabilir olması, bellek dolumu veya değişimi ihtiyacı bırakmaması, elektrikten ve yerden tasarruf ettirmesi bulut bilişimin avantajları arasında sayılabilmektedir (Özsoylu, 2017: 49).

2.3.3.1. Bulut Servis Modelleri

Bulut bilişim esnek bir yapıya sahip olan, erişilebilirlik imkânlarının geniş olduğu bir hizmet sunan bir ağ erişim modelidir. Bu modelde üç ana servis vardır. Bu hizmetler sırası ile Servis olarak Yazılım, Servis olarak Platform ve Servis olarak Altyapı hizmetleridir (Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 65).



Şekil 2.9: Bulut Bilişim Servis Modelleri

Kaynak: Codevist, 2018

Şekil 2.9’da gösterilen Bulut Bilişim Servis Modelleri aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

2.3.3.1.1. Servis olarak Yazılım (SaaS)

Servis olarak Yazılım (*Software as a Service - SaaS*), kullanıcılara bir kurulum gereksinimi duymadan internete bağlı olan herhangi bir platform üzerinden erişim izni vererek kullanılan servis hizmetidir. Hizmeti kullanan kullanıcılar ağ, sunucu, işletim sistemi gibi bileşenler üzerinde herhangi bir yetkiye sahip değildirler. Google mail, Hotmail veya Yahoo mail gibi web tabanlı e-mail hizmetlerini SaaS hizmetinin en bilindik örnekleridir. Çeşitli CBS araçlarına sahip giscloud.com sitesi CBS’de bulut bilişim kullanımı için örnek verilebilecek önemli bir SaaS uygulamasıdır (Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 65).

2.3.3.1.2. Servis olarak Platform (PaaS)

Servis olarak Platform (*PaaS*), kullanıcıya online olarak kendi yazılım ve uygulamaları geliştirme ve bu yazılımların sürdürülebilirliğini sağlamak için gerekli çevre birimlerin üzerinde kontrol imkânı sağlar. PaaS servisine örnek olarak Google Appengine ve Microsoft Azure platformlarını verebiliriz (Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 65).

2.3.3.1.3 Servis olarak Altyapı (IaaS)

Bu servis modelinde, kullanıcı ihtiyacı olan işlemci, depolama alanı, ağ kaynağı ve diğer bilgisayar bileşenlerine erişim izni vardır. Bu sayede kullanıcıya istediği işletim sistemini kurması ve geliştirmesi için çalışma imkânı sağlanır. Erişim izni tam

yetki vermek anlamına gelmemektedir. Fakat bu serviste müşteriler, istediği işletim sistemi üzerinden ağ bileşenlerini yönetebilmektedir. Bu servise verilebilecek en iyi örnek Amazon Elastic Computer Cloud (*EC2*) uygulamasıdır (Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 66).

Gelişmekte olan bulut bilişim modelinin geçerlilik kazanması web hizmetleri, sanallaştırma(*virtualization*) ve ızgara (*grid*) bilişim ile mümkün olmuştur (Seyrek, 2011).

Web hizmetleri internet üzerinden erişilebilen bağımsız otonom yazılımlardır. Farklı kişilerce tasarlanan web hizmetleri, yine farklı kullanıcılar tarafından da kullanılabilir. Web hizmetleri, internet üzerinden standart ara yüzler ve protokoller (*SOAP, XML, vb.*) aracılığıyla başka yazılımlar tarafından kullanılabilir olduğundan, düşük maliyet ve gelişme açık hizmetler olmaktadır (Papazoglou vd., 2008: 225).

Bulut bilişimin altyapısını oluşturan diğer önemli gelişme ise sanallaştırmadır. Bu teknoloji ile az sayıda fiziksel bilgisayar üzerinde çok sayıda sanal bilgisayarlar oluşturulmakta ve mevcut kapasitedeki verimlilik önemli ölçüde artmaktadır. Endüstri 4.0 devriminin teknolojik gelişmelerine ayak uydurma işletmeler artık Kurumsal Kaynak Planlaması (*ERP*) sistemleri, Müşteri İlişkileri Yönetimi (*CRM*) sistemleri gibi çeşitli yazılımlar kullanmaya başlamıştır. Sanallaştırma ile bir fiziksel sunucu üzerinde birçok sayıda sanal sunucu bulunmaktadır. Böylece işletmeler daha az fiziksel bilgisayarlar kullanıp sermaye yatırımlarını azaltmış olurlar hem de bu fazla sayıda olan sunucuların enerji tüketimi ile bakım maliyetlerini düşürebilmektedir. Bu sistemlerin güncel kalması, sürümlerinin en son sürümde kullanılması ve yedekleme gibi çeşitli bakım ve yönetim işlemlerinin yapılması Bilgi ve İletişim teknolojileri departmanının bu sistemleri sorunsuz ve kesintisiz hizmet vermesini saptamaları açısından da önemli avantajlar sağlamaktadır (Lee ve Sawyer, 2009'dan aktaran Seyrek, 2011: 701).

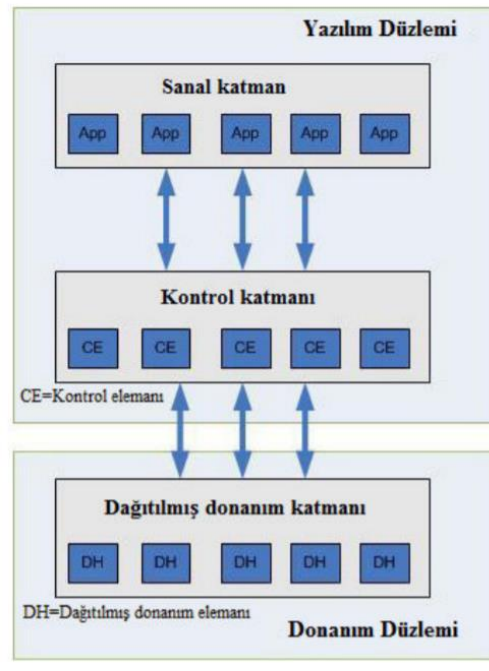
Bulut bilişimin üçüncü ve son önemli altyapı teknolojisi ise ızgara bilişim teknolojisidir. Izgara bilişim, konum olarak birbirinden çok uzakta olan bilgisayarların hesaplama, depolama ve hafıza gibi kaynakları yüksek hızlı bilgisayar ile bir araya getirerek paylaşılmasıdır. Bu teknoloji ile farklı konumlarda bulunan bilgisayarları atıl

kapasitesi kullanılarak daha kapsamlı bilgisayarlar oluşturulmaktadır (Maqueira-Marin vd., 2009'den aktaran Seyrek, 2011: 703).

Google, Amazon, Yahoo, Microsoft gibi bilişim alanında hizmet veren dünyaca ünlü işletmeler bulut bilişim teknolojisi üzerine AR-GE çalışmaları yapmakta ve aktif olarak hizmet vermeye başlamışlardır. Bu çalışmalara paralel olarak, Bulut Coğrafi Bilgi Sistemleri üzerinde de çalışmalar başlamıştır (Kavzoğlu ve Şahin, 2012: 5).

2.3.4. Bulut Tabanlı İmalat (*Cloud Based Manufacturing*)

Bulut tabanlı imalat (*CBM*), Endüstri 4.0'ın önemli bileşenlerinden bir diğeridir. CBM, gelişen teknoloji ile değişen müşteri ihtiyaçlarına yanıt verecek verimliliği arttıran, ürün maliyetlerini en aza indirgeyen ve kaynak teminine izin veren, sürdürülebilir ve yeniden yapılandırabilen siber fiziksel üretim hatları oluşturmak için yararlanılan bir ağa bağlı üretim modelidir. Şekil 2.10'da basitleştirilmiş yazılım tanımlı bulut üretim mimarisi yer almaktadır.



Şekil 2.10. Basitleştirilmiş yazılım tanımlı bulut üretim mimarisi

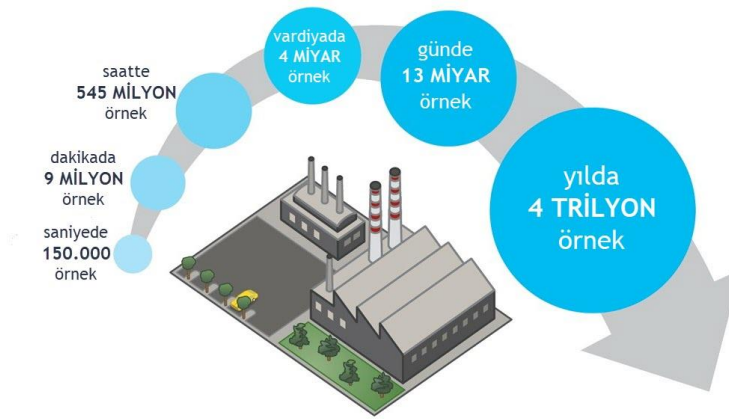
Kaynak: Thames ve Schaefer, 2016.

CBM'nin özellikleri, her konumda ve mekânda erişilebilir olması, büyük veriler ve nesnelerin interneti ve sanallaştırma hizmetleri için bir kaynak içermesidir (Yıldız, 2018: 0549).

2.3.5. Büyük Veri (*Big Data*)

Günümüz şartlarının getirdiği rekabeti bol iş ortamında, şirketler verimliliklerini arttırmak için hızlı karar vermenin önemi bilirken aynı zamanda büyük verileri sorunlarının zorluklarıyla uğraşmak zorunda kalmaktadırlar. Birçok üretim sistemi büyük veriyi yönetebilecek yöntemlere sahip değildir (Lee vd., 2014: 3).

Büyük veri, farklı kaynaklardan gelen bilgiye ulaşma sayesinde, sürekli büyüyen veri tabanını hızlı ve etkin bir şekilde kullanmamızı sağlar (Şekil 2.11). Büyük veri, verileri önem derecesine göre sıralandırmayı sağlar ve sonuçlara ulaşmaya yardımcı olur. Büyük veri geleneksel yöntemlerden daha ileri düzeyde analiz imkânı sunar. Bu teknoloji ile birbiri ile uyuşmayan çeşitli veri tabanlarında toplanmış bilgiler bile, net bir tablo çizmek için işlenir ve birleştirilir (Witkowski, 2017: 763).



Şekil 2.11. Büyük Veri ve Veri Analitiği

Kaynak: altay.com.tr , 2020.

Bu yöntemler devletler, şirketler, kurumlar farklı amaçlarla kullanmaktadır. Kamu özellikle trafikte Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu (*Mobese*) eşliğinde sürücülere ait pek çok veriyi, trafik cezalarının ile adli suçların tespiti için toplamaktadır. Sağlık kuruluşları kişilerin arama motorlarından araştırdığı hastalıkları kişilerin bireysel verileriyle birleştirerek uygulamalarını geliştirmek için kullanmaktadır. Büyük veri

devletler ve kurumlar için en gizli ve en büyük ajan konumundadır (Kabaklarlı, 2016: 33).

Büyük veri yönteminin uygulanabilir açıdan anlamak için şu örneği inceleyelim: 2010'da Standford, Columbia ve Microsoft Corporation'da bulunan araştırmacılar, ilaçların birbiri arasındaki zararlı etkileşimini öğrenmenin bir yolunu geliştirdi. Uyuşturucular arasındaki etkileşimi araştırarak olan grup geleneksel yöntemlerden koparak internet kaynağını seçti. Microsoft ile işbirliği yapan grup Google, Bing ve Yahoo! kullanıcılarına izin vererek sayısız çevrimiçi arama günlüğünü analiz etti. Birbirleri arasındaki etkileşimi araştırılan iki ilacın (*Paxil ve Pravastatin*) isimlerin arayan kullanıcıların aynı zamanda hipoglisemi ile ilgili terimleri de arattıklarını tespit ettiler. Böylece Paxil ve Pravastatin'in birlikte alındıklarında olumsuz yan etkilere neden olabileceğini büyük veri yöntemini kullanarak kanıtlamış oldular (Mattioli, 2014: 540).

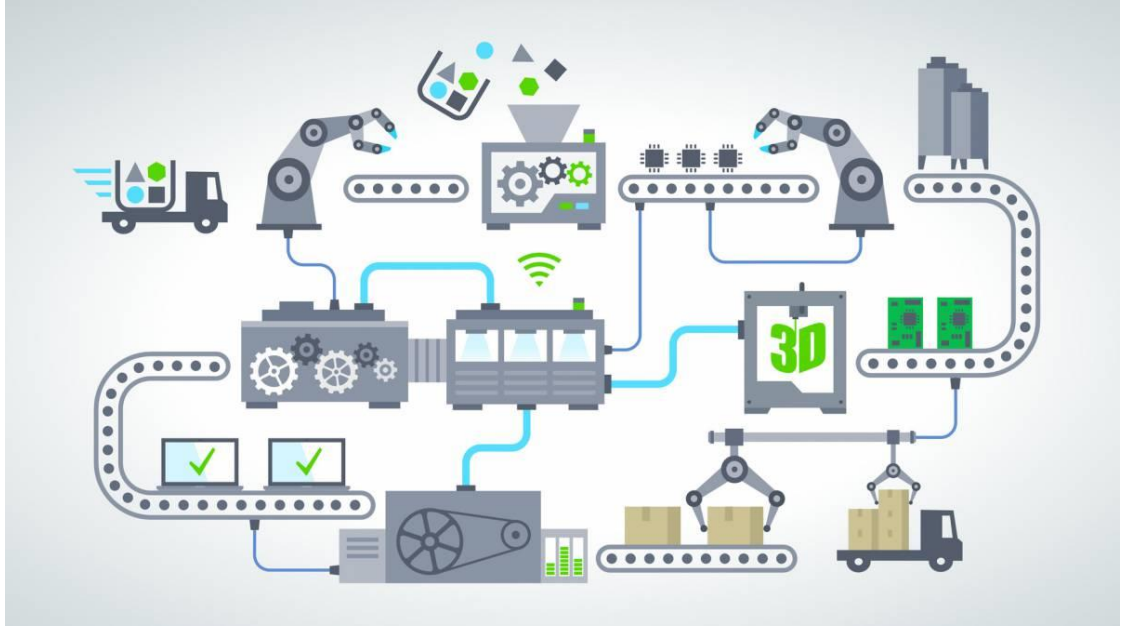
2.3.6. Üç Boyutlu Teknolojiler (*Three-Dimensional Technologies*)

Üç boyutlu veya 3D olarak adlandırılan yazıcı ve tarayıcıların sağladığı en büyük avantaj, sanayide üretim için prototip olarak kullanılması ve zaman tasarrufu ve maliyetlerin azalmasını sağlamasıdır. Üretimde pek çok nesnenin yedek parçası üç boyutlu yazıcılar tarafından çıkarılabilmektedir. Envanterde tutulması maliyet artışına yol açan yedek parçalar, 3D yazıcılar sayesinde ucuz üretim faktörü arayışıyla gelişen ülkelere kayan sermayenin gitmesine gerek kalmamıştır. Yazıcının bulunduğu kendi ülkelerinde de düşük maliyetlerle üretim yapılabilecektir. Bu da gelecek açısından doğrudan yabancı yatırım akışını sanayileşmiş ülkeler lehine çevirecek bir teknolojik yeniliktir (Kabaklarlı, 2016: 35).

Endüstri 4.0'ın iki ana teması vardır; biri akıllı üretim sistemidir ve akıllı üretim sistemine bağlı üretim tesislerini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Bir diğeri ise, ağırlıklı olarak tüm endüstriyel üretim lojistik yönetimi, insan-bilgisayar etkileşimi ve endüstriyel işlemlerde 3D baskı teknolojisi ile ilgili olan akıllı üretimdir. Bu iki hedef kapsamında, dört alandaki çabaları tamamlamamız gerekiyor: yeni yöntemler, yeni teknolojiler, yeni talepler ve yeni modeller (Ke vd., 2015: 1).

Üç boyutlu yazıcılar, gözle görünen herhangi bir cisim veya nesnenin üç boyutlu dijital bir çizimini tabaka tabaka basarak ortaya çıkarmaktadır (Şekil 2.12). Şimdiden

oyuncak yapımına veya küçük el araç ve gereçleri yapımına başlanan 3D yazıcılar, plastik alüminyum, çelik veya seramik gibi ileri alaşımları kullanabilecek ve üretimi için önceden bir fabrikanın gerekli olduğu ürünleri yapabilecek konuma gelecektir (Schwab,2017: 172).



Şekil 2.12. Endüstri 4.0 ve 3D Yazıcılar

Kaynak: Erk, 2017.

Üç boyutlu veya 3D olarak adlandırılan yazıcı ve tarayıcıların sağladığı olumlu etkiler aşağıdaki gibidir (Schwab, 2017: 173):

- Ürün geliştirmenin hızlanması
- Tasarımdan imalata dönüşüm süresinin azalması
- Ürün tasarımcılarına olan talebin artması
- Eğitim kurumlarının öğrenme ve anlamayı hızlandırmak üzere 3D yazıcılar kullanması
- İmalat gücünün demokratikleşmesi
- Geleneksel seri imalatın maliyetlerini ve asgari üretim miktarını azaltmanın yollarını bularak tehdide yanıt vermesi.

2.3.7. Yapay Zekâ (*Artificial Intelligence*)

İnsan beyni yaklaşık yüz milyar nöronu birbirine bağlayan yüz trilyon sinaps ile en karmaşık organımızdır. Bu organ düşünmemize, analiz etmemize, cisimleri algılamamıza, olayları kavramamıza ve bu olaylardan sonuçlar elde etmemize imkân sağlar. Günümüzde beynimizin bu yetenekleri zekânın makineler üzerinde de görülme isteğini doğurmuş, insanları yapay zekâyı geliştirmesine teşvik etmiştir (Yıldız ve Yıldırım, 2018: 27).

Genel anlamıyla yapay zekâ, insanlar tarafından üretilen bir bilgisayar sisteminin tıpkı insanlar gibi görsel algılama, konuşma ve tanıma ve karar verme gibi yeteneklere sahip olmasıdır. Oxford sözlüğü, normalde insan zekâsı gerektiren görevleri gerçekleştirebilen bilgisayar sistemlerinin teorisi ve gelişimi olarak tanımlar. Özetle, yapay zekâ insanları taklit eden ve insanlar gibi davranan makineler yapmaya uğraşan bir bilgisayar mühendisliği dalıdır ve günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Yapay zekanın kullanıldığı başlıca alanlar (Endustri40.com, 2020):

- **Uzman Sistemler:** Bilgisayarların gerçek hayattaki gibi gerek duyulduğunda karar verme yetkinlikleri kazandırıldığı sistemlerdir. Makinenin yazılım ve bilgi ile iletişimi sistemin nihai kullanıcıya açıklama ve tavsiye vermesini sağlamaktadır.
- **İnsani İletişim:** Yapay zekâ sistemleri doğrudan bir kullanıcı ve müşteri ile iletişim kurabilir, insanların dillerini tanıyabilmektedir.
- **Yapay Sinir Ağları:** İnsan beyninde meydana gelen fiziksel bağlantı türlerinin yeniden üretilmeye çalışılması, zekâyı simüle eden yapay sinir ağlarını meydana getirmektedir.
- **Robotik:** Yapay zekâlar sayesinde ışığa, suya, sıcaklığa vb. duyuşsal tepkiler veren bilgisayarlar ve makineler üretilmektedir.
- **Oyun Sistemleri:** Yapay zekâlar, satranç gibi stratejik oyunları insana karşı etkili bir şekilde oynayabilir ve tepkiler verebilmektedir.

Üretim süreçlerinde her geçen gün daha fazla kullanılmaya başlanan yapay zekâ ve robotların insan gücüne olan ihtiyacı karşılamada fazla başarı elde ettikleri görülmektedir. Bu durum ise işçileri yeterince istihdam edilmediği bir büyüme sürecinin içerisinde olduğumuzu göstermektedir. İnsan emeğinin üretim sürecinde en önemli ve

vazgeçilmez bir girdisi olmaktan çıkarak, üretim bantlarına uyumlu olarak çalışan makine ve ekipmanların bakım ve onarımının karşılanması ile sınırlı kalmaya başlamıştır. Bilgisayarın komutlarıyla çalışan üretim bantları, nihai üründe istenilen değişikliklere göre programlanabilmekte ve sıfır hata üretim yapmakta, imalatta yaşanabilecek fire ve hasarları azaltmakta, üretim süreçlerini daha esnek bir hale getirmektedir. Üretimdeki bu makineleşme ürünün insan gücünden tamamen ayrılması gibi kaygıları tetiklese de, bu makinelerin hataları tespit etmek yine insan ihtiyacını doğurduğundan ‘tamamen insansız üretim’ beklentisinin askıda kaldığı söylenebilmektedir (Akın, 2017: 44).

2.3.8. Siber-Fiziksel Sistemler (*Cyber Physical Systems*)

Siber Fiziksel Sistemler (CPS), sensörler ve aktüatörler aracılığı ile fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünyasına bağlamaktadır. Farklı bileşenlerden oluşun CPS’ler gerçek dünya ile iletişimde bulunmak için yazılım sistemleri, iletişim teknolojileri, sensörler/aktüatörleri içermektedir. Bu iki dünyayı birleştiren Siber Fiziksel Sistemler iki önemli unsurdan oluşmaktadır: Birbirleri ile internet üzerinden ve bir internet adresi ile haberleşen nesnelerin oluşturduğu ağ; gerçek dünyadaki nesnelerin bilgisayar simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortamlardır (<https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/>).

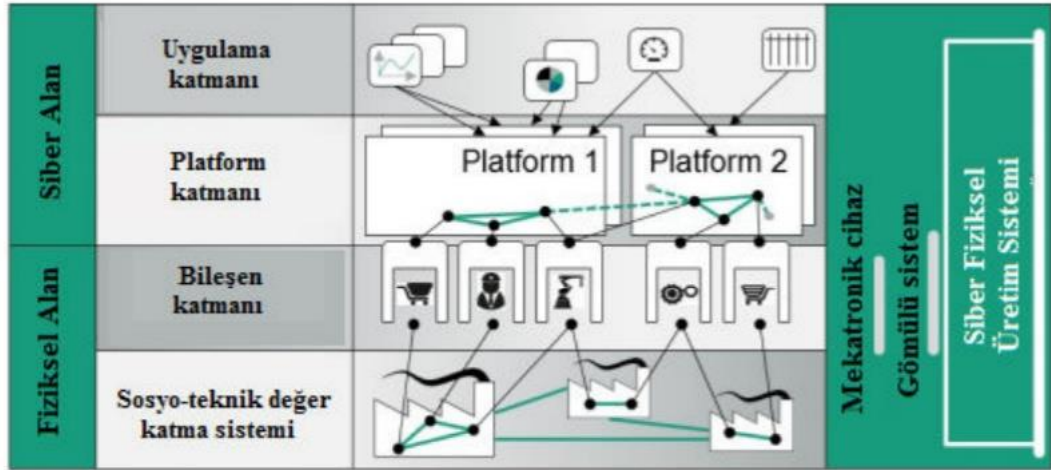
Siber fiziksel sistemlerin beş temel aşaması bulunmaktadır. Bunlar (Bartodziej, 2017: 54):

1. Sanal dünya ile fiziksel dünya arasında bağlantı kurmak,
2. Birden çok kaynağı sisteminde bir araya getirerek, mevcut sistemden daha yüksek performansı olan yeni bir sistem oluşturması,
3. Değişikliklere uyum sağlayabilen özerk sistemler oluşturmak,
4. İletişimin LAN bağlantısı ile yüksek hızda sağlandığı dağılık kontrol sistemleri ile bağlantılı çalışmak,
5. İnsanlar ve sistem arasındaki iş birliğini genişletmek,

Siber-Fiziksel Sistemler, sadece üretimde değil birçok alanda önemli rol oynamaktadır. Bazıları şöyle sıralanabilir (endustri40.com, 2020):

- Fiziksel ve organizasyonel iş süreçlerini izler ve kontrol eder.

- Kullanıcı katılımına ve erişimine izin verir.
- Üretime gerçek zamanlı olarak katılır ve karar alma yetkisi ile değişen durumlara ve görevlere tepki verir.
- Kendi performansını takip eder. Güvenilirliği ileri derecededir.
- Farklı uygulama alanları arasında entegrasyon sağlar.



Şekil 2.13. Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri

Kaynak: Yıldız, 2018.

Siber fiziksel sistemlerin siber kısmı fiziksel üretim süreçlerinden veri alıp, fiziksel kısmı ise üretimi bilgisayar üzerinden yönetmeyi ve kontrol etmeyi sağlayan cihazları temsil etmektedir (Şekil 2.13) (Thramboulidis, 2015: 92).

2.3.9. Giyilebilir İnternet (*Wearable İnternet*)

Giyilebilen nesnelerin hayatımızda neden olacağı kolaylıkları temsil eden teknolojiye giyilebilir teknoloji ismi verilmektedir. Bu kategoride değerlendirilen nesneler: saatler, ayakkabılar, yüzükler, gözlükler ve kıyafetler olarak sıralanabilir (Şekil 2.14). 3D yazıcılarla takı, ayakkabı ve çanta kullanımında henüz çok aktif kullanılsa bile; giysiler üretimi nesnelerin interneti gibi kavramların önemi arttırmaktadır (Öymen, 2017: 133).



Şekil 2.14. Giyilebilir Teknoloji

Kaynak: Zilan, 2016.

Giyilebilir teknolojinin farklı türlerde haberleşmeye, kullanan kişinin gerçek zamanlı bilgilerine erişmeye ve dâhili belleğinde depolamaya imkân tanınması günümüz insanların taşınabilir teknolojiye göre giyilebilir teknolojiyi tercih etme eğilimine yönlendirmiştir. Bu giyilebilir teknolojiye göre fiziksel hareketlerin izlenmesi ve biyolojik verilerin elde edilmesi tipik dizüstü bilgisayarlara göre daha sıra dışı yöntemlerle sağlanmaktadır (Sağbaş vd., 2016: 750).

1961 yılında hile yapmak amacıyla icat edilen bir ayakkabı tabanlı zamanlama cihazı modern anlamda ilk giyilebilir ürün kabul edilmektedir. 80’li yıllarda giyilebilir teknolojide yaşanan gelişmelerin en önemli özellikleri vücuda giyilebilir olması ve bilgi işlemeyi sağlayan sensörlere veya mikrobilgisayarlara uygun olmalarıydı. 2000’li yıllarda sağlık, askeriye ve eğlence sektörlerinde yaşanan gelişmeler ile birlikte kişiselleşmiş bilgilerin depolanması ve kullanıcıya gerçek zamanlı bilgi sunması yaşanan önemli gelişmelerdir (Sağbaş vd., 2016: 750).

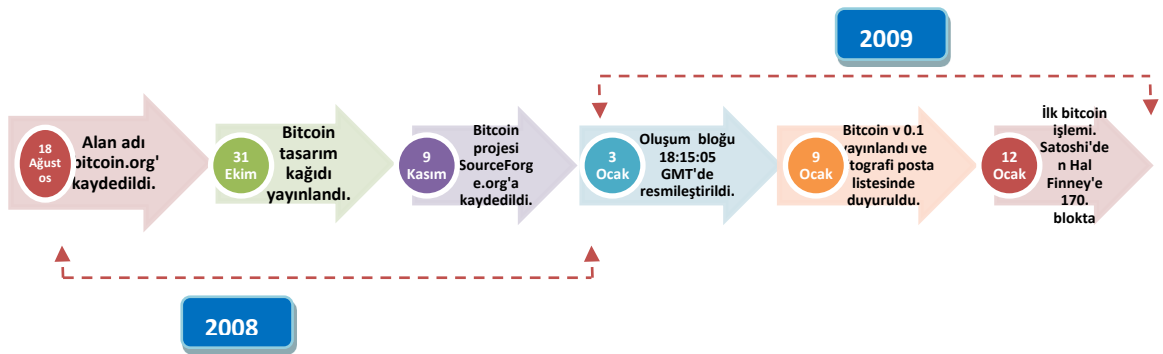
Giyilebilir teknolojinin olumlu etkileri aşağıdaki gibidir (Swhab, 2017: 138):

- Daha olumlu sağlık sonuçları daha uzun yaşamın önünü açacaktır.
- Daha çok kendine yeterlilik
- Kendi kendine yönetilen sağlık bakımı
- Daha iyi karar alma
- Kaybolan çocukların sayısında azalma
- Kişiselleşen giysiler (terzilik, tasarım)

2.3.10. Blockchain ve Bitcoin

2008 yılında Satoshi Nakamoto'nun yayınladığı orijinal Bitcoin başlıklı makalesinde Blok Zinciri yani Blockchain kelimesi ilk defa kullanılmıştır. Kelime olarak makalede yer almasa da kripto paranın bir bileşeni olan bu teknoloji, birbirinize zincirlenmiş bir dizi veri bloğu olarak tanımlanmıştır (Nakamoto, 2008: 1). Şekil 2.15'te blok zincirinin kısa bir tarihi gelişimi gösterilmiştir.

Bir blok zincir esasen, dağıtılan bir kayıt veri tabanı veya katılan taraflarla gerçekleştirilen ve paylaşılan tüm işlemlerin veya dijital olayların halka açık defteridir. Halka açığıdaki her işlem, sistemde katılımcıların çoğunluğunun oy birliği ile doğrulanmıştır. Bir kez girildikten sonra bilgiler hiçbir zaman silinemez. Blockchain, şimdiye kadar yapılan her işlemin kesin ve doğrulanabilir bir kaydını içerir. Temel bir benzetme kullanmak için, تنها bir yerde tutulan bir çerez kavanozundan bir çerez çalmak, piyasada tutulan bir çerez kavanozundan çerez çalmaktan ve binlerce insan tarafından gözlemlenmekten daha kolaydır (Iansiti ve Lakhani, 2017: 4).



Şekil 2.15: Blok Zincirinin Tarihi

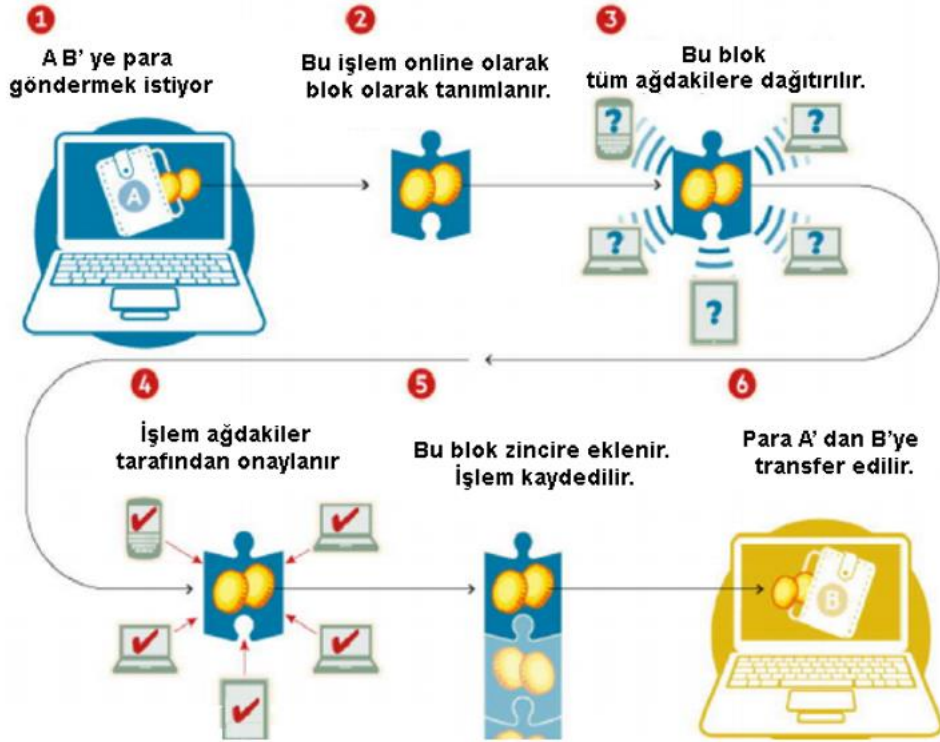
Kaynak: Iansiti ve Lakhani, 2017: 9.

Bununla birlikte, Blockchain kripto para birimleri kullanarak işlem yapmak için uygun bir çözüm gibi görünse de üzerinde çalışılması ve ele alınması gereken bazı teknik zorluklar ve sınırlamalar vardır. Blockchain'deki saldırıları ve rahatsız edici girişimleri önlemek için işlemlerin bütünlüğü ve güvenliği ile düğümlerin gizliliği gerekir. Ek olarak, Blockchain'deki işlemleri onaylamak için hesaplama gücü gerekir (Yli-Huumo vd., 2016: 1).

Blockchain, mevcut internet protokolleri yığımında çalışacak ve aynı zamanda hem ekonomik işlemlerin, hem de anlık dijital döviz ödemelerinin ve daha uzun vadeli,

daha karmaşık finansal sözleşmelerin sağlanması için internete yepyeni bir katman ekleyen başka bir uygulama katmanı gibidir. Finansal sözleşme veya sabit varlıklar üzerindeki işlemler blockchain gibi bir sistemle yapılabilir. Ayrıca, blok zinciri sadece işlemler için değil, kayıt, takip, izleme ve işlemlerin kaydı için bir kayıt ve envanter sistemi olarak da kullanılabilir. Tüm varlıkların bir blok zincir tam anlamıyla tüm varlıkları kaydetmek için devasa bir elektronik tablo ve bunları küresel ölçekte gerçekleştirebilecek bir muhasebe sistemi gibidir. Dünyadaki tüm taraflarca tutulan her türlü varlık türünü içerir. Bu nedenle, blok zinciri, her finans, ekonomi ve para alanı dahil olmak üzere herhangi bir varlık kaydı, envanter ve takas şekli için kullanılabilir; sabit varlıklar (*fiziksel özellik*); ve maddi olmayan duran varlıklar (*oylar, fikirler, itibar, niyet, sağlık verileri vb.*) (Yli-Huumo vd., 2016: 2).

Çoğunlukla Bitcoin kripto para birimini çalıştıran teknoloji olarak bilinen Blockchain, işlem verilerinin bütünlüğünü koruyan bir genel muhasebe sistemidir. Blockchain teknolojisi ilk olarak Bitcoin kripto para birimi tanıtıldığında kullanıldı. Bugüne kadar, Bitcoin hala Blockchain teknolojisini kullanan en yaygın uygulamadır. Bitcoin, Blockchain adlı bir halka açık işlem defterinden oluşan merkezi olmayan bir dijital para ödeme sistemidir. Bitcoin'in temel özelliği, herhangi bir kuruluş ya da devlet yönetimi olmadan para biriminin değerinin kontrol altında tutulmasıdır. Bitcoin ağındaki transfer ve kullanıcı sayısı sürekli artmaktadır. Ek olarak, geleneksel para birimleriyle dönüşümler, örneğin KRW, EUR ve USD, döviz piyasalarında sürekli olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Bitcoin çeşitli toplulukların dikkatini çekmiştir ve şu anda Blockchain teknolojisini kullanan en başarılı dijital para birimidir (Yli-Huumo vd., 2016: 3). Şekil 2.16'da bir Blok Zincirin çalışma mantığı anlatılmaktadır.



Şekil 2.16. Blok Zincir Çalışma Mantığı

Kaynak: Crosby vd., 2016: 10.

Bitcoin dijital paradır. Para biriminin oluşumunu ayarlamak ve bir merkez bankasından bağılı olmadan çalışan fonların transferini doğrulamak için şifreleme tekniklerinin kullanıldığı dijital bir para birimi ve çevrimiçi ödeme sistemidir. Terminoloji kafa karıştırıcı olabilir, çünkü Bitcoin ve blockchain kelimeleri, kavramın herhangi bir üç bölümüne atıfta bulunmak için kullanılabilir. Temeldeki blockchain teknolojisi, işlemlerin gerçekleştirildiği protokol, müşteri ve gerçek şifreleme (*para*) veya daha geniş bir şekilde bütün şifreleme para birimleri kavramına atıfta bulunur. Sanki PayPal Internet üzerinden “*PayPal*” olarak adlandırılmış ve PayPal protokolünün uygulandığı PayPal para birimini aktarmak için Blockchain endüstrisi bazen bu terimleri birbirinin yerine kullanmaktadır, çünkü hala bir teknoloji yığında oluşturulabilecek katmanlara dönüşecek olan kendisini biçimlendirme sürecindedir (Crosby vd., 2016).

Blok Zincirinin tanınan ilk popüler uygulaması olan sanal paranın (*Bitcoin*) farklı alanlarda kullanılabileceği belirlenmiştir ve gelecekte gelişen teknoloji ile

kullanım alanlarının genişleyebileceği söylenebilmektedir. Aşağıda Blockchain teknolojisinin uygulamalarına ilişkin bir liste verilmiştir (Usta ve Doğantekin, 2017: 67).

- Dijital Kimlik
- Müşteri Tanıma
- Küresel Ödeme Sistemleri
- Girişimler İçin Sermaye İhtiyacı Karşılama
- Nesnelerin İnterneti Blockchaini

2.3.10.1. Blok Zinciri Türleri

Blockchain zincirleri kullanıcı erişimine göre üç farklı türe ayrılır.

2.3.10.1.1. Genel (Açık) Blok Zincirleri:

Geniş dağıtım alanına ve açık kaynak kodlarına sahip olan genel blok zinciri türleri herkes tarafından herhangi bir seviyede katılım yapılabilir (Avunduk ve Hakan, 2018: 378).

Genel blok zincirlerine örnek olarak Counterparty verilebilmektedir. Counterparty Bitcoin blok zincirinde eşten eşe finansal uygulamalar oluşturmak için açık kaynaklı bir finansal platformdur.

2.3.10.1.2. İzin Verilen Blok Zincirleri:

Kullanıcıların ağ içerisinde yapacakları uygulamaları ve izinlerini kontrol edildiği bir sisteme sahip olan sistemlerdir. Yapıya göre açık kaynak kodlu olabilmektedir (Avunduk ve Hakan, 2018: 378).

İzin verilen blok zinciri türlerine örnek olarak Ripple verilebilmektedir. 2012 yılında ortaya çıkan ödeme ağı sistemi ve kripto para değeri olan Ripple, merkezi olmayan, Blockchain sisteminden işlem görmesine karşın bütün defterleri şirket tarafından yönetilmektedir (bitlo.com, 2020).

2.3.10.1.3. Özel Blok Zincirleri:

Ağındaki kullanıcılara güvenip gizli bilgiler içeren oluşumlar tarafından kullanılmakta olup diğer blok zincirlerine göre daha küçük yapıda olan zincirler özel blok zincirleridir (Avunduk ve Hakan, 2018: 378).

Özel blok zincirlerine Quorum örnek verilebilmektedir. Quorum, JPMorgan Chase tarafından sözleşmeli uygulamalar için kullanılan özel depolama alanıyla izin verilen bir özel blok zinciridir.

2.4. Literatür Araştırması

Bu bölümde, literatürde araştırmacıların Endüstri 4.0 konusunda yapmış olduğu çalışmalar hakkında genel bilgiler verilmektedir.

Aytaç Yıldız, 2018 yılında yapmış olduğu '*Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar*' isimli çalışmasında, tarihsel modern sanayi gelişimi süresince üç büyük sanayi devrimi geçirdiğini belirtmiştir. Günümüzde Endüstri 4.0 olarak bilinen dördüncü sanayi devrine girilmiş olup, bu devrim ile birlikte birbirleriyle iletişim kurabilen, veri analizi yaparak ihtiyaçları tespit edebilen robotların kullanıldığı üretime geçilip, daha kaliteli ve hızlı aynı zamanda daha az israflı üretim yapılması amaçlanmaktadır. Endüstri 4.0, akıllı fabrikalarda siber fiziksel sistemler ile makineler arası haberleşmeye, makineler ve insanlar arası haberleşmeye imkan tanıyarak merkezi olmayan karar verme yöntemlerini geliştirilmesini sağlamaktadır. Günümüzde gelişen teknolojiyi yakında takip etmek isteyen ve rekabet ortamında güçlü kalabilmek isteyen işletmeler Endüstri 4.0 kavramını iyi bilmelidirler. Bu sebeple bu çalışmada Endüstri 4.0 ve temel özellikleri açıklanmış aynı zamanda akıllı fabrikalarla ilgili bilgiler verilerek genel değerlendirmeler yapılmıştır.

Ahmet Fazıl Özsoylu, 2017 yılında yaptığı '*Endüstri 4.0*' isimli araştırmasında nesnelerin internet üzerinden birbirleri ile iletişime geçecekleri bu sebeple akıllı üretimde gelişmeler yaşanacağı belirtilmiştir. Bu çalışma Endüstri 4.0 ve bileşenlerinin anlamlarını açıklamayı amaçlayan bir derleme olarak sunulmuştur.

Ömer Akın, 2017 yılında '*Hızla Artan Endüstriyel Robotların Üretim Süreçlerinde Yarattığı Değişimler ve Türkiye İşgücü Piyasasında Yaratacağı Olası Etkilerin Değerlendirilmesi*' isimli çalışmasında son yıllarda Türkiye'nin büyüme ivmesindeki düşüşün istihdam artışı bakımından önemli bir dezavantaj olduğunu bununda reel ücretler üzerinde ciddi baskılar oluşturduğunu belirtmiştir. İlerleyen yıllar boyunca siyasi ve ekonomik öngörülebilirliğin azalması ile yatırımcılar yatırımlarını sektörel ve bölgesel devlet teşvikleriyle hayatta tutmaya çalışmışlardır. Endüstri 4.0

devrimi ile birlikte yapay zekanın ve yeni nesil robotların imalat sanayinde kullanılmaya başlanması insan emeğine duyulan talebi her geçen gün düşürmektedir. Bu durum istihdam üzerinde olumsuz sonuçlara neden olacaktır. Bu olumsuz etkiler iş çevrelerinin ve sendikaların hükümet ile sıkı bir işbirliği sayesinde daha katlanabilir hale getirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Hüseyin Avunduk ve Hakan Aşan 2018 yılında yayımladıkları '*Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme*' adlı değerlendirmelerinde gelişen teknoloji beraberinde yapısal değişiklikleri de getirdiğini belirtmiştir. Endüstri 4.0 ile gelişen internet ağı ve yazılımların uçtan-uçta ya da eşten-eşe iletişim mantığı ile merkezi olmayan bir ortam oluşturulabilmektedir. Uçtan-uçta iletişim dağınık bir sistem yapısına sahip teknolojiyi betimlemektedir. Benzer uygulamalar geçmişte yapılmış olsa da blok zinciri uygulamaları ile bu yapıyı farklı seviyelere getirmiştir. Yapılan çalışmada blok zincirinin temel çalışma mantığı anlatılmıştır. Blok zincirinin örnek uygulamaları incelenmiş ve blok zincirinin çeşitli açılardan eksik yönleri ve gelecekte oluşabilecek olası sorunlara değinilmiştir.

Türkey Henkoğlu ve Özgür Külçü, 2013 yılında yayınladıkları '*Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukusal Koşullar Üzerinde Bir İnceleme*' isimli çalışmalarında Endüstri 4.0 bileşenlerinden olan bulut bilişimin avantaj ve dezavantajlarını birlikte; mevcut ABD hukuk mevzuatı, AB direktifleri ve AB sözleşmeleri kapsamlı olarak incelenerek riskleri ve problemleri göz önüne sermiştir. Çalışmanın sonucunda görüşmüştür ki; mevcut bulut bilişim sözleşmeleri ve yasal düzenlemeler, Türkiye'de bulut bilişim kapsamında veri güvenliği ve gizliliği istenilen yeterliliği göstermemektedir. Ek olarak çalışmada veri öznelerinin bulut bilişime olan güveni sağlaması ve kişisel verilerin korunması için bir bulut bilişim modeli tavsiye edilmiştir.

Fatih Mehmet Öcal ve Kıvanç Altıntaş, 2018 yılında yaptıkları '*Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri*' isimli çalışmasında imalat sektöründe bilgisayar kullanım düzeyinin artırılması ve üretimde ileri teknolojilerin kullanılmasının hedeflendiği belirtilmiştir. Üretim sektöründe teknolojinin ileri seviyelerde kullanılmasını ile üretimde serileşmeyi, oluşan ürün çeşitliliğine cevap verecek esnekliğin edinilmesi ve üretimin

hızlandırılması, insanlardan kaynaklanan sorunların en aza indirgenmesi hedeflenmektedir. Üretimde otonom robotlarla üretime geçilmesi insan gücüne duyulan ihtiyacın azalmasına, yeni iş kollarının gelişmesine ve böylelikle günümüzde mevcut olan birçok mesleğin yok olup, teknolojiye ayak uyduramayan çalışanların işsizlik çekecekleri gerçeğinin gözler önüne sermektedir. Yapılan çalışmada, sorunlara kısa ve orta vadeli ne gibi çözümler üretilebileceği araştırılmış ve gelişmekte olan ülkelerin ne gibi tedbirler alması gerektiği konusuna değinilmiştir.

Esra Kabaklı, 2018 yılında yayınladığı '*Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi*' adlı kitabında Davos'ta 2016 yılında düzenlenen Dünya Ekonomi Forumu'nun ana teması Endüstri 4.0'ın üretim sektörüne katma değer sağlayan her aşamasına ve tedarik zincirinde meydana gelen değişimleri tanımlamıştır. Endüstri 4.0 terimi ilk kez Almanya'nın öncü olduğu ileri teknolojik imalat sanayi stratejisini kullanılmıştır. Geleneksel üretimden zamanla gelişen teknolojiye ayak uydurarak üretimde dijital bir dönemin açıldığının altı çizilmiştir.

Klaus Schwab, '*Dördüncü Sanayi Devrimi*' isimli kitabında teknoloji ve toplumun bir arada var olduğunu belirtmiştir. Endüstri 4.0'ın insanlar ve toplumlar arasında bölücü olmaktan çok insanı destekleyici ve güçlendirici olmasını sağlamak sadece tek bir sektörün, bölgenin ya da kültürün görevi değildir. Burada asıl olan işbirliği içerisinde Endüstri 4.0 gelişmelerini takip edebilmektir.

Sıla Genç, 2018 yılında yaptığı '*Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye*' isimli çalışmasında Endüstri 4.0'ın ekonomik büyümeye olan katkısı ve küresel rekabet gücüne olan desteğinin önemini altı çizilmiştir. Bu devrimi yakalayabilmek için kararlı ve büyük adımlar atılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada; Endüstri 4.0'ın Türkiye ekonomisi üzerindeki etkileri değerlendirilerek öneriler sunulmuştur.

Lidong Wanga ve Guanghui Wangb, 2016 yılında '*Siber-Fiziksel Sistemlerde Büyük Veri, Dijital Üretim ve Endüstri 4.0*' isimli çalışmalarını literatüre kazandırmışlardır. Siber fiziksel sistemin (CPS), hesaplama, iletişim ve fiziksel süreçleri entegre eden karmaşık bir sistem olduğunu belirtmişlerdir. Dijital üretim, tüm üretim sürecini kontrol etmek için bilgisayarları ve ilgili teknolojileri kullanma yöntemidir. Endüstri 4.0, iletişim ve zekâ yoluyla üretimi daha verimli, esnek ve

sürdürülebilir hale getirebilir; bu nedenle rekabet gücünü artırabilir. Nesnelerin İnterneti, bulut bilişim, makineden makineye (M2M) iletişim, 3D baskı ve Büyük Veri gibi önemli teknolojilerin Endüstri 4.0 üzerinde büyük etkileri vardır. Büyük Veri analizi, siber fiziksel sistemler (CPS), dijital üretim ve Endüstri 4.0 için çok önemlidir. Bu makalede CPS, dijital üretim ve Endüstri 4.0'daki teknoloji gelişmelerini açıklanmıştır. Bu alanlarda bazı zorluklar ve gelecekteki araştırma konuları da sunulmaktadır.

Jay Lee, Hung-An Kao ve Shanhu Yang, 2014 yılında '*Endüstri 4.0 ve büyük veriler için hizmet yeniliği ve akıllı analitik çevre*' adlı çalışmalarını yayınlamışlardır. Yapılan çalışmada bugün, bir Endüstri 4.0 fabrikasında, makineler ortak bir topluluk olarak birbirine bağlı olduğu belirtilmiştir. Böyle bir evrim, ilerlemişlik araçlarının kullanılmasını gerektirir, böylece veriler belirsizlikleri açıklamak için sistematik olarak bilgiye dönüştürülebilir ve böylece daha "bilgilendirilmiş" kararlar verilebilir. Siber Fiziksel Sistem tabanlı imalat ve hizmet yenilikleri imalat sanayileri için kaçınılmaz iki eğilim ve zorluktur. Yapılan çalışma, büyük veri ortamında imalat hizmeti dönüşümü trendlerinin yanı sıra büyük verileri yönetmeye yönelik akıllı öngörülü bilişim araçlarının hazır bulunmasına ve böylece şeffaflık ve üretkenliğe ulaşılmasına yöneliktir.

Michael Mattioli, 2014 yılında yayınladığı '*Büyük Veriyi Ortaya Çıkarmak*' adlı makalede, fikri mülkiyet hukukunun "büyük veri" üreticilerini değerli veri kaynaklarını nasıl topladıklarını, düzenlediklerini ve dönüştürdüklerini açıklamaya yeterince teşvik edip etmediklerini araştırmaktadır. Bugün, bir teknoloji kafesi dünya ile etkileşimlerimize aracılık ediyor, satın aldığımızı, nereye gittiğimizi, sağlığımızın ayrıntılarını, söylediklerimizi ve kime otomatik olarak kaydedildiğini belirtmiştir. El değmemiş olarak bırakılan bu kayıtlar değersizdir. Bununla birlikte, yenilikçi veri yeniden kullanım teknikleri sayesinde, uzmanlar bu ham verilerden değer çekmeye başladığını vurgulamıştır. Bu nispeten yeni fenomen yaygın olarak "büyük veri" olarak adlandırılıyor ve birçok uzman yakında bilimde yeni sınırlara yol açacağına inanıldığını belirtmiştir.

Andreas Schumachera, Selim Erol ve Wilfried Sihna, 2016 yılında yayınladığı '*İmalat işletmelerinin Endüstri 4.0 hazırlığını ve olgunluğunu değerlendirmek için bir*

olgunluk modeli' isimli çalışmasında ayrı üretim alanındaki endüstriyel işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluğunu değerlendirmek için ampirik olarak temellenmiş yeni bir model ve uygulamasını önermiştir. Ana hedefleri, organizasyonel yönleri de dâhil ederek yeni geliştirilen modellerin hâkim teknoloji odağını genişletmektir. Genel olarak 9 boyut belirlenmiştir ve Endüstri 4.0 olgunluğunu değerlendirmek için bunlara 62 öge atanmıştır. Temel kolaylaştırıcıları değerlendirmek için "*Ürünler*", "*Müşteriler*", "*İşlemler*" ve "*Teknoloji*" boyutları oluşturulmuştur. Ek olarak, "*Strateji*", "*Liderlik*", "*Yönetişim*", "*Kültür*" ve "*İnsan*" boyutları, organizasyonel yönlerin değerlendirmeye dâhil edilmesine izin verir. Daha sonra, model pratik bir araca dönüştürülmüştür ve birkaç şirkette test edilmiştir ve raporda bir vaka sunulmuştur. Modelin yapısı ve içeriğinin ilk doğrulamaları, modelin şeffaf ve kullanımının kolay olduğunu ve gerçek üretim ortamlarında uygulanabilirliğini kanıtladığını göstermektedir.

Diogo Proença ve José Borbinha, 2016 yılında yaptıkları '*Bilgi Sistemleri için Olgunluk Modelleri- Bir Sanat Hali*' çalışmada olgunluk modelinin, giderek daha organize ve sistematik bir iş yapma yöntemine giden yolu temsil ettiği için, iş süreçlerini veya kuruluşların belirli yönlerini değerlendirmek için değerli olduğu kanıtlanmış, yaygın olarak kullanılan bir teknik olduğunu belirtmişlerdir. Bir kuruluşun belirli bir yönünün mevcut olgunluk düzeyini anlamlı bir şekilde ölçmek için bir olgunluk değerlendirmesi kullanılabilir, paydaşların güçlü yönleri ve iyileştirme noktalarını net bir şekilde belirlemelerine ve buna göre daha yüksek olgunluk seviyelerine ulaşmak için ne yapılacağına öncelik vermelerine imkân tanıdığını belirtmişlerdir. Bu makale, literatürden bir olgunluk modelleri koleksiyonunu analiz ederek olgunluk modellerine ilişkin mevcut uygulamaları toplar ve analiz eder.

Ebru Gökalp, Umut Şener ve P. Erhan Eren, 2017 yılında yaptıkları araştırmada üretim ortamında yeni teknolojilerin uygulanması, 4. sanayi devrimi olarak adlandırılan yeni bir dönemi başlattığını belirtmişlerdir. Buna göre, Endüstri 4.0 teknolojilerine / uygulamalarına geçişte şirketlere yardımcı olmak ve standart, objektif ve tekrarlanabilir bir şekilde yeteneklerini geliştirmek için onlara rehberlik etmek için temel bir ihtiyaç vardır. Olgunluk Modelleri (*MM'ler*) kapsamlı rehberlik sağlayarak kuruluşlara yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle, Endüstri 4.0 bağlamında önerilen MM'lerle ilgili mevcut çalışmaları belirlemek amacıyla literatür sistematik olarak

gözden geçirilir. Tanımlanan yedi MM, kapsam, amaç, bütünlük, açıklık ve nesnellik özelliklerini karşılaştırarak analiz edilmiştir. Hiçbirinin beklenen tüm kriterleri karşılamadığı sonucuna varılmıştır. Yapılandırılmış bir Endüstri 4.0 değerlendirme / olgunluk modeli ihtiyacını karşılamak için, bu çalışmada SPICE tabanlı Endüstri 4.0-MM önerilmiştir. Endüstri 4.0-MM, süreç dönüşümü, uygulama yönetimi, veri yönetimi, varlık yönetimi ve organizasyonel uyum alanlarının değerlendirilmesinden oluşan bütünsel bir yaklaşıma sahiptir. Amaç, Endüstri 4.0 teknolojilerinin kurulumunun bir değerlendirmesini yapmak için ortak bir temel oluşturmak ve Endüstri 4.0'ın ekonomik faydalarını en üst düzeye çıkarmak için şirketleri daha yüksek bir olgunluk aşamasına ulaştırmaktır. Bu nedenle, Endüstri 4.0-MM, imalat endüstrisindeki işletmelerin sürekli kıyaslanmasında ve iyileştirilmesinde standardizasyon sağladığı belirtilmiştir.

Andreas Schumacher , Tanja Nemetha ve Wilfried Sihn, 2019 yılında yaptıkları *‘Üretim işletmeleri için Endüstri 4.0 olgunluk modeline dayalı endüstriyel dijitalleşmeye yönelik yol haritası’* isimli çalışmada yazarlar endüstriyel karar vericiler, şirketlerinin dijital dönüşümüne - şu anda Endüstri 4.0 olarak anılan - yatırım yapmaya daha fazla hazır olduklarını gösterse de, Endüstri 4.0'daki mevcut durumları ve bunun gerçekleştirilmesine yönelik stratejik rehberlik hakkında bilgi sahibi olmadıklarını belirttiler.. Bu yazıda, imalat şirketlerine, Endüstri 4.0 ile ilk temaslarından somut eylem alanlarının tanımlanmasına ve gerçekleştirilmesine kadar rehberlik eden bütünsel bir prosedür modeli sunulmuştur. Dolayısıyla model, Endüstri 4.0'daki 65 kritik başarı faktörünün olgun değerlendirmesi ve bunların 10 adımlı bir yaklaşımı izleyerek şirkete özel gerçekleştirme yolları ve yol haritaları oluşturmak için sıralaması üzerine inşa edilmiştir. İki yıllık bir süre içinde model doğrulanmış ve geliştirilmiştir. Böylece bir imalat şirketinden bir uygulama, global Endüstri 4.0 stratejisini oluşturma hedefi sunmuştur.

Martin Gill ve Shar Vanboskirk, 2016 yılında yayınladıkları *‘Dijital Olgunluk Modeli 4.0’* adlı çalışmada son sekiz yıldır iş liderleri, şirketlerini mükemmelliğe doğru olgunlaştırmak için Forrester’ın e-Ticaret ve dijital pazarlama değerlendirmelerini kullandıklarını belirtmişlerdir. 2013 yılında, etkileşimli pazarlama ve e-İş olgunluk modellerini birleştiren kapsamlı bir dijital olgunluk modelini kullanıma sunulmuştur.

Modeli müşterilerle birlikte uygulamak, modelin geliştirilmesine ve daha da fazla odaklanılmasına yardımcı olmuştur. Bu rapor, 2014 dijital olgunluk modelini, günümüzün işlevler arası dijital liderlerinin rekabet stratejisi sağlamak, üstün müşteri deneyimleri sağlamak ve operasyonel çeviklik yaratmak için dijitali ne kadar iyi kullandıklarını karşılaştırmak için kullanabilecekleri tek bir puanlama kriterleri kümesine güncellemektedir.

BÖLÜM 3

ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA DİJİTALLEŞMENİN TÜRKİYE'DEKİ EĞİTİM SEKTÖRÜNE YANSIMALARI

3.1. Endüstri Devrimlerinin Eğitim ve Öğretimdeki Tarihsel Süreçleri

Endüstri 4.0, kendi bileşenlerinden nesnelerin interneti, bulut tabanlı imalat, yapay zekâ ve diğer tüm teknolojik gelişmeler, üretim sisteminin tam merkezine girerek üretim yapısında köklü değişikliklere neden olan olgu olarak ifade edilmektedir. Sadece teknolojik alanlarda neden olduğu gelişmelerin yanı sıra Endüstri 4.0 karmaşık sistemlerin çözülmesine, artan ürün çeşitliliğine cevap verebilecek geniş bir üretim bantı altyapısı sunumuna, eğitim ve mesleki gelişim alanında gelişmelere, kaynaklardan elde edilen verimliliğin artırılmasına, emniyet ve güvenlik, iş akışları ve organizasyonları gibi alanlarda da etkisini göstermektedir (Yelkikalan vd., 2019: 123).

Endüstri 4.0 uygulamalarını ve teknolojik gelişmelerinin uygulanmaya en uygun alanlarından biriside eğitim sektörüdür. Endüstri 4.0'ın yürürlük faaliyetlerinden en önemli temek alanı oluşturan eğitim kurumlarında Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması ve geliştirmesi, günümüz iş dünyasında Endüstri 4.0 gelişmelerine ayak uydurmasının beklendiği nitelikli çalışanların yetiştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Eğitim 4.0, geleneksel ezber odaklı eğitim sisteminin tersine, teknoloji ile iç içe, kişisel eğitimleri içeren günümüz dünyasının beklentileri karşılayan uygulamalar odaklı yeni bir eğitim sistemi olarak ifade edilmektedir (Yelkikalan vd., 2019: 124).

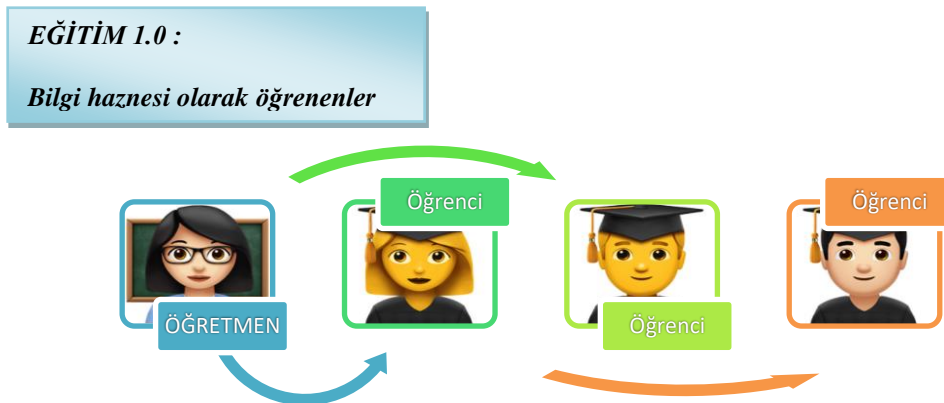
Değişen endüstriyel devrimler, bu devrimlerin beraberinde getirdiği teknolojik değişimler girişimcilik, AR-GE ve inovasyon kavramlarını daha çok önemli hale getirmiştir (Demir, 2018: 13). Dijital teknolojiden yararlanan, gelişmiş düşünme yetkinliklerine sahip, açık kaynak içeriği kullanan, küresel dünyanın değişen beklentilerine cevap verebilen nitelikte olan, bilgi üreten ve gerektiğinde transfer etmesini bilen tasarımcı kişiler ve organizasyonlar, teknolojik gelişmelerle değişen gereklilikleri yerine getirebilecek yetkinliğe sahip bireylerdir (Yüksek, 2017'den aktaran Demir, 2018: 13).

3.1.1. Eğitim 1.0

Eğitim 1.0, tıpkı internetin ilk kuşağı gibi, çoğunlukla tek yönlü bir yöntemdir. Öğrenciler [öğretmenlerden] eğitim almak için okula devam etmektedirler ve sofistike notlar, çalışma kağıtları, ders kitapları, videolar ve son zamanlarda dünya çapında yükseliş gösteren internet ağı kullanımını kapsayan bir eğitim almaktadırlar (Şekil 3.1). Öğrenciler çoğunlukla kendilerine teslim edilen veri kaynaklarından alışveriş yaparlar ve çoğunlukla bu kaynaklara dayalı faaliyetlerde etkileşime girecekleri için, bu faaliyetler en başta yarısı yalnız veya izole yerel ekiplerde yapmaktadır. Bu etkinliklerin sonuçları nadiren öğrencilerin bunları gerçekleştirirken tükettikleri bilgi kaynaklarına katkıda bulunmaktadır (Thompson, 2007: 1).

Eğitim 1.0, tarım toplumunun ihtiyacına cevap vermiştir. Bilgi, kavramdan yararlanarak öğretmenden öğrenciye aktarılır ve kapsamlı çalışma yapılmıştır. Öğrenci, ana yöntem olarak açıklamaya odaklanan öğretmeni takip etmektedir (Puncreobutr, 2016: 1).

Eğitim 1.0, üç R'ye (*receiving, responding, regurgitating*) dayanan bir tür özcü, davranışçı eğitimidir: Öğretmeni dinleyerek alma; not alarak, metin çalışarak ve çalışma sayfaları yaparak yanıt verme ve sınıftaki diğer öğrencilerle aynı değerlendirmeleri alarak konuyu anlamak için tekrar etme. Öğrenciler bir bilgi deposu olarak görülürler ve depolar olarak benzersiz özellikleri yoktur. Tüm öğrenciler aynı olarak görülmektedir. Standart, tek bedene uyan bir eğitimidir (Gerstein, 2014: 84).



Şekil 3.1: Eğitim 1.0

Kaynak: Gerstein, 2014: 84 ‘ ten derlenmiştir.

İnternetten önceki öğretmenler, bugün bildiğimiz gibi, en önemli bilgi bekçilerinden biriydi. Eğitim 1.0 çoğu zaman tarihteki kaynaklar ve teknolojiler göz önüne alındığında en iyi seçim olmuştur. Kütüphaneler ve haber kuruluşları dışında, öğrenciler onlara bilgi vermek için eğitimciye bağımlıydılar. Bu nedenle, eğitimcinin Web'in başlangıç aşamalarına benzer şekilde önemli bir rolü, öğrencilere içerik bilgisini tek yönlü, genellikle didaktik bir formatta sağlamaktı (Gerstein, 2014: 86).

Eğitim 1.0, Web'in ilk nesli gibi, büyük ölçüde tek yönlü bir süreçtir. Öğrenciler, ders notlarının, çalışma notlarının, ders kitaplarının, videoların ve son zamanlarda World Wide Web'in kullanımını içerebilecek bir rutin olarak bilgi veren öğretmenlerden eğitim almak için okula gitmektedirler. Öğrenciler büyük ölçüde kendilerine sunulan bilgi kaynaklarının tüketicileridir ve bu kaynaklara dayalı faaliyetlerde bulunabilmelerine rağmen, bu faaliyetler çoğunlukla yalnız veya izole yerel gruplar halinde yapılmaktadır. Bu etkinliklerin sonuçları nadiren öğrencilerin bunları gerçekleştirirken tükettikleri bilgi kaynaklarına katkıda bulunmaktadır (Keats ve Schmidt, 2007: 3).

Eğitim 1.0, bir özcülük veya kurum içi öğretme ve felsefi yönelimi öğrenme olarak sınıflandırılabilir. Bu eğitim çerçeveleri veya felsefeleri, Eğitim 1.0 veya geleneksel pedagojik öğretim çerçevesinin özelliklerine uygundur.

Özcülük tüm öğrencilere en temel ya da temel akademik bilgi, beceri ve karakter gelişimini aşlamaya çalışmaktadır. Özcü sistemde, öğrencilerin bir sonraki yüksek sınıfa geçmeden önce sınıf düzeyleri için belirli bir bilgi ve temel tekniklere hâkim olmaları gerekmektedir. Özcüler sınıfların öğretmen odaklı olması gerektiğini savunmaktadırlar. Öğretmenler veya idareciler, öğrencilerin ilgilerini çok az dikkate alarak öğrenmeleri için neyin en önemli olduğuna karar verirler. Öğretmenler ayrıca ilerlemeyi değerlendirmenin bir yolu olarak başarı testi puanlarına odaklanmaktadır. Özcü sınıf, toplumu şekillendiren insanlar, olaylar, fikirler ve kurumlar hakkında öğretilen öğrencilere odaklanır. Özcüler, öğrenciler okulu terk ettiklerinde, sadece temel bilgi ve becerilere sahip olmayacaklarını, aynı zamanda gerçek dünyada okulda öğrenilen dersleri uygulayabilecek disiplinli, pratik zihinlere sahip olacaklarını ummaktadırlar. Bu sistemdeki öğrenciler sıra halinde oturur ve kitlelerde öğretilmektedir. Öğrenciler masalarında oturarak ve öğretmeni dinleyerek pasif bir

şekilde öğrenmektedirler. Özcülüğün bir örneği, üniversitelerde öğretilen ders bazlı giriş dersleri olacaktır. Öğrenciler 100'den fazla öğrencinin bulunduğu bir sınıfta oturup not alırlar. İçeriğe tanıtılmak için başlangıç seviyesinde dersler almaktadırlar. Bu kursu tamamladıktan sonra, bir sonraki seviye kursu alacaklar ve daha önce öğrendiklerini uygulayacaklardır. İngilizce 101 ve İngilizce 102 özcülüğün özel bir örneğidir (Theodor, 2020: 1).

Eğitim 1.0'ın felsefi temellerini anlamamanın son parçası pedagojidir. Pedagojik modelde, öğretmen neyin öğrenileceği, nasıl öğrenileceği, ne zaman öğrenileceği ve materyalin öğrenilip öğrenilmediği hakkında karar vermek konusunda tam sorumluluğa sahiptir. Pedagoji veya yaygın olarak bilindiği gibi öğretmene yönelik öğretim, öğrenciyi öğretmenin talimatlarına itaat gerektiren itaatkâr bir role yerleştirir. Öğrencilerin sadece öğretmenin onlara ne öğrettiğini bilmesi gerektiği varsayımına dayanır (Hiemstra ve Sisco, 1990'dan aktaran Gerstein, 2014: 86).

Bu özcü, eğitici, pedagojik öğretim modeli, günümüzün her yerde mevcut bilgi ve teknoloji zamanlarında bile, üniversite halk eğitimi yoluyla mevcut anaokulundaki en baskın modeldir. 21. yüzyıl teknolojileri verilen özcü, eğitici, pedagojik bir öğrenme ortamında öğretmenin takip etmesi gereken talimatlar aşağıda verilmiştir (Gerstein, 2014: 86):

- E-kitaplar ve web siteleri aracılığıyla bilgilere erişim, ancak bunlar genellikle öğrencinin içerik hakkında yorum yapması, paylaşması veya etkileşimde bulunması için herhangi bir etkileşim veya yetenek türünden yoksundur.
- İçerik ve bilgilerin didaktik yayılmasına odaklanmak canlı ve / veya video derslerden izlemek, öğrenin ve not alınmaktır.
- Öğrencilere bu teknolojiler aracılığıyla yön talimatının verildiği ve sınav soruları ile doğru cevapları vermeleri istendiği tatbikat ve uygulamaya dayalı teknolojileri ve mobil uygulamaları kullanmaktır.

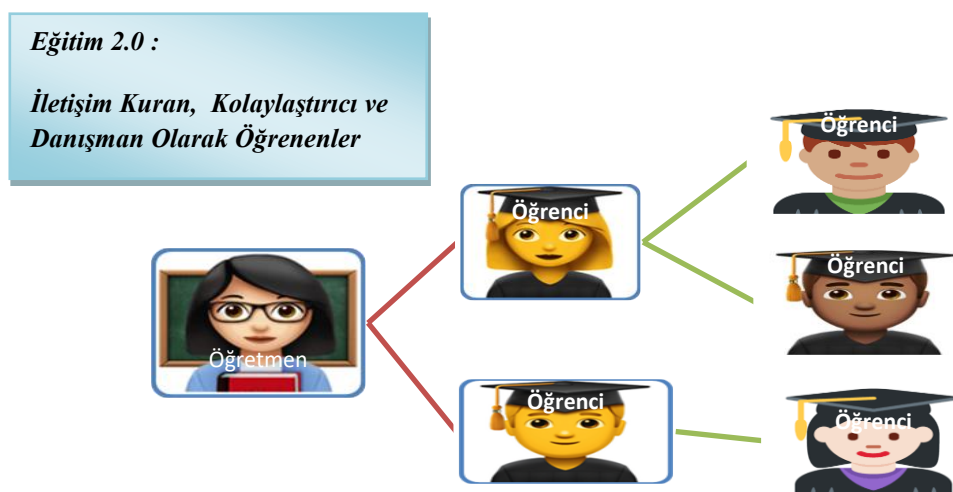
3.1.2. Eğitim 2.0

Web 2.0, insanlar ve işletmeler arasındaki son ilişkilerin çiçek açması olmuştur ve teknolojinin hızlandığı veya yarattığı yeni düşünme yollarını yansıtmaktadır.

Doğrudan ortaya çıkan ve yukarıdan aşağıya yönetime inanmayan, ancak akran geribildirimi ve mentorluk yapan etkileşimli görüşmelerle ilgilidir. Ön lisans derecesi inanılmaz derecede etkili bir şekilde yeniden yapılanma gerçekleşmektedir, ancak bir şekilde, bu uzmanlığı öğrenmeyi kurumlara getirmenin bir yolunu bulmalıdır yoksa bu yöntemler eskimiş olacaktır (Thompson, 2007: 2).

Eğitim 2.0, aktif, deneysel, otantik, ilgili ve sosyal ağlara dayalı öğrenme deneyimleri ilkelerinin sınıf veya ders yapısına dâhil edildiği daha yapılandırmacı bir öğretim yöneliminin özelliklerini üstlenir. Andragoji yetişkin eğitimi bilimi olarak tanımlanmıştır, ancak Eğitim 2.0 için temel prensipler andragojiden çıkarılabilir ve çoğu yaş grubunun öğretime uygulanabilmektedir (Gerstein, 2014: 86).

Andragojik model, öğrencilerin bilgi ve beceri kazanmasına yardımcı olmak için prosedürler ve kaynaklar sağlamakla ilgili bir süreçtir. Bu modelde (Şekil 3.2), öğretmen (kolaylaştırıcı, değişim aracı, danışman), öğrencileri (a) öğrenmeye elverişli bir ortam oluşturmak, (b) karşılıklı planlama için bir mekanizma oluşturmak, (c) öğrenme gereksinimlerini teşhis etmek, (d) bu ihtiyaçları karşılayacak program hedeflerini (içeriğini) formüle etmek, (e) bir öğrenme deneyimleri modeli tasarlamak, (f) bu öğrenme deneyimlerini uygun teknik ve materyallerle yürütmek ve (g) öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi ve (h) öğrenme ihtiyaçlarının yeniden teşhis edilmesini sağlamaktadır (Holmes ve Abington-Cooper, 2000: 17).



Şekil 3.2: Eğitim 2.0

Kaynak: Gerstein, 2014: 88'den derlenmiştir.

Androgojik, yapılandırmacı bir öğrenme ortamı tipik olarak aşağıdaki özelliklere sahiptir (Jonassen, 1994'ten aktaran Gerstein, 2014: 93):

1. Yapılandırmacı öğrenme ortamları gerçekliğin çoklu temsillerini sağlamaktadırlar.
2. Bu temsiller gerçek dünyanın karmaşıklığını temsil etmektedir.
3. Bilgi üretimi, bilginin yeniden üretimi üzerinde vurgulanmaktadır.
4. Öğrenciler özgün bağlamlara anlamlı bağlamlarda katılmaktadırlar.
5. Gerçek dünya ayarları sağlanmaktadır.
6. Deneyime ilişkin düşünmeye teşvik edilmektedir.
7. Öğrenciler arasında işbirliği ve sosyal müzakere teşvik edilmektedir.
8. Ön bilginin bir entegrasyonu ve aktivasyonu vardır.
9. Keşif öğrenme, işbirlikçi aktivite ve uygulamalı faaliyetler genellikle öğrenme faaliyetlerine entegre edilmektedir.

3.1.3. Eğitim 3.0

Eğitim 3.0, öğrencilerin paylaşılan bilgilerinin kilit bir rol oynadığı, sosyal ağ ve sosyal faydaların öğrenmede güçlü bir rol oynadığı eğitim fırsatları ile karakterizedir. Eserler, insanlar ve süreç arasındaki fark, uzay ve zaman ayrımları gibi bulanıklaşmaktadır. Politikalar ve stratejiler dâhil olmak üzere kurumsal düzenlemeler, sunulan fırsatların zorluklarını karşılamak için değişmektedir. Sınırların bozulmasıyla (*öğretmenler ve öğrenciler, kurumlar ve disiplinler arasında*) öğrenme ve öğretme süreçlerine vurgu yapılmaktadır (Keats ve Schmidt, 2007: 3).

Eğitim 3.0'ın üç özelliği özellikle önemlidir. İlk olarak, bugün mevcut olandan farklı türde seçimler yapmada öğrencilerin rolü vardır. İkincisi, tekrar kullanılabilir öğrenme içeriği üreticileri olarak öğrenci kavramı hayati önem taşımaktadır ve bu da türev eserlerin ücretsiz paylaşımına ve oluşturulmasına izin veren lisanslar altında bol miktarda mevcuttur. Üçüncüsü, kurumsal düzenlemeler sadece öğretilen derslerin değil, elde edilen öğrenmenin akreditasyonuna da izin verir. Bununla birlikte, Eğitim 3.0 genel olarak yüksek öğrenim için çok söz verirken, mevcut üniversiteler için de ciddi zorluklar yaratmaktadır. Web 2.0 ile olanların temel unsurlarından biri, insanları oluşturan topluluklar, seçimler yapmak ve kurumsal ihtiyaç duymadan kendileri için bir şeyler yapmaktır (Keats ve Schmidt, 2007: 4).



Şekil 3.3: Eğitim 3.0

Kaynak: Gerstein, 2014: 91'den derlenmiştir.

Eğitim 3.0 aynı zamanda üç C (*connectors, creators, constructivists*) ile ilgilidir, ancak farklı bir set içermektedir: bağlayıcılar, yeniden yapanlar ve yapılandırmacılar (Şekil 3.3). Bunlar niteliksel olarak Eğitim 2.0'ın üç C'sinden farklıdır. Bu set, eğitimcinin kolaylaştırdığı gibi “yapmak” yerine kendi kendini belirleyen bir öğrenci olma sanatına dönüşen isimlerdir. Öğrenenler, öğrenme deneyimlerinin yazarları, itici güçleri ve değerlendiricileri olurlar ve eğitimci gerçekten yandaki rehberdir (Gerstein, 2014: 91).

Tablo 3.1'de Yükseköğretimde eğitim kuşakları ve öğreticinin özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 3.1: Yükseköğretimde Eğitim Kuşakları

| Özellikleri | EĞİTİM 1.0 | EĞİTİM 2.0 | EĞİTİM 3.0 |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Profesörün Birincil Rolü | Bilgi Kaynağı | Rehberlik ve bilgi kaynağı | İşbirlikçi bilgi yaratma orkestratörü |
| İçerik Düzenlemeleri | Geleneksel telif hakkı materyalleri | Disiplin içindeki öğrenciler için bazen kurumlar arasında telif hakkı ve | Öğrenciler tarafından oluşturulan ve orijinal materyallerle desteklenen birçok |

| | | | |
|------------------------------|---|--|---|
| | | ücretsiz / açık eğitim kaynakları | kurum, disiplin, ulus arasında öğrenciler tarafından oluşturulan ve yeniden kullanılan ücretsiz / açık eğitim kaynakları |
| Öğrenme Aktiviteleri | Geleneksel, denemeler, ödevler, testler, sınıf içinde grup çalışması | Daha açık teknolojilere aktarılan geleneksel atama yaklaşımları; öğrenme faaliyetlerinde işbirliğinin artırılması; hala büyük ölçüde kurumsal ve sınıf sınırları ile sınırlı | Öğrenci yaratıcılığına yer açmaya odaklanan açık, esnek öğrenme etkinlikleri; disiplin, kurum, ulusun geleneksel sınırları dışındaki sosyal ağlar |
| Kurumsal Düzenlemeler | Kurumlar arasında sabit sınırları olan kampüs temelli; bir kurum tarafından sağlanan öğretim, değerlendirme ve akreditasyon | Üniversiteler arasında işbirliğinin artırılması (ayrıca uluslararası); öğrenciler ve üniversiteler arasında hala birebir ilişki | Gevşek kurumsal bağlantılar ve ilişkiler; yüksek öğretim hizmeti veren yeni kurumların girişi; bölgesel ve kurumsal sınırların dökümü |
| Öğrenci Davranışı | Büyük ölçüde pasif öğrenme | Pasiften aktife, eğitim sürecinin yeni sahiplenme duygusu | Kendi eğitiminin aktif, güçlü bir şekilde sahiplenme duygusu, kaynakların ve fırsatların birlikte yaratılması, aktif seçim |
| Teknoloji | Elektronik öğrenme yönetim sistemi ile | Diğer üniversitelerin dâhil olduğu, büyük | Kişisel dağıtılmış öğrenme ortamları |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | etkinleştirilen ve bir kuruma katılımla sınırlı e-öğrenme | ölçüde öğrenme yönetim sistemlerinin sınırları dâhilinde ancak diğer uygulamaların entegrasyonu dâhilinde e-öğrenme iş birlikleri | perspektifinden yönlendirilen e-öğrenme; bir uygulama portföyünden oluşur |
|--|---|---|---|

Kaynak: Keats ve Schmidt, 2007.

Eğitim 3.0, okulu, yeni ekonominin ihtiyaçları ile iyi eşleşen bir topluluğa dönüştürmeye yardımcı olan, gençlik enerjilerinden yararlanan ve ağa bağlı dijital teknolojilerden tam olarak yararlanan yedi adımlı bir planlama sürecinden geçirmektedir. Süreç, okulun daha güçlü bir eğitim modeli tasarlamasına yardımcı olur ve bunun gerçekleştirilmesi için uygulanması ve yönlendirilmesi için plan yapmak için araçlar sağlamaktadır. Bu yedi adım (Lengel, 2013: 8):

1. Değişim İhtiyacını Tanımak
2. Vizyon Belirlemek
3. Sistemi Tara
4. Eylem Planı
5. Planı Kabul Et
6. Eğitim 3.0 İnşa Et
7. İzle Ve Yenile

Eğitim 3.0 hem eğitimsel hem de teknik planlamayı içerir. Önce okul topluluğunu geliştirir ve eğitim ihtiyaçlarını ve hayallerini ifade eder ve daha sonra bunları destekleyecek teknolojiler ve politikalar için bir plan tasarlamasına yardımcı olur. Odak noktası öğrenciler, öğrenme ve öğretmedir. Amaç, bunları yeni ekonominin gençlerin yetenekleri ve istekleri ile ağ bağlantılı dijital teknolojilerin eğitim imkanlarına uygun hale getirmektir (Lengel, 2013: 9).

3.1.4. Eğitim 4.0

Dördüncü sanayi devriminin yükselişiyle birlikte, eğitim sistemi hem öğretme hem de endüstrinin ayak izlerini eşleştirme açısından önemli bir adım atmıştır. 2000

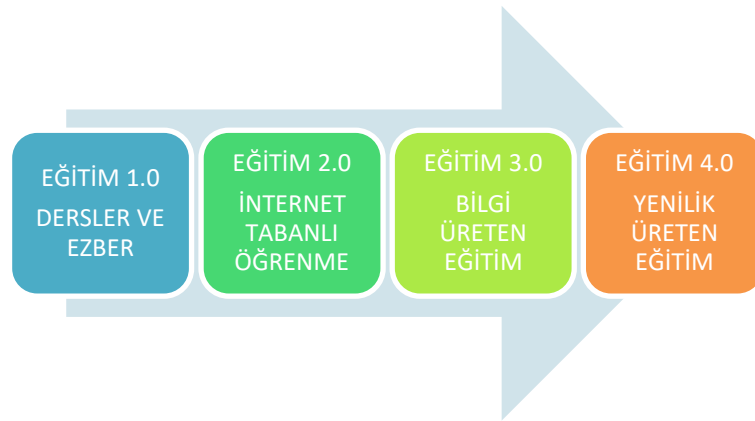
yılında, internetin her yerde bulunan doğası, dördüncü sanayi devrimi olan bağlı bilgisayar başlatmıştır. Dördüncü sanayi devriminden bu yana eğitimin nasıl değiştiğine bakarsak, bu değişen dönemde öğrenci ve öğretmenlerin zorlukları anlaşılmaktadır. Günümüzün hızla değişen teknoloji ve aşırı bilgi yükü dünyasında, Eğitim 4.0, öğrencilerin eğitilmesi ve öğretilmesi gereken hızlı bir gelişmedir (Dunwill, 2016).

Eğitim 4.0, “yenilikçi çağda” toplumun ihtiyacını karşılamaktadır. Bu öğrenme yönetimi, öğrencinin toplumdaki değişikliklere göre gelişmesine yardımcı olacak yeni teknolojiyi uygulama yeteneğini geliştirmeye yardımcı olacaktır. Bu çağın öğrenme yönetiminin yeni bir öğrenme sistemi olduğunu ve öğrencinin sadece okuma ve yazma becerisini değil, tüm yaşam için bilgi ve becerilerle büyümesini sağladığını belirtir. Bir toplumda yaşayabilmek ve mümkün olan en iyi donanıma sahip olabilmektir. Bu nedenle, Eğitim 4.0 bir eğitimden daha fazlası olacaktır (Puncreobutr, 2016: 94).

Bu nedenle, öğrenme yönetimi beşeri sermaye ihtiyacını karşılamak için sosyal ve ekonomi ortamındaki değişikliklere cevap vermelidir. Üç R'lerde okuma, yazma ve aritmetik becerilerini geliştirmeye çalışmayan, mutlu bir toplumda yaşamak için iyi ve akıllı bir gençlik üretmek için öğrenme yönetiminde bir değişiklik olmalı, aynı zamanda yanıt veren kalite ve becerileri de geliştirmelidir (Puncreobutr, 2016: 94).

Eğitim 4.0'a yanıt veren öğrenme yönetimi, bireyleri geliştirici ve yenilikçi olmaya hazır oldukları için inşa etmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, gençler için gerekli beceri yaşam becerilerini ve yenilik geliştirme becerilerini kapsamaktadır (Puncreobutr, 2016: 93).

Şekil 3.4'te eğitim dönemlerindeki gelişmeler şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.4: Eğitim Gelişimi

Kaynak: Karim vd., 2018

Liderlik, iş birliği, yaratıcı, dijital okuryazarlık, etkili iletişim, duygusal zekâ, girişimcilik, küresel vatandaş, problem çözme ve ekip çalışmasından oluşan 21. yüzyıl becerilerine sahip olmanın yanı sıra Eğitim 4.0 döneminde yaşam becerileri veya yenilikçi becerilere de sahip olmak gerekmektedir. Ayrıca eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilik, kültürlerarası anlayış, bilgi ve medya okuryazarlığı, kariyer ve öğrenme becerileri olan akıllı bir ulus veya zeki insanlar inşa etme becerilerini de içermelidir. Eğitim 4.0, yenilikçilik becerisi, yenilikçi tasarımda olasılıkları arama, en iyi üretim yolunu seçme ve inovasyondan faydalanmaya yardımcı olan en değerli yolu yönetme sürecidir. Her sürecin eleştirel düşünme, tasarım ve seçici düşünme, üretken ve problem çözme düşünme, girişimci düşünme, sorumlu düşünme, sosyal bilinç düşünme, senaryo düşünme gibi farklı beceriler gerektirmektedir (Puncreobutr, 2016: 94).

Eğitim 4.0, insan ve teknolojinin yeni olasılıklar sağlayacak şekilde hizalandığı Endüstri 4.0'ın ihtiyaçlarına bir yanıttır. Fisk (2017) yeni öğrenme vizyonunun öğrencileri sadece gerekli olan becerileri ve bilgiyi öğrenmelerini değil, aynı zamanda bu beceri ve bilgileri öğrenme kaynağını tanımlamayı da teşvik ettiğini açıklamaktadır. Öğrenme, veri tabanlı özelleştirme yoluyla performanslarının nerede ve nasıl öğrenileceği ve izlenmesinin nasıl yapılacağı üzerine inşa edilmiştir. Akranlar öğrenmede çok önemli hale gelir (Hussin, 2018: 92).

Öğretmenler, öğrencilerin öğrenmelerinde kolaylaştırıcı rolünü üstlenirken, birlikte ve birbirlerinden öğrenirler. Eğitim 4.0 ile ilgili dokuz eğilim vardır (Fisk, 2017: 1).

1. **Farklı Zaman ve Yer:** Öğrenciler farklı yerlerde farklı zamanlarda öğrenmek için daha fazla fırsata sahip olacaklar. E-Öğrenim araçları uzaktan, kendi hızınızda öğrenme fırsatlarını kolaylaştırır. Sınıflar değiştirilecek, yani teorik kısım sınıf dışında öğrenilirken pratik kısım interaktif olarak yüz yüze öğretilecektir.
2. **Kişiselleştirilmiş Öğrenme:** Öğrenciler, bir öğrencinin yeteneklerine uyum sağlayan çalışma araçlarıyla öğreneceklerdir. Bu, ortalamanın üzerinde öğrencilere belirli bir seviyeye ulaşıldığında daha zor görevler ve sorular ile itiraz edileceği anlamına gelir. Bir derste zorluklar yaşayan öğrenciler, gerekli seviyeye gelene kadar daha fazla uygulama yapma fırsatı bulacaklar. Öğrenciler bireysel öğrenme süreçleri boyunca pozitif olarak güçlendirilecektir. Bu olumlu öğrenme deneyimleriyle sonuçlanabilir ve öğrencilerin akademik yetenekleri konusunda güvenlerini kaybeder. Ayrıca, öğretmenler hangi öğrencilerin hangi alanlarda yardıma ihtiyacı olduğunu açıkça görebileceklerdir.
3. **Serbest Seçim:** Öğretilen her konu aynı hedefi hedeflese de, o hedefe giden yol öğrenci başına değişebilir. Kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimine benzer şekilde, öğrenciler öğrenme süreçlerini kendileri için gerekli olduğunu düşündükleri araçlarla değiştirebileceklerdir. Öğrenciler kendi tercihlerine göre farklı cihazlar, farklı programlar ve tekniklerle öğreneceklerdir. Karma öğrenme, çevrilmiş sınıflar ve BYOD (*Kendi Cihazınızı Getirin*) bu değişiklik içinde önemli bir terminoloji oluşturmaktadır.
4. **Proje Bazlı:** Kariyer gelecekteki serbest ekonomiye uyum sağladıkça, bugünün öğrencileri proje tabanlı öğrenme ve çalışmaya adapte olacaklardır. Bu, becerilerini çeşitli durumlarda kısa vadede nasıl uygulayacaklarını öğrenmek zorunda oldukları anlamına gelir. Öğrenciler, lisede proje tabanlı öğrenme ile zaten tanışmalıdır. Bu, örgütsel, işbirlikçi ve zaman yönetimi becerileri, her öğrencinin diğer akademik kariyerlerinde kullanabileceği temeller olarak öğretilir.
5. **Alan Deneyimi:** Teknoloji belirli alanlarda daha fazla verimliliği kolaylaştırabildiğinden, müfredat yalnızca insan bilgisi ve yüz yüze etkileşim gerektiren becerilere yer açacaktır. Böylece, derslerde 'alanda'

deneyim vurgulanacaktır. Okullar, öğrencilere işlerini temsil eden gerçek dünya becerileri edinmeleri için daha fazla fırsat sunacaktır. Bu, müfredatın öğrencilere staj, rehberlik projeleri ve işbirliği projelerini yerine getirmeleri için daha fazla alan yaratacağı anlamına gelir.

6. **Veri Yorumlama:** Matematik üç edebiyattan biri olarak görülse de, şüphesiz bu okuryazarlığın manuel kısmının yakın gelecekte ilgisiz hale geleceği düşünülmektedir. Bilgisayarlar yakında her istatistiksel analizle ilgilenecek ve verileri tanımlayıp analiz edecek ve gelecekteki eğilimleri tahmin edecektir. Bu nedenle, bu verilerin insan yorumu gelecekteki müfredatın çok daha önemli bir parçası haline gelecektir. Teorik bilgiyi sayılara uygulamak ve bu verilerden mantığı ve eğilimleri çıkarmak için insan akıl yürütmesini kullanmak bu okuryazarlığın temel yeni bir yönü haline gelecektir.
7. **Sınavlar Tamamen Değişecektir:** Eğitim yazılımı platformları öğrencilerin her adımdaki yeteneklerini değerlendireceğinden, yeterliliklerini Soru-Cevap yoluyla ölçmek ilgisiz olabilir veya yeterli olmayabilir. Birçoğu, sınavların şimdi öyle bir şekilde tasarlandığını, öğrencilerin malzemelerini sıkıştırdığını ve ertesi günü unutacağını iddia ediyor. Eğitimciler sınavların öğrencilerin ilk işlerine girdiklerinde neler yapabileceğini geçerli bir şekilde ölçemeyebileceğinden endişe ediyorlar. Bir öğrencinin olgusal bilgisi, öğrenme süreci boyunca ölçülebildiğinden, bilgilerinin uygulanması en iyi alandaki projeler üzerinde çalışırken test edilir.
8. **Öğrenci Mülkiyeti:** Öğrenciler müfredatlarını oluşturmada giderek daha fazla yer alacaklar. Çağdaş, güncel ve kullanışlı bir müfredatı sürdürmek sadece profesyoneller ve 'gençler' söz konusu olduğunda gerçekçi. Öğrencilerin derslerinin içeriği ve dayanıklılığı hakkında eleştirel girdi, her şeyi kucaklayan bir çalışma programı için bir zorunluluktur.
9. **Mentorluk Daha Önemli Hale Gelecektir:** 20 yıl içinde, öğrenciler öğrenme süreçlerine o kadar çok bağımsızlık katacaklar ki, mentorluk öğrenci başarısı için temel olacak. Öğretmenler, öğrencilerimizin yoluna girecekleri bilgi ormanında merkezi bir nokta oluşturacaklardır. Eğitimin

geleceği uzak görünse de, öğretmen ve eğitim kurumu akademik performans için çok önemlidir.

Endüstri 4.0 dönemi, mevcut üretim sistemlerine giderek uygulama biçimini bulurken, giderek daha fazla çalışma gelecekteki olası entegrasyonlara odaklanmaktadır. Endüstri 4.0 konsepti, imalatta yeni bağlanabilirlik ve veri yönetimi yolları (*Bulut Teknolojisi*) ve üretimde gömülü olan bilgi paylaşımı ve eğitimi (*Artırılmış ve Sanal gerçeklik*) için yeni ortamlar öneren yenilikçi teknolojiler sunmaktadır (Mourtzis vd., 2018: 130).

Aynı teknolojiler imalat eğitiminde önemli bir rol oynayabilir. Bu önemli imkan sağlayan teknolojiler, bilginin gelecekteki işgücüne etkili bir şekilde aktarılmasına izin vererek yeni bir ileri imalat eğitimi çerçevesi oluşturur; Eğitim 4.0. Bu eğitim sistemi, Endüstri 4.0'ın yenilikçi önerileri ile yeni ve deneyimli iş gücünü hızlandırmayı ve üretimde benimsenmesini hızlandıracak sürdürülebilir bir ortam yaratmayı hedeflemektedir (Mourtzis vd., 2018: 130).

Eğitim 4.0, eğitim sisteminde yenilik kavramını tartışmaktadır. Dijital çağın gelişimi Eğitim 4.0'ı destekleme fikrinden kaynaklanmaktadır. Bilgi, internet ve teknoloji kullanımı, öğretme ve öğrenme sürecini desteklemektedir. Ayrıca, Eğitim 4.0'ın ortaya çıkması Endüstri Devrimi 4.0'dan esinlenmiştir. Küreselleşme çağında hedeflere ulaşmak için bir sinerji elde etmek için eğitim sisteminin Endüstri Devrimi 4.0 veya Endüstri 4.0'ın çekirdeğini uygulaması gerekir (Anggraeni, 2018: 12).

Eğitim 4.0'ı teşvik ederken, öğretim üyeleri, öğretim ve öğrenme süreçlerini desteklemek için WhatsApp ve Instagram platformlarını kullanırlar. Bu durumda, öğrenciler öğretim görevlilerinden ödev alırlar ve ödevlerini bu platformlarda yayınlamaları gerekir. Ayrıca, bu öğretme ve öğrenme süreci, öğrencilerin öğrenci merkezli öğrenmeyi yansıttığı için öğrencilerin aktif olmasına yardımcı olur. Örneğin, öğretim üyeleri öğrencilerden grup halinde çalışmalarını ve öğrenme materyallerine yönelik problemleri çözmeye çalışmalarını ister. Öğrenciler gruplarıyla tartışmadan ve tüm sınıfla paylaşmadan önce birçok kaynaktan gelen bilgilere erişebilirler (Anggraeni, 2018: 13).

Endüstri 4.0'ın geliştirilmesi eğitim alanındaki gelişmelere katkıda bulunur. Fisk (2017), Sanayi Devrimi'ndeki gelişmeyi takip etmek için özellikle Eğitim 4.0 olarak bilinen eğitim bağlamında bir terim veya platform olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitim 4.0 terimi günümüzde bir trend haline gelmiştir. Eğitim 4.0, öğrenme yeniliği kavramını yansıtmaktadır ve öğrenmede bilgi ve teknolojiyi kullanmaktadır. Puncreobutr (2016), Eğitim 4.0'ın çekirdeğinin öğrencilerin toplumdaki değişimleri takip ettiği yeni teknolojiyi uygulayarak becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan öğrenme yönetimine odaklandığını düşünmektedir. Bu, öğretmenlerin ve öğrencilerin bu dönemde öğretme ve öğrenme sürecini desteklemek için bilgi ve teknolojinin geliştirilmesinden yararlanabileceği anlamına gelmektedir.

Teknoloji tabanlı öğretim ve öğrenme yöntemi, Endüstri 4.0'dan esinlenen Eğitim 4.0 olarak bilinir. Eğitim 4.0, her düzeyde dijital teknolojik yeterlilikleri geliştirmeyi ve öğretme ve öğrenme için dijital teknolojilerin kullanımını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Yaklaşım dört yolla çalışır: tüm öğrenciler ve öğrenciler için temel dijital eğitim, dijital olarak yetkin eğitimciler, öğrenciler ve çalışanlar ve dijital eğitim medyası. Eğitim 4.0, yenilikçi çağda toplumun ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Paralellik, bağlantıcılık (Goldie, 2016) ve görselleştirmenin özel özellikleri ile değişen davranışa uygundur. Bu eğitim, öğrenenlerin veya yeni çalışanların yeni teknolojiyi uygulama becerilerini genişletmeye yardımcı olmalıdır, bu da öğrencilerin veya yeni çalışanların toplumdaki değişikliklerle ilgili olarak gelişmelerine yardımcı olacaktır. Eğitim 4.0, öğrencilerin bir toplumda yaşayabilmelerini ve yetkinliklerini en iyi şekilde kullanabilmelerini sağlayan, sadece okuma ve yazma becerilerini bilmelerine değil, tüm yaşamları boyunca bilgi ve becerilerle büyümelerine imkân tanır. Bu nedenle, Eğitim 4.0 eğitimden daha fazlasını sunmaktadır (Hariharasudan ve Kot, 2018: 6).

Hızla değişen teknolojinin ve aşırı bilgi yükünün dijital dünyasında, öğrencilerin bugünün Endüstriyel operasyonları için teknik olarak yetkin olmaları gerektiğini söyleyerek, eğitilmeleri ve öğretilmemeleri gerekmektedir. Bilginin erişilebilir hale getirilmesi ve öğrencilerin bunları katı bir yapıda sunan öğretmenden ziyade nasıl bulacağını öğrenmeleri gerekmektedir. Artık öğrencilerin benzer olmadığı, aynı başlangıç noktasına sahip olmadığı, farklı odak alanlarını farklı şekilde öğrenip absorbe edebildikleri ve bir dizi önceden tanımlanmış nokta öğretmek yerine becerilerini

geliştirmeleri için yönlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Eğitim 4.0'ın Endüstri 4.0 ile paralel olması ve öğrencilerin yaşamları boyunca gerçekleşecek olan bir sonraki endüstri devrimine hazır hale getirilmesi gerekmektedir. ‘*Yaparak Öğrenme*’ sırasında öğrenciler yaşayacaklardır (Hariharasudan ve Kot, 2018: 6).

Öğrenciler organizasyonel, işbirlikçi ve zaman yönetimi becerileri hakkında eşit bilgi edinmelerine yardımcı olacak yeterli proje tabanlı öğrenim göreceklidir. Eğitim 4.0, öğrencilerin işlerini temsil eden gerçek dünya becerilerini benimsemelerini sağlar. Bu, müfredatın öğrencilerin staj yapma, projeleri izleme ve proje tabanlı faaliyetler üzerinde çalışmalarına daha fazla alan yaratacak şekilde tasarlanacağı anlamına gelir. Öğrenciler mantıklı zihniyet oluşturma fırsatı bulacaklar. İlginç olan nokta, teorik bilgilerini sayılara ve muhakemelere uygulayarak istatistiksel analiz yapacak, verileri analiz edecek ve gelecekteki eğilimleri tahmin edecek olmalarıdır. Eğitim 4.0, sınava girmenin geleneksel yollarını değiştirir. Öğrenciler ezberleme kapasiteleri açısından incelenmez. Alandaki projeler üzerinde çalışırken performanslarına göre gerçek zamanlı olarak test edilirler. Bu nedenle, bu faktörler sadece öğrencilere değil aynı zamanda Endüstri 4.0'ın gelecekteki çalışanlarına teknik yeterlilikler kazandırır (Hariharasudan ve Kot, 2018: 6).

3.2. Küresel Pandemi ve Türkiye Eğitim Sektöründeki Yansımaları

Aralık 2019'da Çin'in Hubei bölgesi başkenti Wuhan'da başlayan ve 11 Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü tarafından “*pandemi*” olarak ilan edilen Koronavirüs salgını tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’yi de çeşitli önlemler almaya itmiştir.

Virüs, tüm dünyaya bilimsel korunma önlemlerini önemsemek ve hayat tarzı haline getirmek gerektiğini de hatırlatmıştır. Bu kapsamda görüldü ki, dış ortamlardan, takıntı haline getirmeden şüphelenmek gerekmektedir. Birçok ülkeden görüntüler, hastaların tükürüklerini ortak kullanım alanlarına, gıda ambalajlarına hatta gıdalara sürdüklerini göstermektedir. Bu tüm dünyada, her dönemde yaygın bir durumdur. Hastalık durumlarında ise hastalar hastalıklarını diğer insanlara bulaştırma çabasına girmektedirler. Bütün bunlar, temkinli olmayı, sosyalleşmenin dengelenmesini, ev dışı ortamlara dayalı yemek ve zaman geçirme alışkanlıklarını gözden geçirmeyi zorunlu kılmaktadır. “*Hayat sokakta!*” mottosunun geçerliliğini yitirdiği, “*evin en güvenilir alan*” olduğunun anlaşıldığı bir dönem başlayabilmektedir. “*Her salgın eski bir şeyleri*

siler, yeni bir hayat başlatır” yaklaşımı Covid-19 için de geçerlidir. Bu salgınla birlikte görülmüştür ki hiçbir hayati parametre eskisi gibi devam etmeyecektir. Bu kapsamda, eğitim teknolojileri de güncellenecektir. Her alanda ve aşamada eğitimde dijital malzemelerin, sanal gerçeklik ve hologram tekniklerinin etkin ve sürdürülebilir şekilde kullanımına başlamak için süreç bir fırsattır (Aslan, 2020: 41).

Yaşanan bu küresel pandemi krizinde Türkiye Milli Eğitim Bakanı Ziya Selçuk, 16-30 Mart'taki 2 haftalık tatilde öğrencilerden ilk bir haftayı evlerinde istirahat ederek geçirmelerini rica etmiştir. 23 Mart 2020 Pazartesi gününden itibaren sunacakları alternatifler üzerinden, evdeki uzaktan eğitim süreçlerinin başlayacağını anımsatılmıştır. Elazığ depremi sonrasında depremzede öğrencilerimizin telafi eğitiminde büyük kolaylıklar sunan Eğitim Bilişim Ağı (EBA) tümüyle yenilenen yüzüyle bu süreçte de önemli bir rol üstlenerek ders ortamını evlere taşınarak ve bu konuda öğrencilerin eğitiminin uzaktan eğitimle sürmesini sağlamıştır. Bu kapsamda, ilk ve orta dereceli tüm okullarımızda haftalık ders programları yeniden yapılandırılarak EBA ile internet üzerinden ve TRT aracılığıyla da televizyon ekranlarından gerekli telafi eğitimi desteği sunulmuştur. Bununla ilgili olarak hangi teknolojiyle hangi içeriği hangi şekilde vereceğimize ilişkin bir altyapı hazırlanmıştır. Öğretim kademelerine göre hangi araç, internet mi, televizyon mu, diğer kanallar mı, tam gün mü, yarım gün mü, 24 saat mi, senkron mu, asenkron mu olacak bunlarla ilgili de tüm altyapı hazırlıklar tamamlanmıştır. Yüksek Öğretim Kurumları Sınavına hazırlanan öğrencilerin, EBA Akademik Destek platformu üzerinden, Liselere Geçiş Sistemi kapsamında merkezi sınava hazırlanan öğrencilerin de yine EBA üzerinden sunduğumuz ücretsiz destek aracılığıyla hazırlıklarına devam edebilmişlerdir. EBA kullanımında bütün operatörlerden ücretsiz 3 GB internet erişimi imkânı sağlanmıştır (meb.gov.tr, 2020).

İlkokul 1. sınıftan lise 12. sınıfa kadar tüm eğitim kademesindeki öğrenciler için uzaktan eğitim içeriklerimiz hazırlanmıştır. Öğrenciler normal eğitim temposunda teknik imkân ve tercihleri doğrultusunda isterlerse gerek televizyonlardan gerekse de internet bağlantılı mobil cihaz veya bilgisayarlarından derslerine devam edebilmektedirler. TRT kanallarındaki ders anlatım programlarıyla ilgili tüm detaylar "eba.gov.tr" internet adreslerinden ayrıca duyurulmuştur. İnternet ortamında ise EBA Platformundan tüm öğrencilerimiz hizmet almaya, kendi öğretmenleri ve sınıf grupları

ile iletişim kurmaya devam edebilmişlerdir. Kişiyeye özel, akıllı sistemimizle zengin ve etkileşimli dijital eğitim içeriklerimiz okullara olan ihtiyacı tatil sürecinde en aza indirecek şekilde hazırdır. Bu içeriklere erişecek herkese de ücretsiz internet sağlanmıştır. Ayrıca, tüm sınıflar düzeyinde zorunlu tatil tamamlandığında yüz yüze telafi programları da uygulanacaktır (meb.gov.tr, 2020).

Türkiye’de eğitim alanında alınan tedbirler Endüstri 4.0 kapsamında karşımıza Endüstri 4.0 bileşeni olan Nesnelerin İnterneti kavramının uygulama alanlarının ve hızının olumlu etki yarattığı açıktır. Nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin internete bağlanması, uzaktan algılayıcı verisine erişmeyi ve fiziksel dünyayı uzaktan kontrol etmeyi mümkün kılmaktadır. Yakalanan verilerin diğer kaynaklardan, örneğin Web’de bulunan verilerle birleştirilmesi, yalıtılmış bir gömülü sistem tarafından sağlanabilecek hizmetlerin ötesine geçen yeni sinerjik hizmetler ortaya çıkarmaktadır (Kopetz, 2011’den aktaran Altınpulluk, 2018: 95)

Belgrad Üniversitesi’nden bir ekiple yapılan yeni bir araştırma, Nesnelerin İnternetinin en iyi uygulamaları arasında gösterilmektedir (Horowitz, 2015). Araştırmacılar, sıcaklık, nem ve karbondioksit seviyeleri de dâhil olmak üzere sınıf ortamının farklı yönlerini ölçmek için algılayıcılar kullanmış ve bu faktörleri öğrencinin odaklanma düzeylerine bağlamaya çalışmışlardır. Bu faktörlerin öğrenme için optimal olup olmadığını belirlemek için sensörlerin kullanıldığı bu çalışma iyi bir “Sınıfta Nesnelerin İnterneti” uygulaması olarak gösterilmektedir. Nesnelerin İnterneti eğitimde kullanılmaya başlandıktan sonra:

- Öğretenlerle fiziksel katılımdan, herhangi bir yerde herhangi bir cihazla istenilen öğretmenle yüksek kalitede ders almaya
- Tek mekânda belirli zamanda öğretim sürecinden, herhangi bir zaman ve yerde ölçeklenebilir içerik ve kayıt altına alınmış öğretim sürecine
- Statik, doğrusal ve düşük kontrol düzeyli eğitimden, bireyin kendi hızıyla öğrendiği zengin ve etkileşimli içeriğe odaklanan eğitime
- "*Tek beden herkese uyar*" anlayışıyla maliyetli öğretim kaynaklarından, zengin içerikli ve özelleştirilebilir müfredat yapısına
- Geçici karar verme süreçlerinden, veri odaklı karar verme süreçlerine geçiş olacağı öngörülmektedir (Cisco, 2014).

Nesnelerin İnternetinin eğitimdeki bilinen örnekleri akıllı okullar (*smart schools*) ve akıllı sınıflar (*smart classrooms*) olarak göze çarpmaktadır. Bu teknolojilerin eğitimle bütünleştirilmesi aşağıdaki bazı yararları sunabilmektedir (e-Learning Industry, 2016):

- Öğrenciler arasındaki bağlılığı artırır.
- Mobil öğrenmenin üstünlüklerini kullanma olanağı yaratır.
- Daha kişiselleştirilmiş eğitim olanağı sağlar.
- Öğrenciler için öğrenme sürecini kolaylaştırır.
- Verimliliği artırır ve maliyetleri düşürür.
- Öğrenci başarısının ölçülmesini güvenli hale getirir.
- Öğretimde yaratıcılığa yardımcı olur.
- Daha güvenli öğrenme ortamları sağlar.
- Kontrolü ve cevap verebilirliği artırır.

Son yıllarda “Akıllı” eğitim ortamlarının oluşturulmasında Yapay Zekâ ile birlikte Nesnelerin İnterneti uygulamalarının sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Özellikle, açık ve uzaktan öğrenme gibi yeni teknolojilerden hızla etkilenen ve bütünleşen bir öğrenme sisteminin Nesnelerin İnterneti gibi yenilikçi teknolojik paradigmalardan etkilenmesi doğaldır (Altınpulluk, 2018: 103). Nesnelerin İnterneti ile oluşturulan “akıllı” ve “uzman” öğrenme sistemlerinde birbirine bağlı öğrenme bileşenleri bu belirtilenleri yapabilecek potansiyele sahiptir. Eğitimde, teknolojinin kullanımı öğrenme ortamlarında ve süreçlerinde bir paradigma değişimi oluşturmuştur. Özellikle İnternet bir kırılma noktası olarak varsayılmaktadır. Nesnelerin İnterneti gibi yenilikçi teknolojik uygulamaların bu paradigma değişimini daha da farklı yönlere çevirerek, eğitsel süreçleri baştan sona şekillendirmesi beklenmektedir (Altınpulluk, 2018: 106).

BÖLÜM 4

ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA EĞİTİM SEKTÖRÜNDEKİ DİJİTALLEŞME ÇALIŞMALARINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA

4.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

4. Endüstri Devrimi, sanayinin dijitalleşme ve bilgisayarlaşma aracılığıyla yüksek teknolojiyle donatılması anlamını taşımaktadır. Bu devrim, “*Nesnelerin İnterneti*” aracılığı ile makinelerin birbirleriyle iletişim kurabileceği yeni bir dönemin başlangıcı olarak da tanımlanmaktadır. Bu bakış açısıyla bakıldığında Endüstri 4.0’ı sadece teknolojik bir devrim olarak görmemekte fayda vardır. Bu değişim, sağlıktan eğitime, ekonomiden sanata bütün alanların dönüşümünü de zorunlu kılmaktadır. Endüstri 4.0’ın getirdiği teknolojik çıktılar diğer bütün alanların girdisi olacak ve böylelikle değişim bütün alanlarda iliklerine kadar hissedilecektir.

Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenleri teorik ve literatür araştırmaları kapsamında ele alınmış ve Endüstri 4.0’ın eğitim sektöründeki uygulama örnekleri incelenerek araştırma kapsamı belirlenmiştir.

Bu çalışmada Endüstri 4.0’ın eğitim sektöründeki yansıması olarak ‘*Dijitalleşme*’ bileşeninin öne çıktığı tespit edilerek, ülkemizin eğitim sektöründe dijitalleşme sürecinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Denizli’de faaliyette bulunan bir özel eğitim öğretim kurumunda inceleme ve araştırması yapılarak kurumun Dijital Olgunluk Seviyesi belirlenecek ve Endüstri 4.0 kapsamında değerlendirmesi yapılacaktır.

4.2. Yöntem

Araştırma Denizli ilinde bulunan bir Özel Eğitim Kurumunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Endüstri 4.0 ölçütlerini sekiz başlık altında ele alan ve aynı zamanda bu ölçütlerin alt bileşenlerini de tanımlayan bir yapı kullanılmıştır. Ölçüt bileşenlerinin kapsayacak şekilde her bir etki bileşeni için birer tane olmak üzere toplamda sekiz ana başlık belirlenmiştir.

Bu sekiz başlıkla ilgili sorular, kurumdaki ilgili kişiler ile nitel araştırma yöntemlerinden Görüşme ve Mülakat tekniği kullanılarak cevaplandırılmıştır. Nitel

araştırma yöntemlerinden açık uçlu görüşme, bir araştırmanın başkaları tarafından tekrar edilmesi olasılığını önemli ölçüde arttırmaktadır. Ayrıca çok sayıda görüşmecinin çalışması gereken geniş araştırma projelerinde bu tür görüşme yöntemi etkili bir biçimde kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2003: 83).

Etki bileşenleri ile ilgili kurumun dijitalleşme uygulaması hakkında genel bir değerlendirmeden sonra, kurumun dijital olgunluk seviyesini ölçmek için, Forrester'ın e-Ticaret ve dijital pazarlama değerlendirmelerini içeren Dijital Olgunluk Modeli 4.0 kullanılmıştır. Kullanılan modelden elde edilen skor sonuçlarına göre çalışmanın sürdürüldüğü kurumun modelde belirlenen dört olgunluk segmentinden hangi seviyede olduğu belirlenmiştir.

4.3. Endüstri 4.0 Model Ölçütleri ve Etki Bileşenleri

Endüstri 4.0'ın ihtiyacı olan teknolojiyi her alanda tasarlayacak, geliştirecek, üretecek ve üretilen teknolojiyi kullanabilecek insan gücünün eğitiminin kaçınılmaz olduğunu ortaya koymaktadır. Endüstri 4.0'ın gerçekleri üst düzey düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesinde ve kurumların organizasyonunda hayati önem taşımaktadır.

Dünya problemlerini doğru hissedecek ve tanımlayacak (*eleştirel düşünme*), çözümü için yenilikçi fikirler üretecek (*yaratıcı düşünme*), çözüm için doğru yöntem ve teknikleri kullanacak (*bilimsel ve analitik düşünme*) bireylerin her alanda yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu durum okulöncesi, ilköğretim, ortaöğretim, yükseköğretim ve yaşam boyu öğretimde olmak üzere çok geniş bir perspektifte birbirleriyle entegre ve etkileşimli olarak düşünülmesi, planlanması, tasarlanması ve uygulanması gereken bir konudur (sites.google.com, 2020).

Bu bağlamda aşağıda verilen tabloda araştırmada kullanılan etki bileşenleri ve model ölçütleri verilmiştir.

Tablo 4.1: Etki Bileşenleri ve Model Ölçütleri

| Etki Bileşenleri | Model Ölçütleri |
|-------------------------|---|
| Strateji | Dijital Eğitim uygulamaları yol haritası (Bilişim ve İletişim teknolojilerinin eğitim süreçlerine uyarlanması, mevcut teknolojilerin eğitim süreçlerine uyarlanması için gerekli Eğitim Kurumu hedeflerinin oluşturulması ve gerçekleştirilmesi). |
| Liderlik | Eğitim Kurumu Yöneticilerinin Dijital Eğitim yol haritasını uygulamadaki istekliliği, Dijital Eğitim teknolojilerini için yeterli bilgi ve donanıma sahip olmaları. |
| Öğrenciler-Veliler | Hizmet alan öğrenci ve veliler ile kurulacak iletişimin dijital altyapı imkanları. |
| Hizmetler | Kurumlarda verilen hizmetlerin dijitalleşme seviyesi |
| Eğitim Süreçler | Eğitim süreçlerinin dijitalleşmesi, gerekli durumlarda eğitim süreçlerinin arasında işbirliği yeteneği |
| Kültür | Bilgi paylaşımına açıklık, kurumun bilişim ve iletişim teknolojileri yetkinliği, dijital okuryazarlık |
| Çalışanlar | Kurum çalışanlarının bilişim ve iletişim teknolojileri konusundaki yetkinliği, çalışanların yeni teknolojileri kullanmaya açıklığı |
| Yasal Düzenlemeler | Dijital Eğitim ile ilgili iş mevzuatları, teknolojik standartların ve alt yapının uygunluğu, fikri mülkiyet haklarının korunmasına yönelik düzenlemeler |

4.4. Eğitim Kurumu Uygulama Etki Bileşenleri

Araştırmada kullanılan etki bileşenleri ve model ölçütleri ile ilgili açıklamalar bu başlık altında ele alınmıştır.

4.4.1. Strateji

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin 21. yüzyılda hızla gelişmesi ve teknoloji alanında yaşanan gelişmelerin eğitime yansımalarıyla birlikte eğitim kurumları, okullar ve yükseköğretim kurumları kendilerini dijital bir gelişim sürecinin içinde bulmuşlardır. Öğrenenlerin, geleceğe yönelik beceriler kazanmalarını ve buldukları çağın ihtiyaçları doğrultusunda yetişmelerini sağlamak ve yükseköğretim kurumlarını

geliştirmek ve değerlendirmek için kurumlarda teknoloji temelli bir dönüşüm süreci başlamıştır (Odabaşı vd., 2010: 128).

Yaşam boyu öğrenmeye talebin artması, dijital öğrenme ortamlarında yenilikçi pedagojiye ihtiyaç duyulması, öğrenme ortamlarının kişiselleşmesi, internet kullanımının artmasıyla oluşan bilgi patlaması ve yapay zekâ gibi yenilikçi teknolojiler bu sürecin başlamasını tetikleyen durumlardır (Ally, 2019: 303).

Uygulamada bulunan kurum yedi kıtada geleceğe yön veren liderlik vasfına sahip, ekip çalışması yapabilen karakterli nesiller yetiştiren, verdiği hizmetlerle kalitesini ispatlamış, başarılı ve saygın bir eğitim kurumu olmayı hedeflemiştir. Milli-manevi, kültürel değerleri benimsemiş ve gücünü bu değerlerden alan, birlik ve beraberlik içerisinde farklı milletlerle iletişim kurabilen, bütün yönleriyle gelişmiş yüksek karakterli nesiller yetiştirmeyi amaçlayan kurum günümüzün değişen şartlarına ayak uydurmak için Bilişim ve İletişim teknolojilerinin ve mevcut teknolojilerin eğitim süreçlerine uyarlanması için gerekli Eğitim Kurumu hedeflerinin oluşturulmuştur.

4.4.2. Liderlik

Dijital dönüşüm sürecinde eğitim kurumlarının yeni stratejiler geliştirmesi veya duruma yönelik farklı yaklaşımlar benimsemesi teknoloji edinim sürecinde zorluk yaşayacaklarını değiştirmemektedir (Sharma vd., 2019). Bu süreci zor kılan etkenlerden bazıları eğitsel teknolojilerin seçilmesi ve yürütülmesi, kurumun büyüklüğü, istenen öğrenme çıktıları ile eğitsel teknoloji entegrasyonunun birbirini desteklemesi ve öğretim elemanlarının sürece dâhil edilme stratejilerinin planlanması şeklinde sıralanabilir.

Çalışmanın yapıldığı kurum liderleri dijital eğitim süreçlerini uygulamada istekli olsalar da idari yönetim sermaye yetersizliği sebebi ile gelişme kaydedememektedir.

4.4.3. Öğrenciler -Veliler

21. Yüzyıl becerileri kapsamında düşünüldüğünde dijital dönüşüm ve teknoloji entegrasyonu kurumsal açıdan yenilikleri takip etmek ve çağın ihtiyaçlarına cevap verebilmek için ne kadar gerekliyse öğretmenler için de dijital beceriler kazanmak öğrenenlerin öğrenme ihtiyaçlarını sağlamak ve öğrenme ortamlarının güncelliğini korumak adına oldukça önemlidir. Bu bağlamda 21. Yüzyıl becerileri ve dijital okuryazarlık yeterlilikleri gelişen bilgi teknolojileriyle birlikte eğitim kurumlarında

kurumsal değişimin merkezinde yer alırken öğretenler olarak öğretim elemanlarına yeni sorumluluk alanları doğmuştur. Bu alanların içinde ilk sıralarda yer alan hususlar; teknolojiyi öğretim süreçlerine daha fazla dahil etmek, öğrenmeyi değerlendirme aşamalarında farklı stratejiler geliştirmek ve giderek daha çok teknolojik bir kurum haline gelen yüksek öğretim kurumlarına ayak uydurmak şeklinde sıralanabilir (Diaz vd., 2009: 1).

Bu kapsamda eğitimin daha teknolojik hale getirilmesi amaçlanırken eğitim alacak öğrenci ve veliler ile iletişimde teknolojik imkânlarla geliştirilmelidir. Araştırmaya konu olan kurumda öncelikle veliler ile olan iletişim AKBİM yazılım bünyesinde Velibis (*Veli Bilgilendirme Sistemi*) kullanılmaktadır. Bu mobil uygulama dâhilinde veliler çocukları ile ilgili tüm eğitim süreçlerine ait öğrenci kayıt bilgileri, deneme sonuçları, ödevler vb. gibi bilgilere ulaşabilmekte ve öğretmenler ile ilgili yorumlarını belirtebilmektedirler.

4.4.4. Eğitim Süreçleri

Eğitimde dijitalleşme, hem öğretmen hem de öğrenci ve veliler için birçok kolaylığı, etkinliği, verimliliği ve sonuç alıcı yöntemleri de beraberinde getirmektedir. Dijital bilgi teknolojileri, bilgisayarlar, akıllı telefonlar, tabletler, akıllı tahta, dijital eğitim araçları ve diğer benzer nesnelerin etkin kullanımı hayatın her alanında yükselen bir eğilime sahiptir, eğitim sektörü de bunların başında gelmektedir (Çakmakkaya, 2017: 106).

Teknolojinin eğitim ortamlarına girmesi ile birlikte sınıf ortamlarında yürütölen öğretim süreçleri teknoloji destekli yürütölmeye başlanmıştır. Teknoloji destekli eğitim ortamları, farklı öğrenen özelliklerine uygun öğretim materyallerinin tasarlanmasını hedeflemektedir. Bunun yanı sıra kullanılan yöntem ve tekniklerin uyarlanmasını sağlayarak öğretim ortamlarını zenginleştirmekte ve böylece öğretim ortamlarını kolay erişilebilir, etkili ve verimli öğrenme ortamlarının oluşmasına hizmet etmektedir. Teknoloji destekli öğrenme ortamları ile öğretim sürecinin planlanmasında yardımcı teknolojiler işe koşularak öğrenenin motivasyon ve başarısı da artmaktadır. Yardımcı teknolojiler; özel gereksinimi olan bireylerin öğretimini bireyselleştirmek, bağımsızlıklarını artırmak ve yaşam kalitelerini yükseltmek amacıyla kullanılan özel araç, hizmet ve yöntemlerdir (Reed ve Bowser, 2005'ten aktaran Bozkurt, 2017).

Araştırmanın sürdürüldüğü kurum bünyesinde eğitim materyalleri olarak akıllı tahta ve tablet bilgisayarlar kullanımı mevcuttur. Fakat akıllı tahtalar 2010-2012 sürümlerinde kullanılmakta olup güncel sürümlerine yükseltilmesi gerekmektedir. Bunların yanı sıra Z-Kitap'ları e-kitap olarak tanımlanan elektronik kitaplardan ayıran özellik bünyesinde çoklu ortam unsurları ile (*ses, animasyon, video, resim, fotoğraf, harita, grafik, tablo, simülasyon vb.*) etkileşimli materyaller ile geliştirilmiş olan kitaplar kullanılmaktadır.

Kurum bünyesinde eğitim alan öğrencilere sadece ders süresince değil başka zaman dilimlerinde ulaşım izleyebilecekleri, kaçırdıkları konuları tekrar yapabilecekleri bir Youtube kanalı bulunmaktadır. Eğitimciler bu kanala ders tekrarları, soru çözümleri gibi video içerikleri yükleyerek öğrencilerini eğitim vermektedir.

4.4.5. Hizmetler

Ulusal ve uluslararası boyutta artan rekabet koşulları ve artan tüketici beklentileri, işletmeleri kaliteli ürün ve hizmetler sunmaya zorlamaktadır. Bu anlamda ortaya çıkan "*hizmet kalitesi*" kavramı, işletmelerin üzerinde önemle durması gereken bir konudur. Gelişen kaliteli hizmet anlayışı ve hizmetin ölçülebilmesi, hizmet sektöründeki tüm işletmeleri etkilediği gibi özel eğitim kurumlarını da etkilemiştir (Ene ve Tatar, 2010: 99).

Bir bütün olarak eğitim kurumlarında eğitim süreçleri dışındaki her türlü hizmetin verilmesinde; insan kaynakları yönetimi, öğrenci bilgi sistemleri, muhasebe, ulaşım, yemek, güvenlik, temizlik, kırtasiye, depo yönetimi gibi alanlarda kullanılan güncel bilişim ve iletişim teknolojileri kurumun hizmet kalitesini etkilemektedir.

Araştırma konusu olan kurumda yapılan araştırmalara göre; kurum içerisinde temizlik ihtiyaçları oluştuğunda görevli ile Whatsapp üzerinden iletişime geçilmekte ve ihtiyaç karşılanmaktadır. Yemekhane bünyesinde gerekli envanter takibi ihtiyaç doğrultusunda direk tedarikçi ile iletişime geçilerek veya mail yolu ile iletişim kurularak yapılmaktadır. Herhangi bir envanter yönetim sistemi kullanılmamaktadır. Bunun yanı sıra öğrenci ve veliler kurumun internet sitesinde bulunan '*Menüde Ne Var?*' butonunu tıklayarak gün içerisinde ne yemek çıkacağını görebilmektedirler.

Kurum öğrencilerin ulaşımı konusunda gerekli dijital çözümleri geliştirmiş olup, bu hizmeti Serviscell adı verilen bir mobil uygulama ile sunmaktadır. Serviscell, velilerin okula servisle giden çocukları için yaşadıkları tüm endişe ve sorunları ortadan kaldıran çağrı ve akıllı bilgilendirme sistemidir. Eş zamanlı olarak okul yönetimi, servis firması ve şoförün de güvenilir ve kaliteli bir servis hizmeti vermesini sağlar. Serviscell uygulaması veliler, okul yönetimi, servis firmaları ve servis şoförleri içinde birçok fayda sağlamaktadır. Veliler için sabah ve akşam servis aracının öğrenciyi aldığı noktaya ne zaman geleceğini, öğrencilerinin sabah gidiş ve akşam dönüşlerde servis aracına binip binmediğini, servis aracının okula saat kaçta giriş çıkış yaptığını Serviscell sayesinde anlık öğrenirler, böylece velilerin yaşamış olduğu endişe ve sorunlar ortadan kalkar. Okul yönetimi için Serviscell ile servis hizmetlerinde yaşanan sorun ve aksamaların neredeyse tamamının çözülmesi ile velilerin / öğrencilerin memnuniyeti sağlar. Bu sayede okul yönetimlerinin servis sorunlarından kaynaklı yaşadığı maddi ve manevi zararlar da ortadan kalkar. Servis firmaları için Serviscell yönetim sistemi sayesinde başarılı ve sorunsuz bir hizmet vererek; veli, öğrenci ve okul yönetiminin memnuniyetlerini en yüksek düzeye çıkarır. Servis firması, hizmetlerini anlık ve geçmişe yönelik takip, kontrol ederek profesyonel ve başarılı bir yapıya sahip olur. Servis şoförü için kolay kullanımı ile tam bir sürücü dostu olan Serviscell Sürücü Ekranı sayesinde, servis şoförünün başta bekleme ve bekletme kaynaklı olmak üzere yaşanan tüm sorunları çözülür.

4.4.6. Kültür

Örgüt kültürü, örgütte geçerli olduğu kabul edilen varsayımların, değerlerin, normların, sembollerin, uygulamaların tümünü kapsar ve örgütün genel kültürünü temsil eder. Örgütte yer alan alt kültür gruplarının etkisi, gücü ve algılamalarındaki farklılıklar sosyolojik bir olgudur ve kültürün doğasına uygundur. Güçlü bir örgüt kültüründen beklenen, alt kültür grupları arasında sinerji yaratması ve örgütün uzun dönemli performansının alt yapısını oluşturmasıdır. Eğitim örgütlerinde, özellikle de üniversitelerde güçlü bir kültürden beklenen, araştırma ve eğitim süreçlerinin etkililiğini sağlamasıdır. Bu bağlamda, farklılıklara toleransı içeren ve eğitim süreçlerinin geliştirilmesini destekleyen işbirliği kültürü bir model olarak benimsenebilir. Özellikle eğitimin işlevlerine ve yöntemlerine yönelik yeni ve zaman zaman da radikal değişiklikleri içeren anlayışların tartışıldığı günümüzde, en fazla üzerinde durulan

konulardan biri, öğrenci yetiştirme süreçlerinin gözden geçirilmesidir. Bu anlamda öğrenci için sadece disiplin temelli profesyonel bir gelişme değil, aynı zamanda beşerî ve entelektüel değerlere dayalı kişisel gelişme de hedeflenmektedir (Erdem ve İşbaşı, 2001: 35).

Uygulama yapılan kurumda benimsenen kültür dahilinde bilgi paylaşımına ve yeniliklere açıklık göz ardı edilmeyecek kadar yüksektir. Tüm bu inovasyon tabanlı kültür bünyesinde kurumun ilerlemesine engel tek sorun maddi yetersizliklerdir. Kurum liderleri ve eğitimcileri her ne kadar dijital teknolojiye ayak uydurmaya çalışsalar da maddi yetersizlikler sebebi ile istek ve önerileri şekillenememektedir.

Uygulanması beklenen dijital teknolojiler sadece olumlu değil bazı durumlarda olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu olumsuz sonuçlara karşı öğrenci ve çalışanları korumak amacıyla kurum bünyesinde kullanılan internet ağında filtreleme sistemi ve Flash Anahtar uygulaması kullanılmaktadır.

4.4.7. Çalışanlar

Eğitim kurumlarında veli ve öğrencilere hizmet sunan çalışanlar öğretmenlerdir. Bu kapsamda öğretmenlerden dijital dönüşüm ve teknoloji entegrasyonu sürecinde kendilerinden teknolojiyi etkin şekilde kullanabilmeleri ve derslerin verimliliğini ve öğrenmeyi desteklemek için derslerde yeni uygulamalara yer vermeleri beklenmektedir. Bununla birlikte öğretim elemanlarının değişen ve gelişen rolleri doğrultusunda teknoloji ile zenginleştirilmiş bu öğrenme ortamlarının tasarlanması, geliştirilmesinde ve ders sürecinde etkili olarak kullanılmasında öğretim elemanları yeni roller üstlendikleri görülmektedir (Elçi ve Vural, 2017: 497).

Araştırmanın yapıldığı kurumda çalışanların Bilgi ve İletişim teknolojileri konusunda yetkinliğinin zayıf olduğu saptanmıştır. Eğitim veren öğretmenlerden bir kaçının henüz teknolojik bir yetenek kazanma konusunda açık görüşlü olmak yerine daha gelenekçi eğitim anlayışı sürdürdüğü tespit edilmiştir. Bu olumsuz sonuçların yanı sıra belirli branşlarda eğitim veren öğretmenler bireysel dijital eğitim modelini benimsemişlerdir. Örneğin Fen ve Teknoloji alanında eğitim veren öğretmen kendi maddi ve manevi imkânları dâhilinde son teknolojiye uygun eğitim araçları kullanıp, uzaktan eğitim süresinde kendi evinde dijital imkânlar ile deney düzenekleri kurup

eğitime devam etmektedir. Kurumda alışanlara pedogojiden uzaklaşmadan dijital teknolojiye geçiş ile ilgili eğitimler verilmemektedir. Fakat dijital eğitime geçiş ile ilgili seminerler verilmektedir.

4.4.8. Yasal Düzenlemeler

Dijital eğitim ile ilgili iş mevzuatları, teknolojik standartların ve alt yapının uygunluğu, fikri mülkiyet haklarının korunmasına yönelik düzenlemeler kurumda mevcut değildir.

Çalışmanın yapıldığı kurumla ilgili genel değerlendirmelerin işığında kurumun Dijital Olgunluk Seviyesini ölçmek için aşağıdaki bölümde Dijital Olgunluk Modeli 4.0 uygulaması açıklanmış ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir.

4.5. Dijital Olgunluk Modeli 4.0

Son sekiz yıldır iş liderleri, şirketlerini mükemmelliğe doğru olgunlaştırmak için Forrester'ın e-Ticaret ve dijital pazarlama değerlendirmelerini kullandı. 2013 yılında, etkileşimli pazarlama ve e-İş olgunluk modellerini birleştiren kapsamlı bir dijital olgunluk modelini kullanıma sundu. Modeli müşterilerle iki yıl boyunca uygulamak, onu daha da geliştirmeye ve odaklanmaya yardımcı oldu.2014 Dijital Olgunluk Modeli, günümüzün işlevler arası dijital liderlerinin rekabetçi stratejiyi sürdürmek, üstün müşteri deneyimleri sağlamak ve operasyonel çeviklik yaratmak için dijitali ne kadar iyi kullandıklarını karşılaştırmak için kullanabilecekleri tek bir puanlama kriterleri kümesine dönüştürüyor (Gill ve VanBoskirk, 2016: 2).

Bu dijital olgunluk modeli, şirketlerin genel dijital hazırlık durumlarını değerlendirmelerine yardımcı olmak için oluşturmuştur. Ancak bazı kuruluşların kendi özel dijital pazarlama veya e-Ticaret işlevlerinin ilerlemelerini de veya bunun yerine ölçmek isteyebileceğini bilinmektedir. Değerlendirmedeki sorular, ekibinizin özelliğine bakılmaksızın olgun bir dijital operasyonu tanımlayan temel yetenekleri, tutumları ve yetkinlikleri değerlendirir. Model üç senaryoyu barındırmaktadır (Gill ve VanBoskirk, 2016: 2):

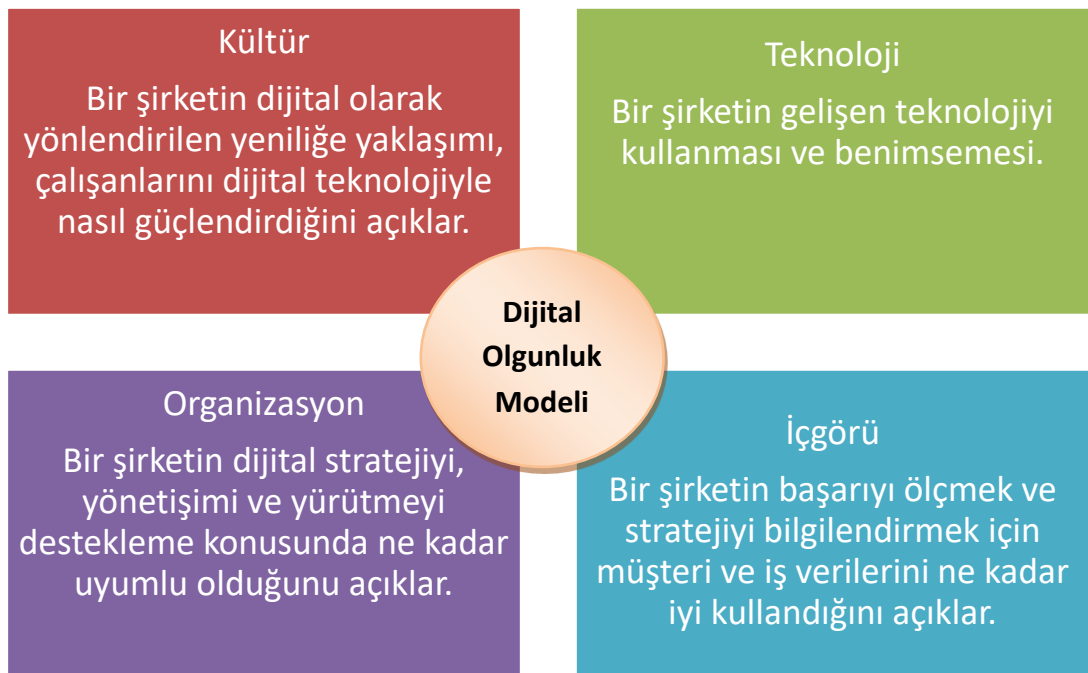
- **Genel Dijital Dönüşüm:** Model, dijital strateji için yönetici desteği, dijital personel kaynakları, başarının nasıl ölçüldüğü ve iş fonksiyonları / iş

ilişkilerinin etkinliği gibi bir şirketin genel dijital dönüşümü için önemli olan temel unsurları değerlendirir.

- **Dijital Pazarlama Odaklı:** Model ayrıca, dijitalin marka stratejisini ne kadar iyi desteklediği gibi, bir firmanın dijital pazarlama işlevine özgü yetenekleri de inceler.
- **Dijital İş Odaklı:** Model ayrıca, temas noktası entegrasyonu ve teknoloji gelişmişliği dâhil olmak üzere dijitalin satış ve hizmet etkileşimlerini nasıl desteklediğini değerlendiriyor.

4.5.1. Dijital Olgunluğu Belirleyen Dört Boyut

Dijital Olgunluk Modeli 4.0, dijital gelişmişliği dört boyutta değerlendirir (Şekil 4.1) (Gill ve VanBoskirk, 2016: 3):



Şekil 4.1: Dijital Olgunluğu Belirleyen Dört Boyut

Dijital Olgunluk Modeli 4.0'i oluşturmak için aşağıda belirtilen aşamalar kullanılmıştır (Gill ve VanBoskirk, 2016: 2):

- **Kapsamlı bir değerlendirme kriterleri listesi belirlenir:** Süreç, gelişmiş bir dijital işletmenin özelliklerini belirlemek için "*tedarikçi ortaklarımız dijital yetkinliklerimizi geliştiren değer sunar*" gibi yeni

gereksinimlerin yanı sıra, geçmiş dijital pazarlama ve e-Ticaret değerlendirmelerinden "*İnovasyonu sağlamak için ölçülü riskler alıyoruz*" gibi kriterleri dikkate almayı içerir.

- **Talepler tanıtılır:** Bu revizyonun kurumların sadece sonuçları ölçebilmelerine değil, stratejilerini yönlendirmek için müşteri verilerini ne kadar iyi kullandığına değinir.
- **Olgunluk seviyeleri segmentler halinde yeniden çerçevelendirilir:** Bu model için, bu seviyeleri dijital yetkinliğin her seviyesindeki gerçek şirketlerin davranışları ve demografik özellikleriyle karakterize edilen segmentler olarak yeniden düzenlemek için Forrester'ın Küresel İş Teknolojileri Pazarlama Anketi, 2015'ten elde edilen bilgileri kullanıldı.
- **Kendi işinize uygulayabileceğiniz bir öz değerlendirme aracı oluşturdu:** İncelemeyi tamamlamak için, dörtlü bir ölçek kullanarak her bir ifadeye ne kadar katıldığımızı puanlanır. Daha sonra, firmanızı örneklemimizle karşılaştırmak için genel puanlarımızı kullanılır.

Uygulamanın ilk aşamasında belirlenip mülakat tekniği ile cevaplandırılan sekiz etki bileşeni Dijital Olgunluk Modeli 4.0 kapsamında dört ana boyuta indirgenmiş ve uygulamanın yapıldığı kurumdan elde edilen bilgiler ışığında 1'den 5'e kadar puanlandırılmıştır. Bu dört Dijital Olgunluk Modeli 4.0'ın alt boyutlarına verilen puanların toplamı kurumun dijital olgunluk seviyesinde hangi aşamada olduğunu bulma yolunda bilgi sağlayacaktır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Dijital Olgunluk Değerlendirme Sonuçları

Kültür

| | |
|---|--|
| 2 | Rekabet stratejimizin dijitalle bağlı olduğuna inanıyoruz. |
| 2 | Yönetim kurulumuz ve yöneticilerimiz dijital stratejimizi destekliyor. |
| 2 | Dijital stratejimizi her gün uygulayacak doğru liderlere sahibiz. |
| 2 | Kurumumuzun her seviyesinde dijital eğitim ve öğretime yatırım yapıyoruz. |
| 1 | Dijital vizyonumuzu hem kurum içerisinde hem kurum dışarısında net bir şekilde iletiyoruz. |
| 2 | İnovasyonu mümkün kılmak için belli ölçüde riskler alıyoruz. |

| | |
|---|---|
| 3 | Genel öğrenci ve veli deneyimini herhangi bir eğitim ve öğretim branşın da gösterilen performansına göre önceliklendiririz. |
|---|---|

Organizasyon

| | |
|---|--|
| 3 | Organizasyon yapımız, öğrenci ve veli taleplerini alanlarına göre önceliklendiriyoruz. |
| 2 | Dijital strateji, yönetim ve yürütme için en uygun kaynakları ayırıyoruz. |
| 1 | Kritik dijital işlevlerimizi destekleyen personel alanının en iyisidir. |
| 2 | Organizasyonumuz genelinde yerleşik dijital becerilere sahibiz. |
| 2 | Organizasyon modelimiz, görevler arası iş birliğini teşvik eder. |
| 1 | Dijital programları yönetmek için tekrarlanabilir süreçleri tanımladık ve oluşturduk. |
| 2 | Yönetim kurulu ve yöneticilerimiz, dijital yetkinliklerimizi geliştiren değer sunar. |

Teknoloji

| | |
|---|---|
| 1 | Teknoloji bütçemiz, önceliklerin değişmesine izin verecek kadar akışkandır. |
| 2 | Pazarlama ve teknoloji kaynaklarımız, dijital teknoloji yol haritamızı birlikte oluşturmak için birlikte çalışır. |
| 1 | Teknoloji geliştirmeye yönelik esnek, yinelemeli ve iş birliğine dayalı bir yaklaşımımız var. |
| 2 | Hız ve esnekliği artırmak için modern mimarilerden (API'ler, bulut vb.) yararlanıyoruz. |
| 1 | Teknoloji ekiplerimizi yalnızca sistem çalışma zamanına göre değil eğitim ve öğretim sonuçlarına göre de ölçüyoruz. |
| 2 | Teknoloji tasarımıımızı yönlendirmek için öğrenci ve veli istek ve önerilerini kullanıyoruz. |
| 1 | Çalışan yeniliğini, iş birliğini ve hareketliliğini teşvik etmek için dijital araçlar kullanıyoruz. |


Talep

| | |
|---|---|
| 1 | Dijital stratejimizin başarısını ölçmek için açık ve ölçülebilir hedeflerimiz var. |
| 1 | Her çalışan, performanslarının kurumsal dijital hedeflerle nasıl bağlantılı olduğunu anlar. |

| | |
|---|---|
| 0 | Başarıyı ölçmek için Net PromoterScore veya yaşam boyu değer gibi öğrenci ve veli odaklı ölçümler kullanıyoruz. |
| 0 | İstenilen bir sonucu elde etmek için kanalların birlikte nasıl çalıştığını ölçüyoruz. |
| 2 | Öğrenci ve velilerin talepleri, dijital stratejimize aktif olarak yön veriyor. |
| 3 | Öğrenci ve veli talepleri, dijital tasarım ve geliştirme konusunda fikir veriyor. |
| 1 | Dijital programlardan öğrendiğimiz dersleri stratejimize geri besliyoruz. |

4.5.2. Dijital Olgunluk Modeli Seviyeleri

Şüpheli, benimseyen, iş birliği yapan veya farklılaştıran biri olup olmadığınızı belirlemek, dijital stratejiniz için bir başlangıç noktası belirlemenize yardımcı olur ve daha olgun şirketlerde ortak olan özellikleri taklit etmek, devam eden planınız için bir temel sağlar (Şekil 4.2).

| | Olgunluk Bölümü | Karakteristik davranış | Strateji | Puan Aralığı |
|---|---------------------------|---|---|--------------|
|  | Farklılaştırıcılar | Öğrenci ve veli endişesini yönlendirmek için verilerden yararlanma. | Dijital ve fiziksel dünyaları uyumlu olacak şekilde harmanlayın. | 72-84 |
| | İş Birlikçiler | Geleneksel depolamaları yıkmak. | Rekabet avantajı yaratmak için dijitali kullanın. | 53-71 |
| | Benimseyenler | Becerilere ve altyapıya yatırım yapmak. | Öğrenci ve veli ilişkilerini eğitim ve öğretime göre önceliklendirin. | 34-52 |
| | Şüpheliler | Dijital yolculuğa yeni başlamak. | İstekli bir tavır takının. | 0-33 |

Şekil 4.2: Dijital Olgunluk Model Seviyeleri

En düşükten en yüksek Dijital olgunluk seviyesini tanımlamak ve her seviyenin getirdiği gereklilikleri yerine getirmek için yapılması gerekenler aşağıdaki bölümde belirtilmiştir.

4.5.2.1. Birinci Seviye: Şüpheciler

Şüpheciler, stratejik planlamada yenilik yapma veya dışarıdan bir yaklaşım uygulama konusunda sınırlı deneyime sahip, son derece büyük finansal hizmetlere, telekomünikasyon ve kamu sektörü firmalarına çarpık olan, teknoloji alanında tembel olan firmalardır. Şüpheciler, çevrimiçi satış kanalları için sınırlı kullanıma sahiptir ve birkaç dijital pazarlama programı yürütmektedir. Firmalarının daha istekli bir tutum benimsemesine yardımcı olmak ve aynı zamanda dijital bozulma ile ilişkili riskleri kabul etmek için, Skeptic firmalarındaki değişimler aşağıdaki maddeleri ile uygulanmalıdır (Gill ve VanBoskirk, 2016: 7):

- **Yöneticileri potansiyeline yakınlaştırmak için birkaç yeni proje başlatın:** Şüpheciler günümüzde dijitale öncelik vermiyorlar, bu nedenle pazarlama teknolojisi, sosyal medya, müşteri deneyimi yönetimi ve dijital eğitim gibi güçlendirilmiş müşterileri tatmin etmek için gereken temel ilkelere sahip değillerdir. Dijitale ılımlı bir şirket için tüm bu eksiklikleri toplu olarak elden geçirmek gerçekçi değildir. Ancak her seferinde küçük bir adımın değerini denemek ve kanıtlamak, firmaları ve yöneticileri yeni alışkanlıklara doğru yavaş yavaş dürtebilir. Örneğin, Audi'nin Londra'daki "Audi City" dijital showroom'uyla yaptığı ilk deney, daha geniş dijital dönüşüme daha fazla yatırım yapılmasının yolunu açmıştır.
- **Dijital kaynakları merkezileştirin:** Şüphecilerin % 43'ünün belirsiz bir stratejiye sahip olmanın kilit bir zorluk olduğunu söylemesinin bir nedeni, merkezi olmayan bir organizasyon yapısına sahip olmaya doğru eğilmeleridir. Diğer bir deyişle, strateji kararlarının birbirinden bağımsız olan çalışanlar tarafından alınmasıdır. Dijital ortamı merkezi bir ekiple desteklemek, dijital olgunluğu garanti etmez. Ancak Şüpheci düzeydeki firmalar için, fazlalığı sınırlandırır, organizasyonun dört bir yanından dijital olarak yöneticileri birleştirir ve dijital olarak, bireysel çabaların kendi başlarına elde edebileceğinden daha fazla kurumsal görünürlük sağlamaktadır.
- **Dijital yetenekleri işe almak için endüstri deneyiminin üzerindeki vurguyu azaltın:** Araştırmadaki genel örneklemin % 66'sı ve en olgun şirketlerin % 100'ü ile karşılaştırıldığında, Şüphecilerin yalnızca % 26'sında

"*güçlü*" dijital pazarlama becerilerine sahip çalışanlar vardır. Bunun nedeni ölçek değil, hatta genel personel bütçesi sınırlamalarıdır. Şüpheciler, yanlış yetenekleri işe alarak para harcadıkları ihtimali göz önüne alınmalıdır: pazar bilgisine sahip olanlardan ziyade medya, içerik, müşteri talepleri veya teknoloji deneyimi gibi dijital olgunluk için kritik olan uzman insanlar tercih edilmelidir.

4.5.2.2. İkinci Seviye: Benimseyenler

Benimseyenler, Şüphecilerden daha fazla dijital uygulamaya sahiptir. Dijital pazarlama ve satış kanallarından gelen ilk geri dönüş yanıt olarak, bir CRM sistemi veya e-ticaret platformu gibi dijital hedeflerini ölçeklendirmek için ihtiyaç duydukları temel mimariye yatırım yapmaya hazırlardır. Yine de, benimseyenlerin çoğu, üretimi müşteri ilişkilerine göre önceliklendiren üreticiler, kamu hizmetleri veya sağlık hizmetleri şirketleridir. Benimseyenlerin, İş Birlikçilere yükselmeleri için şunları yapmaları gerekir (Gill ve VanBoskirk, 2016: 8):

- **Pazarlamayı yürütmenin ötesinde teşvik edin:** Benimseyenler, Şüphecilerden daha güçlü pazarlama teknolojisi becerilerine sahiptir. Ancak araştırmada hala en küçük ikinci pazarlama ekiplerine ve ikinci en küçük pazarlama teknolojisi ve yazılım bütçelerine sahiplerdir. Bu, pazarlamayı Müşteri yaratmak için strateji geliştirmek yerine programlar yürütmek amacıyla kullandıkları anlamına gelir.
- **Dijital ile daha iç içe olun:** Belki de sınırlı dâhili kaynakları nedeniyle, dijital pazarlamayı diğer herhangi bir olgunluk segmentindeki işletmelerden daha fazla benimseyenler dış kaynak kullanıyor. Birleşik Krallık'taki Argos ve Capital One, tasarımcıları, dijital pazarlamacıları ve geliştiricileri dâhili bir dijital mükemmellik merkezine almanın dijital yeteneklerinin olgunluğunu artırdığını ve markalarını dijital yetenekler için arzu edilen işverenler olarak sergilediğini keşfetti.
- **Veri İşlemlerini Tamamlayın:** Daha iyi veri yönetimi, yasal riskleri azaltmanın yanı sıra, sonuçları ölçmek için müşteri taleplerini kullanmayı kolaylaştırır, bu da çok az benimseyenlerin uyguladığı başka bir çabadır.

Örneğin Dell, hukuk, pazarlama ve kapsamlı veri ilkesi ve süreci belirleyen ekipler arası bir gizlilik komitesine sahiptir.

4.5.2.3. Üçüncü Seviye: İş Birlikçiler

İşbirlikçilerinin en büyük tanımlayıcısı endüstri veya şirket büyüklüğü değil, daha ziyade bu segmentteki firmaların, dijital ortamda uygulama ve yeniliği mümkün kılmak için dâhili ve harici olarak iş birliği yapmaya önemli ölçüde daha yatkın olmasıdır. Diğer herhangi bir segmentten daha fazla iş birliği yapan, pazarlama ile bilgi teknolojileri arasında güçlü koordinasyon ve sürekli iletişim olduğunu bildirilmiştir. Ve karşılaştırmalı olarak, en az İşbirlikçi BT ekiplerinin pazarlama projelerini işlemsel, tek seferlik istekler olarak yönettiğini bildirmektedir. Rekabetçi bir farklılaştırıcı olarak dijitali oluşturmak için İş Birlikçiler şunları yapmalıdır (Gill ve VanBoskirk, 2016: 9):

- **Sol beyin ve sağ beyin yetkinliğini harmanlayın:** İşbirliği yapanlar, veri kalitesi ve işlemlerinde yaratıcılık, marka bilinirliği oluşturma ve analitik uygulamada olduklarından daha iyidir. Bununla birlikte, farklılaştırıcılar, yaratıcı strateji ve analitiğin yetkinliğini ve entegrasyonunu vurgulamaktadır. Hollandalı çevrimiçi perakendeci Wehkamp.nl, bunu yapmanın değerini gösteriyor. Müşteri deneyimini ve ürün satışı yönetimi gibi operasyonel süreçleri bilgilendirmek için tahmine dayalı analitiği kullanması, gönderilen e-posta başına satışlarda neredeyse% 300 artış yarattı.
- **Beceri ve teknolojiyi müşteri deneyimi ile aynı hizaya getirin:** En olgun dijital işletmeler, pazarlama, içerik ve işlem temas noktalarını uyumlu dijital deneyimlerle harmanlamak için teknolojiyi kullanmaktadır. İş birliği yapanlar, teknoloji ve yaratıcılığın kusursuz entegrasyonu yoluyla dijital deneyimlerinin meslektaşlarına öncülük etmesini sağlamaktadır. Örneğin, Burberry pazarlamaya ve bunun dâhili ve harici odaklı çözümleri birlikte oluşturmaya güveniyor. Spesifik olarak, mağazalar veya tedarik zincirleri gibi Burberry'nin işlevsel alanlarının her birini yönetmek için bir çift olarak çalışacak bir iş ve bir teknoloji lideri atamaktadır.
- **Satışları artırmak için dijital etkiye ustalaşın:** İşbirlikçi gelirinin daha az olgun firmalara göre daha yüksek bir kısmı dijital temas noktalarından

gelmektedir. İşbirliği Yapanlar, müşterilerinin daha az olgun rakiplere göre üç kat daha fazla içerik (*derecelendirme ve inceleme gibi*) ürettiğini bildirmektedir. Bu firmalar için bir sonraki itici güç, satın almayı tetikleyen duygusal ipuçlarına ilişkin içgörüler için kullanıcı içeriğini araştırmaktır.

4.5.2.4. Dördüncü Seviye: Farklılaştırıcılar

Farklılaşanlar, güçlü bir gelir artışı olduğunu bildiriyor ve proje yönetimi, müşteri talepleri ve doğrudan pazarlama dâhil olmak üzere bu çalışmada ele aldığımız tüm pazarlama ve e-Ticaret işlevlerinde sürekli olarak ortalamadan daha yetenekli olan salt oyun veya yoğun şekilde çevrimiçi odaklı perakendecilere yönelme eğilimindedirler. Bu dijital uzmanlar için bir sonraki büyüme fırsatı, dijital ve fiziksel dünyalar arasındaki ayrımı aşağıdakileri yaparak mükemmel bir şekilde ortadan kaldırmaktır (Gill ve VanBoskirk, 2016: 9):

- **Fiziksel dünyaya gerçek zamanlı içgörüler getirilir:** Önümüzdeki 12 ay içinde farklılaştırıcıların en önemli pazarlama önceliği, müşteri talepleri için gerçek zamanlı veri işleme ve analitiği artırmaktır. Bu, güçlendirilmiş tüketicilerin giderek daha fazla talep edeceği kişiselleştirilmiş deneyimleri çevrimiçi ve çevrimdışı sunmak için temel bir gerekliliktir. Neiman Marcus, işte gerçek zamanlı taleplerin değerinin erken bir örneğini göstermektedir. Neiman Marcus işletmesinin uygulaması, tercih edilen bir müşteri mağazaya girdiğinde ortakları bilgilendirmek için işaretleme teknolojisini kullanmaktadır. Uygulama aracılığıyla çalışanlar, onlara uygun şekilde hizmet verebilmek için müşterinin geçmişte satın aldıkları ve en sevdiği ürünleri görüntüleyebilmektedir.
- **Dijital pazarlama ve e-ticaret dışında genişletmek:** Farklılaştırıcılar, dijital pazarlama ve e-ticaret becerilerini, işbirliğini, yeniliği ve müşteri deneyimini iyileştirmek için dâhili veya harici olarak karşılaştıran diğer işlevlere uygulamalıdır. Örneğin Tui Travel, turistlerle daha derin ilişkiler kurmak için mobil uygulamaları ve sosyal medyayı kullanan tatil köyü temsilcileri gibi, çalışan tabanında dâhili dijital eğitimi tanımlamaya ve yönetmeye yardımcı olmak için tasarım ajansı Brilliant Noise ile birlikte çalışmaktadır.

- **İş ve teknoloji enerjisini aynı yere yönlendirmek:** Farklılaştırıcılar, stratejiyi ve taktikleri birlikte oluşturan ortak hedeflerle işi tek takımlar halinde birleştirmektedir. Örneğin Daily Beast, tek bir dijital ekipte dijital pazarlama, içerik oluşturma, müşteri deneyimi ve dijital teknolojiyi yürütmektedir. Hem tasarım lideri hem de baş teknoloji sorumlusu, baş dijital sorumluya rapor veren yönetici pozisyonlarıdır.

5. Değerlendirme

Bu çalışmada Endüstri 4.0 kavramı eğitim kurumları boyutunda ele alınarak, kurumların edinebileceği kolaylıklar, öğrenci veli iletişim ağlarındaki yenilikler, Endüstri 4.0 hizmet modellerinin eğitim süreçlerinde neden olduğu dönüşümler, eğitim süreçlerinde yaşanabilecek belirsizlikler ve buna paralel olarak Endüstri 4.0 değişimi ile baş etme mekanizmalarında yaşanabilecek sorunlara ilişkin alt boyutlara yönelik bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Dunwill (2016), teknolojilerin ilerlemesinin öğretim yöntemini ve öğrenme sürecinin düzenini değiştirmeye ve dönüştürmeye devam ettiğini söylüyor. Aslında gelecekte daha fazla değişiklik olacak. Kurumlar tarafından benimsenen yaygın değişikliklerden bazıları, öğretim görevlilerinin öğrencilerin notlarını ve ödevlerini çevrimiçi olarak göndermesini, öğrencilerin grup görevlerini tamamlamak için ortak yazılım / uygulama kullanmasını, öğrencilerin ödevlerini çevrimiçi olarak tamamlamalarını ve çevrimiçi bir sınıf portalına veya kurum öğrenimine yüklemelerini içerir. Yönetim sistemi, öğrencilerin çalışmalarını depolamak için bulut depolamaya yüksek bağımlılıkları ve öğrenciler, veliler, öğretim görevlileri arasındaki iletişim ve yönetim sosyal medya platformları üzerinden yapılacağını belirtmiştir.

Kozinski (2017), Z kuşağı öğrencilerinin aşağıdaki öğrenme tercihlerini vurgulamıştır. Z kuşağı öğrencileri, öğrenme süreçleriyle tamamen meşgul olan kişilerdir. Zorlukları memnuniyetle karşılarlar ve grup tartışmalarından ve oldukça etkileşimli öğrenme ortamından zevk alırlar. Onlar için öğrenmenin sınırları yoktur; her yerde ve her zaman öğrenebilirler ve yeni bilgilere sınırsız erişebilirler. Ekip üyeleriyle aktif iş birliğini ve sınıflarının dışındaki yerlerde öğrenmeyi içeren eğilme ilgilerini çeker. Bunun da ötesinde, öğrenme süreçlerine entegre edilmelerini tercih ettikleri için dijital araçların ve çevrimiçi forumların kullanımı tercih ediliyor. Z kuşağı öğrencileri

dijital araçlara çok fazla ilgi duydukları için, araçların düşük erişim engelleriyle ihtiyaç duydukları her an mevcut olmasını beklerler. Bu Z kuşağı öğrencileri Dördüncü Sanayi Devrimi'nde başarılı olmaya hazırdırlar.

Tüm bu Z kuşağı öğrencilerini eğitim ihtiyaçlarını karşılamak ve eğitim kurumlarının olarak başarılı seviyelerini yükselterek ve Endüstri 4.0 uygulamalarını yakından takip edebilmeleri için Dünya Ekonomik Forumu'nun Sosyal ve Duygusal Öğrenme (SEL) (Dünya Ekonomik Forumu) raporuna göre belirlenen öğrenci yeterliliklerini karşılayabilmeleri hayati önem taşır. Tüm bu yaşanan teknolojik gelişmeleri ne derece yakından takip edildiğinin belirlenmesi kurumlar tarafından Dijital Olgunluk Seviyesinin belirlenip, sonuçlara göre eksiklikleri tamamlaması ile ilintilidir.

6. Sonuç

Bu çalışmada yapılan uygulamada Denizli ilindeki bir eğitim kurumunun Dijital Olgunluk Seviyesi Forrester'ın e-Ticaret ve dijital pazarlama değerlendirmeleri kullanılarak ölçülmüştür. Belirlenen dört boyutta yapılan değerlendirmeler beş üzerinden puanlanmıştır. Eğitim kurumları için önem arz eden Kültür, Organizasyon, Talep ve Teknoloji boyutları bir bütün olarak değerlendirildiğinde eğitim kurumunun Dijital olgunluk seviyesi Forrester'ın e-Ticaret ve dijital pazarlama değerlendirmelerinde kullandığı puanlama ile değerlendirildiğinde 84 üzerinden 45 puan aldığı görülmüştür. Modele göre bu puan aralığı ile kurum henüz ikinci alt seviye olan Benimseyiciler kategorisinde yer almaktadır.

Değerlendirme sonuçlarına göre, kurum teknoloji alanında dijitalleşme adımlarına yapılan yatırımların artırılması ile başlanmalıdır. Kurumun Endüstri 4.0 bileşeninden olan Bulut bilişim yatırımlarının artırılması sayesinde istenilen bilgiye her yerden ve her türlü bilgi iletişim cihazı kullanarak öğrencilerine ve velilerine ulaşımını kolaylaştırabileceklerdir. Öztemel, 2018'e göre internet üzerinden tüm kurslara ve derslere erişim söz konusu olabilecektir. Öğrencilerin en uygun şekilde öğrenmeleri için web ara yüzleri ve erişim sistemleri gerçekleştirilmelidir. Yeni eğitim teknolojileri ve yaklaşımlarının kullanılması sanal simülasyon sistemleri (*Artırılmış gerçeklik ile gerçek dünyanın entegrasyonu ile zenginleştirilmiş eğitim programları gibi*) uygulanmalıdır.

Eğitim sistemlerinde bir taraftan büyük veri, implante teknolojiler, dijital gzk, giyilebilir internet, makinelerin insansız birbirleri ile konuşmasını sağlayan nesnelerin interneti, zeki şehirler ve insansız otonom çalışan fabrikalar, 3 Boyutlu yazıcılar ve eklemeli imalat gibi teknik alanlara odaklanılır iken diğer yandan analitik düşünme, dijital kültür ile barışık olma, entelektüel sermaye yönetimi, fikir bankaları, sosyokültürel olaylara proje ve senaryo bazlı çözümler üretebilme, proaktif olma, kendi eksikliklerini görebilme, gelişmeleri yakından okuyabilme, büyük resme odaklanabilme vb. konularda etkin beyinlerin oluşturulması gerekli olacaktır (Öztemel, 2018: 29).

Araştırma yapılan kurumun bir diğer Dijital Olgunluk Modeli boyutu olan Kültür ve Talep boyutlarını ele alırsak Dijital Kültürün yaygınlaştığı eğitim ortamlarına dönüşümün sağlanması önem arz etmektedir. İnovasyon güdümlü eğitim programlarının yaşama alınması, yeni iş modelleri ve çok disiplinli eğitim programlarının uygulanması (*kurumların yapılanmasının buna göre gerçekleştirilmesi*) gereklidir.

Dijital olgunluk için kurumda Organizasyon olarak ztemel, 2018'e göre akreditasyon sreerindeki değişime ayak uydurmak, sabit eğitim programlarından vazgeçmek, inovasyon döngüsüne dayanan eğitim programları oluşturulmalıdır. Tüm bu dijital işlevleri destekleyecek personellerin dahil edilmesi ile kurumun Dijital organizasyonu geliştirmelidir.

Endüstri devrimlerinin getirdiği yeniliklerin sağlıklı uygulanabilmesi için sadece endüstriyel ve teknolojik dönüşümler değil aynı zamanda eğitim, sağlık ve kültür gibi toplumsal konularda da değişime öncülük edecek bir sistem yürütülmesi oldukça önemlidir. Endüstri 4.0 bileşenlerinden büyük veri, giyilebilir internet, makineler arası haberleşmeyi sağlayan nesnelerin interneti, 3D yazıcılar gibi üretim alanındaki yenilikçi teknolojilerin yanı sıra analitik düşünme, dijital yeniliklere ayak uydurma vb. konularda da etkin olmak son derece önemlidir (Öztemel, 2018: 29).

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin getirdiği yenilikler ile birlikte bu yenilikleri ve gelişmeleri karşılayacak insan gücü eğitimi kaçınılmazdır. Türkiye'nin Endüstri 4.0 alanında söz sahibi olabilmesi için gerek çalışanların eğitilmesi gerek tüm eğitim sisteminin doğru zemine oturtulması Endüstri 4.0 bileşenlerine ve yeni teknolojik gelişmelerini yakında takip etmesi gerekmektedir (Demir, 2018: 150).

Tüm üretim de faaliyet gösteren işletmeler gibi eğitim kurumlarında da bu dijitalleşme karşısında Dijital Olgunluk seviyelerini üst düzeye çıkarmayı amaçlayarak Endüstri 4.0 bağlamında daha çok dijital kültür, dijital eğitim kavramlarını kurum kültüründe uygulamayı başarmalıdır.

KAYNAKLAR

- Agrawal, S. ve Vieira, D. (2013). "A Survey On Internet Of Things", *Abakós*, 1(2), 78-95.
- Akın, Ö. (2017). "Hızla Artan Endüstriyel Robotların Üretim Süreçlerinde Yarattığı Değişimler ve Türkiye İşgücü Piyasasında Yaratacağı Olası Etkilerin Değerlendirilmesi", *İş ve Hayat*, 3(6), 42-71.
- Aksoy, S. (2017). "Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş", *Sav Katkı*, 4, 34-4.
- Alçın, S. (2016). "Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları", *Popüler Yönetim Dergisi*, (63), 46-47.
- Ally, M. (2019). "Competency Profile Of The Digital And Online Teacher in Future Education", *International Review Of Research In Open And Distributed Learning*, 20(2).
- Altınpulluk, H. (2018). "Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Eğitim Ortamlarında Kullanımı", *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 94-111.
- Anggraeni, C. W. (2018). "Promoting Education 4.0 in English For Survival Class: What Are The Challenges?", *Metathesis, Journal Of English Language, Literature and Teaching*, 2(1), 12-24.
- Aslan, R. (2020). "Tarihten Günümüze Epidemiler, Pandemiler ve Covid-19", *Ayrıntı Dergisi*, 8(85).
- ASO Medya, (2016). "Endüstri 4.0 ile Türkiye'yi Neler Bekliyor?", *Ankara Sanayi Odası Dergisi*, 35.
- Avunduk, H. ve Hakan, A. Ş. A. N. (2018). "Blok zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(1), 369-384.
- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. N. ve Talib, M. F. (2016). "Industry 4.0: A Review On Industrial Automation and Robotic", *Jurnal Teknologi*, 78(6-13), 137-143.
- Bartodziej C.J. (2017), "The concept Industry 4.0", *BestMasters, Springer Gabler, Wiesbaden*, (pp. 79-88).
- Başargan, H., Karayel, D., Özkan, S. S. ve Atalı, G. (2016). "Otomotiv Endüstrisinde Radyo Frekansı İle Tanımlama (RFID) Teknolojisi: Araç Boyama Tesisinde Saha Çalışması", *4th International Symposium On Innovative Technologies in Engineering And Science (Isites2016)* 3-5 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey.
- Bauer, A., Wollherr, D. ve Buss, M. (2008). "Human-robot Collaboration: A Survey", *International Journal of Humanoid Robotics*, 5(01), 47-66.

- Bozkurt, A. (2017). “Türkiye’de Uzaktan Eğitimin Dünü, Bugünü ve Yarını”, *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 85-124.
- Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). “Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi”, *Assam Uluslararası Hakemli Dergi* (Assam- Uhad), 7, 50-72.
- Cisco (2014). “The Cisco Connected Learning Experience Strategies For Higher Education”, White Paper. https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/learningexperience-whitepaper.pdf (E.T. 15.01.2020).
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S. ve Kalyanaraman, V. (2016). “Blockchain Technology: Beyond Bitcoin”, *Applied Innovation*, 2(6-10), 71.
- Çakmakkaya, İ. (2017). “Okul Kütüphanelerinde ve Eğitim Sürecinde Dijital İmkanlar”, *Eğitim Bilim Toplum Dergisi*, 15(57), 106-118.
- Çiğdem, A. G. Ş. ve Seyrek, İ. H. (2015). “İşletmelerde Büyük Veri Uygulamaları: Bir Literatür Taraması”, *Ulusal Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi*, 45-46.
- Demir, A. (2018). “Endüstri 4.0'dan Eğitim 4.0'a Değişen Eğitim Öğretim Paradigmaları”, *Electronic Turkish Studies*, 13(15).
- Diaz, V., Garrett, P. B., Kinley, E. R., Moore, J. F., Schwartz, C. M., Ve Kohrman, P. (2009). “Faculty Development For The 21st Century”, *Educause Review*, 44(3), 46-55.
- Dunwill, E. (2016). “4 Changes That Will Shape The Classroom Of The Future: Making Education Fully Technological”, <https://elearningindustry.com/4-changes-will-shape-classroom-of-the-future-making-educationfully-technological> (E.T. 13.01.2020).
- Effra (2013), “Factories Of The Future, Multi-Annual Roadmap For The Contractual Ppp Under Horizon 2020”, https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/ppp-factories-of-the-future-strategicmultiannual-roadmap-info-day_en.pdf (E.T. 19.02.2020).
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (EBSO) (2015). “Sanayi 4.0”, http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf (E.T. 14.02.2020).
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (EBSO) Araştırma Müdürlüğü. (2017). “Sanayi 4.0”, http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40--gozden-gecirilmis-ikinci-baski_95869497.pdf (E.T. 14.02.2020).
- Elçi, A. ve Vural, M. M. (2017). “Öğretim Elemanı 4.0: Öğretim Elemanının Değişen Rolü ve Teknoloji ile Zenginleştirilmiş Öğrenme”, *Mediterranean International Conference on Social Sciences by UDG* (p. 494).
- Elearning Industry (2016). “The Internet Of Things Smart School Infographic”, <http://elearninginfographics.com/the-internet-of-things-smart-schoolinfographic/> (E.T. 24.02.2020).

- Ene, S. ve Tatar, A. (2010). "Eğitim Kurumlarında Hizmet Kalitesinin Ölçümü ve Bir Özel İlköğretim Okulunda Uygulama", *Öneri Dergisi*, 9 (33), 99-108.
- Erdem, F. ve İşbaşı, J. Ö. (2001). "Eğitim Kurumlarında Örgüt Kültürü Ve Öğrenci Alt Kültürünün Algılamaları", *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 33-57.
- Evgen, T. (2017). "RFID ve Nesnelerin İnterneti Tabanlı Tedarik Zinciri Bilgi Yönetimi", (Yayınlanmamış Dönem Projesi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fırat, S. Ü. ve Fırat, O. Z. (2017). "Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye", *Toprak İşveren Dergisi*, 114(2017), 10-23.
- Fisk, P., (2017). "Education 4.0. the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life" <https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/> (E.T. 21.03.2020).
- Genç, S. (2018). "Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye", *Sosyoekonomi Dergisi*, 26(36), 235-243.
- Gerstein, J. (2014). "Moving from Education 1.0 Through Education 2.0 Towards Education 3.0", *Experiences in Self-Determined Learning*, 83-98.
- Ghafory, I. (2016), "Siber Fiziksel Sistemler" <https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/> (E.T.25.07.2019).
- Gill, M. ve Vanboskirk, S. (2016). "The Digital Maturity Model 4.0". *Benchmarks: Digital Transformation Playbook*. Forrester Research, Inc.
- Goldie, J. G. S. (2016). "Connectivism: A Knowledge Learning Theory For The Digital Age?" *Medical Teacher*, 38(10), 1064-1069.
- Gökalp, E., Şener, U. ve Eren, P. E. (2017, October). "Development of An Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM", *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-142). Springer, Cham.
- Günay, D. (2002). "Sanayi ve Sanayi Tarihi". *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14.
- Hariharasudan, A. ve Kot, S. (2018). "A Scoping Review On Digital English And Education 4.0 For Industry 4.0". *Social Sciences*, 7(11), 227.
- Henkoğlu, T. ve Külcü, Ö. (2013). "Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal Koşullar Üzerine Bir İnceleme", *Bilgi Dünyası*. 14(1), 62-86.
- Hermann, M., Pentek, T. ve Otto, B. (2015). "Design Principles For Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review". *Technische Universität Dortmund, Dortmund*.

- Holmes, G. Ve Abington-Cooper, M. (2000). "Pedagogy Vs. Andragogy: A False Dichotomy? Journal Of Technoloo Studies", 26(2). http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/jots/summer-fall2000/_holmes.html. (E.T: 08.10.2020).
- Horowitz, E. (2015). "A Peek At A 'Smart' Classroom Powered By The İnternet Of Things". <https://www.edsurge.com/news/2015-08-11-a-peek-at-a-smart-classroom-powered-by-theinternet-of-things> (E.T:12.05.2020).
- Hussin, A. A. (2018). "Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching". *International Journal Of Education And Literacy Studies*, 6(3), 92-98.
- Iansiti, M. ve Lakhani, K. R. (2017). "The Truth About Blockchain It Will Take Years To Transform Business, But The Journey Begins Now". *Harvard Business Review*, 4-11.
- Kabaklarlı, E. (2018) "Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi, Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler", Nobel Akademik Yayıncılık; 1. Basım (1 Aralık 2016).
- Kavzoğlu, T. ve Şahin, E. K. (2012). "Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları", *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 1-9.
- Ke, W., Fang, G., Liu, Q., Xiong, L., Qin, P., Tao, H. ve Yan, Y. (2015). "Low-Temperature Solution-Processed Tin Oxide As An Alternative Electron Transporting Layer For Efficient Perovskite Solar Cells". *Journal of the American Chemical Society*, 137(21), 6730-6733.
- Keats, D. ve Schmidt, J. P. (2007). "The Genesis And Emergence Of Education 3.0 İn Higher Education And İts Potential For Africa". *First Monday*, 12(3).
- Kent, E. (2020). "Endüstri'nin Gelişimine Bakış". *Endüstri 4.0 Platformu*, <https://www.endustri40.com/endustrinin-gelisimine-bakis/> (E.T:10.05.2020).
- Kitchenham, B., Budgen, D., Brereton, P., Turner, M., Charters, S. Ve Linkman, S. (2007). "Large-scale Software Engineering Questions–Expert Opinion Or Empirical Evidence?" *IET Software*, 1(5), 161-171.
- Lee, J., Kao, H. A. ve Yang, S. (2014). "Service İnnovation And Smart Analytics For İndustry 4.0 and Big Data Environment", *Procedia Cirp*, 16, 3-8.
- Lengel, J. G. (2013). "Education 3.0: Seven Steps To Better Schools". Teachers College Press.
- Lu, Y. (2017). "Industry 4.0: A Survey On Technologies, Applications And Open Research İssues", *Journal Of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Mattioli, M. (2014). "Disclosing Big Data", *Minnesota Law Review*, 99, 535.

- Mersin Ticaret ve Sanayi Odası (2017), “Türkiye, Avrasya’nın Endüstri 4.0 Merkezi Olabilir”, <http://www.mtso.org.tr/tr/haberler/turkiye-avrasya-nin-endustri-4-0-merkezi-olabilir>, (E.T. 27.07.2019).
- Mokyr, J. ve Strotz, R. H. (2000). “The Second Industrial Revolution, 1870-1914”, *Economics*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Second-Industrial-Revolution-%2C-1870-1914-MokyrStrotz/d30cd9606f41bc516d53369b7782e66e37adc635> (E.T. 23.03.2020).
- Mourtzis, D., Vlachou, E., Dimitrakopoulos, G., Ve Zogopoulos, V. (2018). “Cyber-Physical Systems And Education 4.0–The Teaching Factory 4.0 Concept”, *Procedia Manufacturing*, 23, 129-134.
- Nakamoto, S. (2008). “Bitcoin P2P E-Cash Paper”, *The Cryptography Mailing List*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (E.T. 12.11.2020).
- Nanda, S., Rana, R., Zheng, Y., Kozinski, J. A., ve Dalai, A. K. (2017). “Insights on Pathways for Hydrogen Generation from Ethanol”. *Sustainable Energy & Fuels*, 1(6), 1232-1245.
- Odabaşı, H. F., Fırat, M., İzmirli, S., Çankaya, S. ve Mısırlı, Z. A. (2010). “Küreselleşen Dünyada Akademisyen Olmak”, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(3), 127-142.
- Öcal, F. M. Ve Altıntaş, K. (2018). “Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri”. *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 2066-2092.
- Öymen, G. (2017). “Giyilebilir Teknolojilerin Moda Endüstrisi Üzerindeki Etkileri”, *1. Uluslararası İletişimde Yeni Yönelimler Konferansı*, 131-138.
- Özkan, M., Al, A. ve Yavuz, S. (2018). “Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi’nin Etkileri ve Türkiye”. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 6(2), 126-156.
- Özsoylu, A. F. (2017). “Endüstri 4.0”. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztemel, E. (2018). “Eğitimde Yeni Yönelimlerin Değerlendirilmesi ve Eğitim 4.0”. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30.
- Papazoglou, M. P., Traverso, P., Dustdar, S. ve Leymann, F. (2008). “Service-Oriented Computing: A Research Roadmap”. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 17(02), 223-255.
- Proença, D. ve Borbinha, J. (2016). “Maturity Models For Information Systems-A State Of The Art”. *Procedia Computer Science*, 100, 1042-1049.
- Puncreobutr, V. (2016). “Education 4.0: New Challenge Of Learning”. *St. Theresa Journal Of Humanities And Social Sciences*, 2(2), 92-97.

- Roblek, V., Meško, M., Ve Krapež, A. (2016). "A Complex View Of Industry 4.0". *Sage Open*, 6(2), 1-11.
- Sağbaşı, E. A., Ballı, S., Ve Yıldız, T. (2016). "Giyilebilir Akıllı Cihazlar: Dünü, Bugünü ve Geleceği". *Akademik Bilişim*, 749-756.
- Schumacher, A., Erol, S., ve Sihn, W. (2016). "A Maturity Model For Assessing Industry 4.0 Readiness And Maturity Of Manufacturing Enterprises". *Procedia Cirp*, 52, 161- 166.
- Schumacher, A., Nemeth, T. ve Sihn, W. (2019). "Roadmapping Towards İndustrial Digitalization Based On An Industry 4.0 Maturity Model For Manufacturing Enterprises". *Procedia Cirp*, 79, 409-414.
- Schwab, K., (2016). "Dördüncü Sanayi Devrimi". (çev. Zülfü Dicleli) Optimist Kitap, İstanbul.
- Sezgin, S. (2018). "Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiye ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor?" *Is Ahlakı Dergisi*, 11(1), 129-134.((Jeremy Rifkin'dan Aktaran))
- Shah, S. H., Ve Yaqoob, I. (2016, August). "A Survey: Internet Of Things (IOT) Technologies, Applications And Challenges". *International Conference on Smart Energy Grid Engineering*, 381-385.
- Sharma, R. C., Kawachi, P., Ve Bozkurt, A. (2019). "The Landscape Of Artificial Intelligence In Open, Online And Distance Education: Promises And Concerns". *Asian Journal of Distance Education*, 14(2), 1-2.
- Soylu, A. (2018). "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar". Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32, 43-57.
- Söylemez, S. A. (2004). "Türkiye'de Teknoloji Ve Eğitim Yatırımları: Karşılaştırmalı Bir Bakış Açısı". *Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 63-80.
- Taş, H. (2018). "Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına Ve İstihdama Muhtemel Etkileri". *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 1817-1836.
- Theodore.P. 2020, "Essentialism", The Foundations of Education Web, <https://www.siue.edu/~pthedo/foundations/essentialism.html> (E.T. 07.05.2020)
- Thompson, J. (2007). "Is Education 1.0 Ready For Web 2.0 Students?". *Innovate: Journal Of Online Education*, 3(4), 1-6.
- Thramboulidis, K. (2015). "A Cyber-Physical System-Based Approach For Industrial Automation Systems". *Computers in Industry*, 72, 92-102.
- Tonta, Y. (2016). "4. Sanayi Devrimi ve Kütüphanelerin Geleceği". *Anamed, Koç Üniversitesi*, 1-26.

- Tuğaç, B. ve Kavas, A. (2007). “*Radyo Frekans Kimlik Tanıma Sistemleri İle Elektronik Para Uygulamasının Gerçekleşmesi*”(Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Turak, Y. ve Beceni, A. Y. (2015). “Nesnelerin İnterneti Ve Güvenliği”. 1-13.
- Usta, A., Doğantekin, S., (2017), “Blockchain 101”. Mediacat, İstanbul <https://www.slideshare.net/kayaozgur/blockchain-101-89106956> (E.T: 27.02.2020)
- Wikipedi, (2020). “Koronavirüs Pandemisi”, *Wikipedia*, https://tr.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemisi, (E.T:12.05.2020).
- Wang, L., ve Wang, G. (2016). “Big Data in Cyber-Physical Systems, Digital Manufacturing And Industry 4.0”. *International Journal Of Engineering And Manufacturing (Ijem)*, 6(4), 1-8.
- Wef, (2016) “Future Of Jobs Report: Employment, Skills And Workforce Strategy For The Fourth Industrial Revolution”, *Global Challenge Insight Report*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (E.T: 29.07.2020)
- Witkowski, K. (2017). “Internet Of Things, Big Data, Industry 4.0–Innovative Solutions In Logistics And Supply Chains Management”. *Procedia Engineering*, 182, 763-769.
- World Economic Forum. (2018). “Eight Futures Of Work”. *White papers*. <https://www.weforum.org/whitepapers/eight-futures-of-work-scenarios-and-their-implications> (E.T. 06.08.2020)
- Yelkikalan, N., Erden-Ayhün, S., Aydın, E., ve Kurt, Ü. (2019). “Endüstri 4.0’dan Eğitim 4.0’a Yükseköğretimin Geleceği”. *Ihec 2019*, 123.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2003). “*Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*”. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, A. (2018). “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”. *Sakarya University Journal Of Science*, 22(2), 546-556.
- Yıldız, M. ve Yıldırım, B. (2018). “Yapay Zekâ Ve Robotik Sistemlerin Kütüphanecilik Mesleğine Olan Etkileri”. *Türk Kütüphaneciliği*, 32(1), 26-32.
- Yli-Huomo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., ve Smolander, K. (2016). “Where is current research on blockchain technology? a systematic review”. *PloS one*, 11(10).
- Yüksel, M. ve Genç, K. Y (2018, November). “Endüstri 4.0 ve Liderlik”. *2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies* , 338-341.
- Zhu, J., Wu, P., Chen, L., He, J., Wu, Y., Wang, C. ve Li, H. (2020). “3D-Printing Of Integrated Spheres As A Superior Support Of Phosphotungstic Acid For Deep Oxidative Desulfurization Of Fuel”. *Journal of Energy Chemistry*, 45, 91-97.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

- <http://priyoid.com/3d-yazici-hakkinda-bilinmesi-gerekenler/endustri-4-0-3dyazicilar/> (E.T. 26.04.2020).
- <http://www.biggerplate.com/mindmaps/1k7h9ynq/the-internet-of-things-50-billion-thingsconnected> (E.T. 19.01.2020).
- <http://www.meb.gov.tr/bakan-selcuk-koronaviruse-karsi-egitim-alaninda-alinan-tedbirleri-acikladi/haber/20497/tr> (E.T. 18.05.2020).
- <http://www.meb.gov.tr/bakan-selcuk-koronaviruse-karsi-egitim-alaninda-alinan-tedbirleri-acikladi/haber/20497/tr> (E.T. 18.05.2020).
- <http://www.modoya.com/urun-yasam-dongusu/> (E.T. 19.04.2021).
- <http://www.teknolojide.com/makineler-arasi-iletisim> (E.T. 27.02.2020).
- <https://bizobiz.net/nesnelerin-interneti-ve-akilli-fabrika/> (E.T. 15.03.2020).
- <https://bkm.com.tr/faydali-bilgiler/nfc/nfcnin-ozellikleri/> (E.T. 18.07.2020).
- <https://blog.codevist.com/bulut-bilisim-be8173a9234d> (E.T. 10.08.2020).
- https://business4goals.org/pdf/dongusel_ekonomi_rehberi.pdf (E.T. 29.09.2020).
- <https://mostidea.com.tr/rfid-nedir-rfid-nasil-calisir/?cn-reloaded=1> (E.T. 27.02.2020).
- <https://sites.google.com/view/egitim-teknoloji/e%c4%9fitim-4-0> (E.T. 09.05.2020).
- https://tr.wikipedia.org/wiki/salg%c4%b1nlar_listesi (E.T. 13.06.2020).
- <https://turkiye.ai/robot-futures/> (E.T. 04.05.2019).
- <https://ukar24.blogspot.com/2017/07/4-sanayi-devrimi-endustri-40.html> (E.T. 18.05.2020).
- https://www.akillifabrika.org/endustri_4.0_ve_sistem_entegrasyonlari,cnt-6 (E.T. 03.05.2019).
- <https://www.bitlo.com/rehber/ripple-nedir>
- https://www.bmwi.de/redaktion/de/downloads/j-l/joint-statement-on-cooperation-regarding-the-internet-of-things-industrie-4-0.pdf?_blob=publicationfile&v=7 (E.T. 27.02.2020).
- <https://www.catsbilisim.net/makineler-arasi-iletisim-m2m/> (E.T. 25.01.2021).
- <https://www.emlakbroker.com/haberler/henry-fordun-montaj-hattimantalitesinin.html> (E.T. 01.03.2021).
- <https://www.tarihnotlari.com/samuel-crompton/samuel-cromptonun-egirme-ve-bukme-makinasi/> (E.T. 25.03.2020).
- <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/%20%20> (E.T. 01.02.2020).
- <https://indigodergisi.com/2016/01/yakin-gelecegin-teknolojisi-nesnelerin-interneti-iot-ve-giyilebilir-teknoloji-bulut-cloud-veri-google-drive-bilim/> (E.T. 25.09.2020).
- http://www.altay.com.tr/buyuk_veri_ve_veri_analitiği-517.htm (E.T. 30.06.2020).

EKLER

EK-1: Eğitim Kurumu Uygulama Etki Bileşenleri

| Dijital teknolojiler | Kullanım Durumu |
|---|--|
| Akıllı tahta | Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> |
| Artırılmış gerçeklik (AR) | Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> |
| Sanal Gerçeklik (VR) | Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> |
| Uzaktan Eğitim Uygulamaları(Zoom vb.) | Evet <input type="radio"/> Hayır <input type="radio"/> |
| Dijital Eğitim Uygulamaları (Youtube vb.) | Kuruma ait Youtube kanalı bulunmaktadır. |