



**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN
İŞLETME FONKSİYONLARI ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem YALPA

OSMANİYE / 2020

T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN İŞLETME
FONKSİYONLARI ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZLEM YALPA

Danışman : Doç. Dr. Müjdat AVCI

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Ergün KARA

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Gülşen KIRPIK

OSMANİYE / 2020

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Müjdat AVCI
(Danışman)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ergün KARA

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Gülşen KIRPIK

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

... / .. /2020

Doç. Dr. Müjdat AVCI
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 17/ 05/ 2020

Özlem YALPA

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN İŞLETME FONKSİYONLARI ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ

ÖZLEM YALPA

Yüksek Lisans Tezi, İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Müjdat AVCI

Mayıs 2020, 82 + xiii sayfa

Tarih boyunca yaşanan sanayi devrimlerinin ortaya çıktığı coğrafyalarda bıraktığı ekonomik ve toplumsal etkiler zamanla tüm dünyaya ulaşmıştır. Sanayileşmenin başlamasından bu yana hız kesmeden yaşanan teknolojik ilerlemelere baktığımızda, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da nitelendirilen Endüstri 4.0 oluşumu karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0 oluşumu hızlı ve kapsamlı teknolojik gelişmelere ayak uydurma ve üretimde rekabet üstünlüğünü koruma ihtiyacından doğan bir stratejik dönüşüm sürecinin ürünüdür. Üretimin insandan bağımsız hale getirildiği, fiziksel alan ile dijital alanın iç içe geçtiği bu stratejik dönüşüme işletmelerin ayak uydurması gelecekteki konumları açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın ortaya çıkış süreci ve bünyesinde bulundurduğu teknolojilerin yapısı anlatılmış ve bu bilgilerden faydalanılarak Endüstri 4.0 teknolojilerinin işletme fonksiyonları üzerindeki olası etkileri ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0, Teknoloji.

ABSTRACT**INDUSTRY 4.0 AND POSSIBLE EFFECTS OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES
ON BUSINESS FUNCTIONS****ÖZLEM YALPA****Master Thesis, Business Administration Degree****Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Müjdat AVCI****May 2020, 82 + xiii pages**

The economic and social impacts left by the industrial revolutions throughout the history have reached the world over time. When we look at the technological advances without slowing down since the beginning of industrialization, we see the Industry 4.0 formation, which is also described as the Fourth Industrial Revolution. Industry 4.0 formation is the product of a strategic transformation process resulting from the need to keep up with rapid and comprehensive technological developments and maintain competitive advantage in production. It is important for businesses to keep up with this strategic transformation, where production is made independent from human, and the physical and digital areas are intertwined

In this study, the emergence process of Industry 4.0 and the structure of the technologies it contains are explained and by using this information, possible effects of industry 4.0 technologies on business functions are revealed.

Key words: Industrial Revolution, Industry 4.0, Technology.

ÖNSÖZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (OKÜ), Sosyal Bilimler Enstitü bünyesinde, Doç. Dr. Müjdat AVCI danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum ve referans olarak gösterilen farklı çalışmalar, literatür taramaları ve önceki araştırmalar ışığında kendi bünyesindeki orijinalliğini koruyan bu çalışma, akademik araştırma ve incelemeleri kapsamaktadır.

Öncelikle bu çalışma süresince tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmamı büyük bir özen ile takip eden ve değerli bilgilerini benimle paylaşarak kendime değer katmamı sağlayan ayrıca hoşgörüsü ve bilimsel uyarılarıyla desteğini benden esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Müjdat AVCI'ya en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Hayatımın her döneminde duygusal destekleri ve anlayışlarıyla her daim yanımda olan cesaret ve güç aldığım canım annem Fatma İNCEÇELİK'e, babam Ahmet İNCEÇELİK'e, kardeşlerim Özge İNCE ve Servet İNCEÇELİK'e, sevgili eşim Burak Levent YALPA'ya ve hayat enerjim, canım oğlum Güney YALPA'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii

BÖLÜM I

SANAYİ DEVRİMLERİNE TARİHSEL BAKIŞ

1. Giriş	1
1.1. Birinci Sanayi Devrimi	3
1.2. İkinci Sanayi Devrimi.....	9
1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi.....	15
1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi	19

BÖLÜM II

ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TEMEL BİLEŞENLERİ

2.1. Kavramsal Olarak Endüstri 4.0.....	23
2.1.1. Nesnelerin İnterneti (IoT İnternet Of Things)	26
2.1.2. Akıllı Fabrikalar	31
2.1.3. Siber Fiziksel Sistemler (CPS)	33
2.1.4. Büyük Veri.....	35
2.1.5. Otonom Robotlar	37
2.1.6. Simülasyon.....	39
2.1.7. Entegre Sistemler	40
2.1.8. Bulut Bilişim Sistemleri	42
2.1.9. Artırılmış Gerçeklik	44
2.1.10. 3D Yazıcılar	45

BÖLÜM III

İŞLETME VE FONKSİYONLARI

3.1. Bir Sistem Olarak İşletme ve Fonksiyonları.....	48
3.2. İşletmenin Genel Fonksiyonları.....	50
3.2.1. Yönetim Fonksiyonu.....	50
3.3. İşletmenin Temel Fonksiyonları	51
3.3.1. Üretim	51
3.3.2. Pazarlama.....	54
3.3.3. Finans.....	58

3.4. İşletmenin Yardımcı Fonksiyonları	59
3.4.1. İnsan Kaynakları Yönetimi	59
3.4.2. Muhasebe	60
3.4.3. Halkla İlişkiler	60
3.4.4. Ar-Ge	61

BÖLÜM IV

ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN İŞLETME FONKSİYONLARI ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

4.1. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İşletme Fonksiyonları Üzerindeki Olası Etkileri.....	63
4.2. Sonuç ve Öneriler	73
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	81

KISALTMALAR

API : Application Programming Interface

AR-GE : Araştırma Geliştirme

AR : Artırılmış Gerçeklik

BT : Bilgi Teknolojileri

CPS : Cyber Physical Systems

GPS : Global Positioning System

EBSO : Ege Bölgesi Sanayi Odası

IT : İnternet Tegnologies

IOT : Nesnelerin İnterneti

PAAS : Platform As a Service

SAAS : Software As a Service

Ör. : Örneğin

Vb. : Ve benzeri

TABLÖLAR LİSTESİ**Sayfa No**

Tablo 1. Siber Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi	35
--	----



ŞEKİLLER LİSTESİ**Sayfa No**

Şekil 1. Watt'ın Buhar Makinesi	5
Şekil 2. 1800'lerden Bugüne Endüstrinin Evreleri.....	20
Şekil 3. Dördüncü Endüstri Devrimi	27
Şekil 4. Büyük Veri ve Analitiğin Kullanıldığı Alanlar	39

GİRİŞ

Endüstri kavramı tarih boyunca devamlı değişim geçiren bir alan olmuştur. Bu alanda gerçekleşen üretim ve yönetim süreçleri de değişim göstermeye devam etmiştir. Yaşanan bu değişim yalnızca üretimi değil toplumları ekonomik, sosyal, siyasal birçok açıdan da etkilemiştir (Pamuk & Soysal, 2018, s. 42).

Su ve buhar gücünden elde edilen enerjiden faydalanılarak gerçekleştirilen üretim faaliyetlerinin makineleşmesi ile kendini gösteren endüstrileşme süreci, 20. yy başlarında elektrik enerjisinin ve seri üretim yöntemlerinin devreye girmesiyle bir sonraki safhaya geçmiş, 1970'li yıllarla beraber üretimde otomasyonunun gelişimine imkân sağlayan elektronik ve enformasyon teknolojilerinin kullanılması ile birlikte üçüncü safha ortaya çıkmıştır. 2011 yılına gelindiğinde ise, ilk defa Almanya'da dile getirilen Endüstri 4.0 kavramı yeni bir sürecin doğuşunu temsil eder şekilde bütün dünyaya duyurulmuştur (Soylu, 2018, s. 43).

Yaşadığımız yüzyılın son endüstriyel devrimi Endüstri 4.0 projesidir (Dikkaya, Genç, & Aytekin, 2018). Endüstri 4.0 veya Dördüncü Sanayi Devrimi dönüşüm mantığı ile şekillenen bir gelişim hareketidir. Bu zihniyetin temelindeki asıl hedef; dijital alanda yaşanan gelişmelerin ortaya koyduğu fırsat ve inovasyonlar ile beraber üretimin daha verimli hale getirilerek rekabetçiliğin artırılmasıdır (Dengiz, 2017, s. 39).

Yaşanan Sanayi Devrimleri'nin en göze çarpan özellikleri devamlı gelişim göstererek yeni değişimlere neden olmalarıdır. Bu değişimlerin ekonomik, sosyal ve siyasi boyutlarda farklı etkileri bulunmaktadır. Küresel ekonomik sistemin yapı taşı niteliğinde olan işletmelerin bu etkilerin farkında olması varlıklarını devam ettirebilmeleri açısından stratejik bir öneme sahiptir (Aytar, 2019, s. 79). Diğer taraftan bireyselleşme (insan emeğine dayalı üretim ihtiyacının azalması ve insanın kendine daha çok vakit yaratabilmesi anlayışı) ve tüketici taleplerindeki hızlı değişim, işletmelerin üretim ve iş modellerini esnek hale getirip, dijital teknolojilerin aktif şekilde sürece dâhil edilmesiyle birlikte Dördüncü Sanayi Devrimi'ni başlatacak tüm şartları sağlamıştır (Özkan, Al, & Yavuz, 2018, s. 8).

Endüstri 4.0'ı anlayabilmek ve yorumlayabilmek için bu çalışmada öncelikle; yaşanan ilk üç sanayi devriminin gelişimi anlatılmış ardından Endüstri 4.0'ı karakterize

eden teknolojiler tanımlanarak, çalışmanın ilerleyen bölümünde bu yeni sürecin bileşeni olan teknolojilerin işletme fonksiyonları üzerindeki olası etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.



BÖLÜM I

SANAYİ DEVRİMLERİNE TARİHSEL BAKIŞ

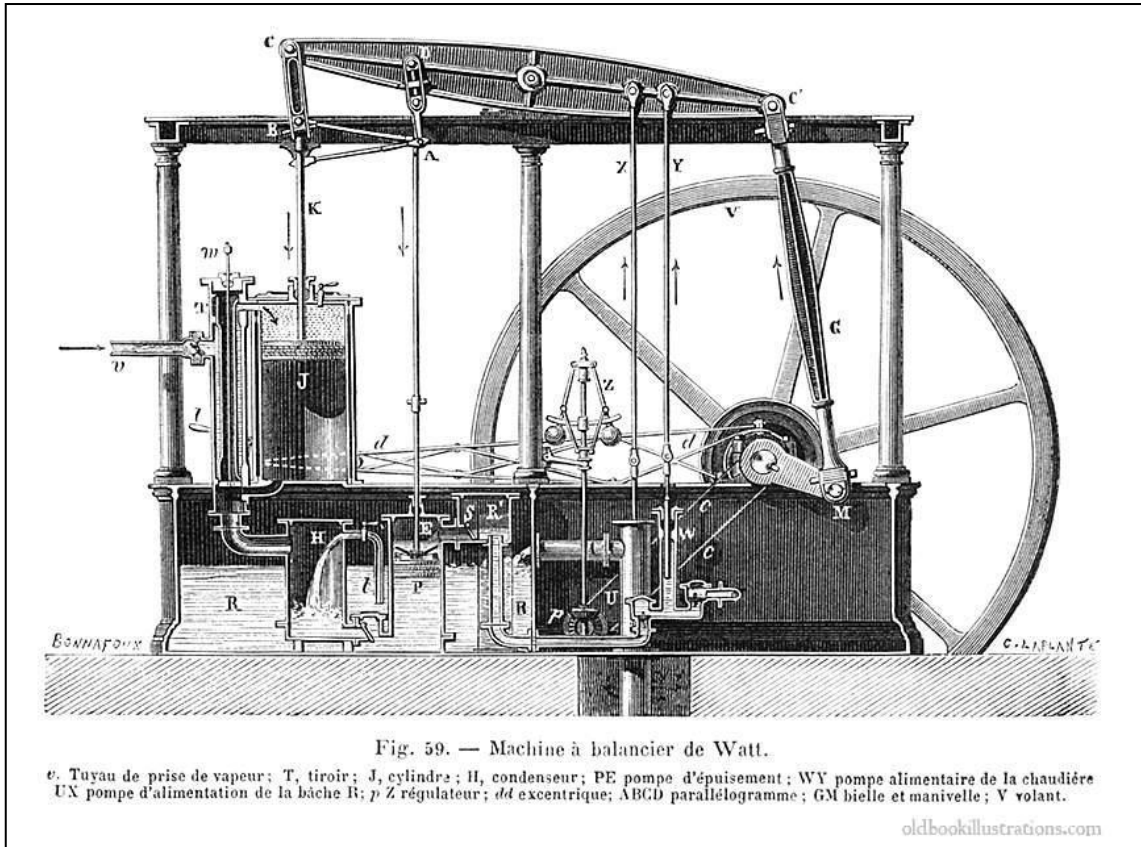
1.1. Birinci Sanayi Devrimi

Sanayi sözcüğü, Latince'deki “industria” sözcüğünden dilimize uyarlanmış olup Fransızca “industrie” şeklinde ifade edilmektedir. Türkçede ise Fransızca okunuşu ile “endüstri” biçiminde ifade edilmektedir. (Çevik, 2018, s. 2). Endüstri; çoğunlukla büyük işletmelerde, hammaddeden mamul madde oluşturabilmek amacıyla gerçekleştirilen faaliyetleri ve kullanılan araçları niteler. Daha geniş bir tanım ile endüstri, her çeşit mal ve hizmet üretimini anlatmaktadır (Tunçkan, 2018, s. 114). Ekonomik bakımdan endüstri ise; maden kaynakları ve farklı türden enerji kaynaklarının birlikte kullanılarak hammaddelerin işlenmesi ve yeni ürünler haline dönüştürülmesini amaçlayan finansal faaliyetler ve bu faaliyetlerde kullanılan araçların tamamını dale getirmektedir (Çevik, 2018, s. 2). M.Ö. 8000'lere denk gelen dönemin tarım devrimi olduğu kabul edilir (Günay, 1997, s. 8). Tarım devrimi, insanların avcılık ve toplayıcılık şeklinde sürdürdükleri yaşam tarzından çiftçilik ve hayvancılığa dayalı yerleşik hayata geçmelerini ifade etmektedir. Yaşanan bu değişim beraberinde toplulukların sosyoekonomik yapılarını da değişime uğratmıştır (Özsoylu, 2017, s. 42). Binlerce yıllık insanlık tarihinde insanoğlunun ilk büyük atılımı yerleşik hayata geçmeyle başlamış ve antik zamanlardan günümüze gelinceye kadar birçok farklı üretim modeli ve türünde faaliyet göstermiş ve sayısız değişikliğe şahit olmuştur. Bu nedenle tarihte sanayi faaliyeti kapsamında nitelendirilecek ilk etkinliklerin insanlık tarihi kadar eski olduğu söylenebilir (Özkan T. Ö., 2019, s. 1).

Endüstri devrimi öncesinde üretim ilişkileri çoğunlukla toprağı elinde bulunduran sınıf ile geçinmek için emeğini kiralayan topraksız sınıf arasındaki ilişkilerden oluşmaktaydı. Bu döneme hâkim olan üretim faaliyetleri tarım ve hayvancılıktır. Süreç içerisinde bu faaliyetler sonucu elde edilen artı değer ticari ve endüstriyel faaliyetlere yönlendirilmiştir (Görçün, 2017, s. 10).

1700'lerin ortasında başlayan ve 1830'lara kadar süren Sanayi Devrimi, insan emeğine ve hayvan gücüne bağlı olarak yürütülen üretim biçiminden makine gücünün ön plana çıktığı üretim biçimine geçişi anlatan bir süreci ifade eder (Küçükkalay, 1997, s. 51). Endüstri Devrimi süreci yaşanmadan önce mevcut iktisadi yapı tarım ve hayvancılığa dayalıydı. Dokumacılık, marangozluk, demircilik gibi toprağa dayalı olmayan üretim biçimi ise esnaf ve zanaatkârlar tarafından kol gücü gerektiren tezgâhlarda yapılıyordu. Buhar gücü ile çalışan makinenin keşfi ile oluşan Sanayi Devrimi, tarıma ve insan emeğine bağlı ekonomik düzenden, mekanik hale gelen kitlesel üretime dayalı ve bu yönüyle önceki devrimlerden ayrılan yeni bir ekonomik düzeni başlattı. Bu değişim ile başlayan ve "1. Endüstri Devrimi" olarak adlandırılan gelişmenin ardından insan ve kullandığı üretim araçları arasındaki ilişkilerin değişimi ciddi bir atılımı ortaya çıkarmıştır (Tunçkan, 2018, s. 2).

Birinci Endüstri Devrimi, tarihin en önemli dönüm noktalarından birisi olarak da ifade edilebilir. Bu devrim geçmişe ait tüm olguları ve yaklaşımları başlı başına yerinden oynatmış toplumsal, iktisadi, siyasal ve kültürel hayatın yanı sıra var olan bütün endüstriyel ilişkiler ile birlikte üretim, tüketim, bölüşüm süreçlerinde daha önce hiç görülmedik bir değişim yaratmıştır (Görçün, 2017, s. 11). Kavramı ilk kez kullanan Arnold Toynbee'ye göre; *Endüstri Devrimi*, ilk defa 1750-1850 yılları arasında İngiltere'de gerçekleşmiştir (Torun, 2003, s. 183). Bu devrimin düşünsel temellerini ise Rönesans ve Reform hareketleri oluşturmuştur. Bu anlamda Endüstri Devrimi tesadüfi gelişen bir olgu olmaktan öte bir takım hazırlık süreçleri ile şekillenen toplumsal ve ekonomik koşulların sonucunda ilk olarak James Watt'ın buhar makinesini buluşu ile İngiltere'de gerçekleşmiştir (Dikkaya, Gençer, & Aytekin, 2018).



Şekil 1. Watt'ın Buhar Makinesi

Kaynak: www.pinterest.com

İngiltere'nin anayasal haklara ilişkin yaklaşımı ve mevcut anayasa ile kurulan monarşi devleti nedeniyle, 18. yüzyılda öteki devletlere kıyasla ekonomik ve mali imkânlar bağlamında oldukça gelişmiş düzeyde bulunan devlet, işgücü ve makineleşmeyi mecburi hale getirmiştir. Parlamento, kapitalizmin kuralları doğrultusunda iç piyasadaki bütün engelleri kaldırarak rekabete dayalı serbest piyasa ekonomisini oluşturmayı hedeflemiştir (<https://www.tarihiolaylar.com>). Dolayısıyla Sanayi Devriminin belirleyici unsurlarından ilkinin İngiltere'de toplumsal ve ekonomik dönüşümün baş aktörü olan burjuva sınıfının ticari ve endüstriyel faaliyetleri sonucu sağladığı sermaye birikimi, ikincisinin ise bilimsel birikim sonucu elde edilen teknolojik gelişim olduğu söylenebilir (Görçün, 2017, s. 12).

Endüstri Devrimi özünde talep artışı ile açıklanabilir. Geçmişte yaşanan savaşların azalması, kırsal alanlardan kentsel bölgelere yönelik büyük göçlerin ve salgın hastalıkların kısmen kontrol altına alınmasına bağlı olarak Avrupa nüfusu büyük bir hızla artış göstermeye başlamıştır. Buna paralel olarak da endüstriyel ürünlere yönelik

yoğun bir talep yaşanmaya başlamıştır. Ortaya çıkan bu yoğun talep artışını karşılayacak üretim için işgücüne duyulan ihtiyaç da önemli ölçüde artmıştır (Görçün, 2017, s. 21-22). Öte yandan İngiltere, sanayileşmesini sağlayacak kömür ve demir yönünden zengin yer altı kaynaklarına sahiptir. Özellikle İngiltere'nin büyük bir sömürge imparatorluğu olmasından dolayı sahip olduğu donanma ve büyük filolar sayesinde hem işlenecek hammadde hem de işlenmiş ürünlerin sunulacağı pazara erişimi mümkün olmuştur (<https://www.tarihiolaylar.com>).

Endüstri Devrimi birçok ekonomik, siyasal ve toplumsal gelişmeden etkilenerek ortaya çıkmış olsa da aynı zamanda tüm bu gelişmelere önemli oranda etkilerde de bulunmuştur. Bu dönem ekonomik faaliyetlerin yapısal olarak dönüştüğü, buna bağlı olarak endüstriyel ilişkilerin, tedarik, üretim ve tüketim süreçlerinin köklü değişime uğradığı bir dönemdir (Görçün, 2017, s. 21). Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkması için mevcut olan bu şartlar haricinde etkili olan başka gelişmeler de vardır. Bu olayların en başında Avrupa'nın zenginleşmesi gelir. 16. ve 17. yüzyıllarda çok geniş bir biçimde yürütülen sömürgecilik anlayışı Avrupa ülkelerindeki sermaye artışını ve üretimi besleyerek söz konusu ülkelerin ekonomilerini finanse etmiş ve gelişmelerine imkân sağlamıştır (Çevik, 2018, s. 3).

O dönemin İngiltere'sinde tekstil endüstrisinin hızlı gelişimine bağlı olarak tekstil ürünlerine yönelik talebin ciddi bir artış göstermesi, yünün yerine pamuğun ikame edilmesine yol açmış, bu sayede pamuk tekstil endüstrisinin temel hammaddesi ve yarı mamulü haline gelmiştir. Söz konusu talebi karşılamada insan gücünün yetersiz kalması, insan gücü yerine kullanılabilecek yani daha güçlü ve kesintisiz enerji sağlayan bir başka güç kaynağı olan buhar makinesine ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur (Görçün, 2017, s. 12-13). Aslında 1. Sanayi Devrimi veya Endüstri 1.0 olarak isimlendirilen sürecin başlangıcı James Watt'ın 1698'de üretilmeye başlanan Newcomen buhar makinesini tamir etmesi ve onu geliştirip yeni ve daha verimli çalışan buhar makinesini icat etmesine ve beraberinde zincirleme olarak yaşanan birçok gelişmeye dayanmaktadır. Bu sayede endüstri yeni bir boyut kazanmış ve neticeleri yaşamın birçok farklı alanında hissedilmiştir (Yüksekbilgili & Çevik, 2018, s. 423). Bu başlangıç endüstri tarihinde 'Endüstri 1.0' olarak yerini almıştır (Görçün, 2017, s. 16).

Enerji dönüşümü o güne kadar dünyada eşi görülmemiş bir üretim artışı yaratmış, üretim araçları ve süreçleri kökten değişime uğramak zorunda kalmıştır

(Sarıkulak, 2008, s. 15). Özellikle tekstil sektöründe faaliyete başlayan yeni makinelerle bir işçinin üretim yeterliliği neredeyse 40 kat oranında artış göstermiştir (Özdoğan, 2017, s. 2).

Buharlı makinelerin yarattığı bu avantajı ilk fark eden imalatçılar, pamuklu dokuma üreticileri olmuştur. Watt'ın icat ettiği buharla çalışan makinelerin ortaya çıkmasından önce sanayide yaşanmaya başlanan teknolojik yenilikler ile buharlı makine ve pamuklu dokuma tezgâhlarının birlikte kullanılmaya başlanması sayesinde verimlilikte devrim niteliğinde bir başarı elde edilmiş ve bu başarı ile pamuklu dokuma endüstrisi İngiliz sanayisinin temel dinamiği halini almıştır (Bilgin, 2018).

Sanayi Devrimi sürecinde işletmelerin ve endüstrilerin yardımına yetişen makineler birim zamanda daha yüksek miktarda üretimi mümkün kılarken aynı zamanda üretim faaliyetlerinin standart bir hal almasını da sağlamıştır. Daha da önemlisi bu makineler ile birlikte nitelikli işgücüne olan ihtiyaç da azalmaya başlamıştır. Sonuç olarak artan yoğun talebi karşılamakta yaşanan zorluklara ve işgücü bağımlılığına bir son verilebilmiştir. Endüstri Devrimi kavramı ile ortaya çıkan çok miktarda ürün, aynı zamanda toplumun yaşam kalitesinin yükselmesine yol açmış, söz konusu bu süreç aynı zamanda yoksul ve zor koşullarda emek veren işçi sınıfının da ortaya çıkmasını sağlamıştır (Özdoğan, 2017, s. 3). Yeni bir toplumsal sınıf olarak ortaya çıkan işçi sınıfı ilerleyen süreçte bir takım ekonomik, sosyal ve siyasal haklar talep etmeye başlamıştır (Görçün, 2017, s. 24).

Diğer taraftan, buhar gücü, ulaşımda demiryolu araçlarında kullanılmaya başlandıktan sonra hammaddelerin tedarikinden ürünlerin pazara taşınmasına kadar gerçekleşen sürecin temel enerji kaynağı haline de gelmiştir. Bu sürecin diğer bir önemli bileşeni ise çeliktir. Buhar enerjisinin kontrol altında tutulabilmesi ve yüksek basınca dayanıklı makinelerin üretilmesi için ise çelik hammadde olarak kullanılmıştır (Görçün, 2017, s. 16). 1804 yılında Richard Trevithick ilk lokomotifini icat etmiş ve bunu 24 Şubat günü Galler'deki bir kalay madeninde kullanmıştır. 27 Eylül 1825'de ise kamusal ulaşım hizmet eden demiryolları ve lokomotiflerin yolcu ve yük taşımaya başlamasıyla birlikte demiryolu araçları sanayi devriminin bir bileşeni haline gelmiştir (Görçün, 2017, s. 18). Üretimde buhar, kömür ve demirin hem enerji kaynağı olarak hem de hammadde olarak birlikte kullanılmaya başlanması demiryolu kullanımına hız kazandırmıştır (Siemens, 2016, s. 6).

Sanayi Devrimi boyunca ulaşım sistemlerinde yaşanan iyileşmeler ve demiryolu taşımacılığının daha ekonomik ve kullanışlı hale gelmesi, sanayileşme sürecinde ülkenin tümüyle bir ulusal ekonomiye dönüşmesini sağlamıştır. Sanayi devrimi sürecinde demiryolu taşımacılığı devrimin temel yapı taşı olsa da deniz yolu taşımacılığının etkisi de göz ardı edilmemelidir. Buhar makinelerinin denizyolu araçlarında kullanılması denizyolu taşıma operasyonlarının daha fazla kontrol altında tutulmasına imkân vermiştir (Görçün, 2017, s. 19). Denizyolu ve demiryolu taşımacılığının gelişimi ile ticari faaliyetlerin kapsamı genişlemiş ve bu sayede Avrupa'da daha önceden bilinmeyen birçok hammadde ve ürün yüksek kar karşılığında satılmaya başlanmıştır. Üretimde kullanılan materyallerin uzak bölgelerden eskiye oranla daha kolay ve ekonomik şekilde elde edilebilmesi tedarik maliyetlerinin azalmasını da sağlamıştır. Avrupalı sanayiciler hammadde tedarik etmek için ulaştıkları coğrafyalardaki yerli halkları karın tokluğuna çalıştırmaya başlamışlar ve bu denli ucuz işgücünün keşfedilmesi beraberinde köleleştirme sürecini de hızlandırmıştır. Böylece bu dönem köle olarak çalıştırılan insanların ticari emtiaya dönüştürülüp, alınıp satılmaya başlandığı bir dönem olarak da tarih sahnesindeki yerini almıştır (Görçün, 2017, s. 27).

Endüstriyel alanda ve ticari faaliyetlerde başarı gösterebilmek için ihtiyaç duyulan doğru ve hızlı iletişim için Avrupa'nın birçok ülkesinde posta teşkilatları kurulmaya başlanmıştır. Demiryolu taşımacılığının gelişmesi ve kullanım ağının her geçen gün daha da genişlemesi bir iletişim ve haberleşme ögesi olarak posta taşımacılığının gelişmesine yol açmıştır. İlerleyen yıllarda posta teşkilatlarının erişebildiği nokta sayısı ve iletişim ağları giderek artış göstermeye devam etmiştir. Sanayileşme Avrupa'da nüfus hareketlerini ve kentleşme süreçlerini de önemli ölçüde etkilemiştir. Sanayi devrimine hem etken hem de edilgen biçimde etki eden göç hareketleri kırsal alanların boşalmasına buna karşılık kentsel alanların nüfus anlamında yoğunlaşmasına da neden olmuştur (Görçün, 2017, s. 21).

Sanayi devriminin yol açtığı toplumsal, ekonomik ve demografik gelişmeler, devrimsel nitelikte yenilikler barındırmaktadır. Bu devrim, üretimde kullanılan aletlerin ve insan emeğinin yerine bilim, teknoloji ve makineleşmeyi ikame etmiş aynı zamanda yoğun talep artışı sebebiyle kırsal alanların boşalmasına, kentsel alanlarda nüfus patlamalarının yaşanmasına, yeni toplumsal sınıfların (burjuva, proleter vb.) ve ideolojilerin (komünizm' sosyalizm' nasyonalizm vb.) ortaya çıkmasına, emek ve sermaye arasındaki ilişkinin emek aleyhine bozulmasına ve bu dengesizliği ortadan

kaldırmayı amaçlayan sendikal örgütlenmenin ortaya çıkmasını zemin hazırlamıştır. Ayrıca sanayi devriminin yarattığı hammadde gereksinimi ve yeni pazar arayışları sanayileşmiş ülkelerin emperyalist stratejiler oluşturmalarına da imkân vermiştir (Duman, 2008, s. 105).

Günümüz sosyal, politik ve iktisadi ilişkilerin temeli olarak nitelendirilen ve tarihsel bağlamda toplumlar için bir dönüm noktası olan Sanayi Devrimi meydana getirdiği çok yönlü etkiler ile hem sosyal hem politik hem de iktisadi anlamda ciddi değişikliklere yol açmıştır (Görçün, 2017, s. 11). Birinci Endüstri Devrimi ile birlikte İngiltere’de atölye ve imalathanelerde insan emeğine dayalı olarak sürdürülen üretimin, makineleşmesi sosyoekonomik yapının değişimine neden olurken, buhar gücünden basım işlerinde de faydalanılmaya başlanması kültür ve iletişim alanında farklı gelişmelerin yaşanmasını da sağlamıştır. Ve bu gelişmeler doğrultusunda Endüstri Devrimi, dünyanın “daha küçük ve daha bütünleşmiş “ bir yer haline gelmesinin önemli aşamalarından birisi haline gelmiştir. (Siemens, 2016, s. 6). Sonuç olarak Rönesans ve reform hareketlerinin düşünsel süreçlerinin oluşturduğu Sanayi Devriminin devamlılığı ile beraber sosyal anlamda ciddi dönüşümler meydana gelmiş, feodal toplumlar yerini endüstri toplumlarına bırakmıştır (Dikkaya, Gençler, & Aytekin, 2018).

1.2. İkinci Sanayi Devrimi

Birinci Sanayi Devrimi’nin sonlanmasından neredeyse yüzyıl sonra dünya, yenilikleri doğuran değişimlerin geleneksel tarzlarından farklı bir türüne tanık olmuştur (Tatar, 2018) I. Sanayi Devrimi sürecinde kullanılmaya başlanan mekanik üretim yöntemlerinden sonra, 1840’lı yıllardan itibaren, teknolojik gelişmelerin hız kazanmasıyla, II. Sanayi Devrimi’nin alt yapısı oluşmaya başlamıştır (EBSO, 2015, s. 6).

II. Sanayi Devrimi 1870 yılından sonra kimya bilimindeki gelişmeler sayesinde içten yanmalı motorların keşfedilmesi ve sanayide aktif kullanılması ile çelik, elektrik ve petrol endüstrileri ile haberleşme, ulaştırma ve tıp alanında yaşanan köklü değişimlerin sonucunda meydana gelmiştir (Kahraman, 2017, s. 53). Dünya Ekonomik

Forumuna göre 1870 yılında başlayan İkinci Sanayi Devrimi, Birinci Dünya Savaşı'na kadar devam etmiştir (Dikkaya, Gençer, & Aytekin, 2018).

İlk olarak 1870-1930 yıllarını kapsayan İkinci Sanayi Devrimi özünde birinci devrimde hayat bulan köklü yeniliklerin yarattığı sosyal dönüşüm sonucunda oluşan ve aydınlanma döneminin etkisi ile gelişim gösteren bilimsel metotların meydana getirdiği bir devrimdir (Mokry, 1999, s. 1) .

Söz konusu devrimin ilk aşamasının sonucunda gelişen demiryolu ulaşımı sayesinde hızlanan ticari faaliyetler, demiryollarının yapımı için dayanıklı çelik üretimi ihtiyacı yaratmış bu da sanayi devriminin yeni dinamiği halini almıştır (Çevik, 2018, s. 5). Özellikle kömür yeni bir enerji kaynağı olarak endüstri devrimlerinde ciddi rol oynamıştır. Bununla birlikte petrolün farklı bir enerji kaynağı olarak kullanımı İkinci Endüstri Devrimi sürecinde hızlanmıştır (Sarıkulak, 2008, s. 20).

Birinci Sanayi Devrimi'nin başlangıcını simgeleyen buhar makinesi ile temel enerji kaynağı olan kömürün yerini petrol enerjisi ve içten yanmalı motorların alması insanlık tarihinde yeni bir dönüm noktası olmuştur. Enerji kaynağı olarak kömür yakın bir geçmişte kullanılmış olsa da tedarik edilmesi ve fabrikalara taşınmasının zor ve maliyetli olmasından dolayı kömürle çalışan buhar makinesi endüstrilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yetmemiştir. Ayrıca enerji üretimi esnasında ciddi miktarlarda enerji kaybı yaşanmaktaydı. Tüketim hızının yüksek olması tedarik edilen hammadde miktarını ve ikmal için gerçekleştirilen taşıma işlem hacminin sayısını da büyük ölçüde arttırdığı için bu kadar hammaddeyi stoklayabilecek alanlar da mevcut değildi. Endüstride buhar makinasıyla dinamoyu çalıştırmak yoluyla kullanılan en yaygın enerji kaynağı kömür idi (Günay, 1997, s. 13). Ancak petrol, kömüre kıyasla endüstriler için inanılmaz fırsatlar ve faydalar yaratıyordu. Akışkan bir yapıda olmasından dolayı denizyolu ve demiryolu gibi taşıma türlerine daha az ihtiyaç duyduğu için endüstrilerin söz konusu taşıma türlerine bağımlılıklarını önemli ölçüde azaltmıştı. Bu durum kömüre kıyasla daha düşük maliyetler getirmekteydi. Esasında petrol eski zamanlardan bu yana iyi bilinen bir yakıt olmasına karşın çıkarılması önceleri teknolojik yetersizlik nedeniyle imkânsızken bu dönemde yaşanan teknolojik ilerlemeler sonucunda bulunan yeni delme teknikleri ile olanaklı hale gelmişti. 1859 yılında Titusille de Drake tarafından ilk petrol kuyusundan ham petrol çıkarılmasının ardından geçen on yıl gibi kısa bir sürede petrol arama ve çıkarma şirketleri kurulmaya başlandı. Bunun sonucunda petrolü enerji

kaynağı olarak kullanan endüstrilerin sayısı her geçen gün artış gösterdi. Böylece 20. yüzyılın ilk zamanlarında ortaya çıkan İkinci Endüstri Devrimi'ni, petrol kökenli içten yanmalı motorların kullanımı tetikledi. 1892 yılında Alman mühendis Rudolf Diesel'in (1858-1913) patentini almış olduğu içten yanmalı bir motoru keşfi sonrası neredeyse tüm ulaşım alanlarında ve fabrikalarda kullanılan tüm makine ve ekipmanlarda petrol ile çalışan bu motorlar büyük bir hızla benimsendi (Görçün, 2017, s. 51-54).

İçten yanmalı motorların kullanılması ve kömür yerine petrolün ikame edilmesi ile beraber bu devrim sürecinde en etkili madde çelik olmuş ve demirin yapısından kaynaklı üretim sorunlarının çözümü çelikte bulunmuştur. Birinci Endüstri Devrimi sonucunda ortaya çıkan demiryolu ağının oluşturduğu büyük üretim sanayii, çeliğinin hayatımıza girmesine yol açmıştır. Birinci Endüstri Devrimi'nde en büyük refah kaynağı olan pamuk İkinci Endüstri Devrimi'nde çelik olarak kendini göstermiştir (Sarıkulak, 2008, s. 24).

1856'da İngiliz madencisi Henry Bessemer (1813-1898) bulduğu üretim yöntemi ile çeliğin maliyetini önemli ölçüde azaltarak eskisinin yedide birine düşürmüştür. 1863'te Fransa'da Siemens-Martin yöntemi ya da açık fırın yöntemi olarak bilinen ikinci bir çelik üretim yöntemi geliştirilmiştir. 1878 yılına gelindiğinde ise S. G. Thomas (1850-1885) ve Percy Gilchrist (1851-1935) isimdeki iki İngilizin Bessemer tekniğini yüksek oranda fosfor içeren demir cevherine uygulaması ile bu tarihten sonra çelik, yüksek dirençli ucuz metale ihtiyaç duyan demir yolu ve inşaat gibi alanlarda demirin yerini almaya başlamıştır. Çelik yapımında uygulanan bu gelişmeye, en önemli bilime-dayalı icat olarak bakılmaktadır (Günay, 1997, s. 12).

Kimya endüstrisi de ilk ciddi atılımını bu dönemde yaşamıştır. Laboratuvar ortamında kömürün hammaddesi olduğu yeni ve değişik ürün türlerinin geliştirilmesiyle, kimya endüstrisinde sentetik boyaların imalatı yapılmaya başlanmış, böylece üretim kapasitesindeki bu artış doğu ülkelerinin geleneksel yöntemlerle ürettikleri doğal boya imalatının çok önüne geçmiştir. Sentetik madde imalatı yalnızca boyalarla kısıtlı kalmamış; aspirinden suni gübreye kadar birçok madde de bu dönemde ortaya çıkmıştır (Kennedy'den aktaran Arkan, 2018, s. 5-6). Çeliğin üretiminde kullanılan karbon alaşımların ve fosil yakıtların kullanımı ile oluşan yeni enerji rejimi ise günümüzde karbon salınımı konusunda yaşanan gelişmeleri tetiklemiştir (Sarıkulak, 2008, s. 24).

Bu dönemin ulaşım olanakları ise içten yanmalı motorların aktif şekilde kullanımı ve petrolün kömürün yerini alması ile beraber hiç olmadığı ölçüde gelişim göstermiştir. Bu dönemin önde gelen ulaştırma sistemi demiryolu taşımacılığı olmakla beraber denizyolu taşımacılığında da çok ciddi gelişmeler yaşanmıştır. Öte yandan bir başka taşımacılık sistemi olan karayolu taşımacılığı da kendini göstermeye başlamış ve karayolu taşıtları hem bireysel kullanımda hem de ticari olarak yük taşımacılığında öne çıkmaya başlamıştır (Görçün, 2017, s. 55, 71).

İkinci Sanayi Devriminin ilk yarısına kadar endüstriler dönemin üretim yöntemini değiştirmeden uygulamışlar ancak bu süreçte petrol türevi enerji kaynaklarının fazla maliyetli oluşu ve sürdürülebilir olmayışı, üretim bantlarını ve makinelerin çalışmasını sağlayan enerji türü olarak fosil yakıtların yerini elektrik enerjisinin almasına yol açmıştır. Buhar gücüne kıyasla oldukça güçlü olan bu yeni ve yüksek teknoloji sayesinde makineler daha fonksiyonel hale gelmiş ve üretimde de artış sağlanmıştır. Böylece seri üretim kavramı tüm dünya tarafından tanınmaya başlanmıştır. Bu dönemde seri üretimin en çok bilinen örneklerinden biri, Henry Ford'un, Ford Motor Şirketi olmuştur (EBSO, 2015, s. 5). Fordist üretim olarak adlandırılan bu üretim yöntemi ile Ford'un otomobil firmasında ilk seri üretim bandında kitlesel üretim gerçekleştirilmiştir. Ve bu kez devrimin adresi ABD olmuştur (Büyükcuslu, 2016).

İlerleyen yıllarda tüm endüstriyel süreçlerin yanı sıra günlük yaşamın her alanında hissedilecek gelişme petrokimya endüstrisinde yaşanmıştır. 1940'lardan itibaren petrol ürünleri katalizör yardımıyla çeşitli hammaddelere dönüştürülmeye başlanmış elde edilen hammaddeler giyimden, tarımsal aktivitelere, gıdadan kişisel kullanım ürünlerine kadar hayatın her alanına ilişkin ürünlerin üretilmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Görçün, 2017, s. 84-87).

Ulaşım sistemlerindeki gelişmeler sayesinde ise birim zamanda tedarik edilen hammadde miktarı artmış ve taşıma olanaklarından kaynaklanan kısıtlar hıza bağlı olarak nispeten aşıldığı için çok miktarda hammadde stoklanabilmiştir. Bu durum geçmişle mukayese edildiğinde tedarik sisteminin esnekleşmesini de beraberinde getirmiştir. Bu süreçte meydana gelen değişimler üretim fonksiyonuna da yansımıştır. Bu gelişmeler sonucunda üretim faaliyetleri yapısal olarak değişime uğrarken fabrikaların tasarımı da değişime uğramış endüstriler üretim mekânlarını yeniden yapılandırmak durumunda kalmıştır. Devasa boyutlardaki buhar makinelerinin yerine

daha az yer kaplayan motorların ikame edilmesiyle fabrika içerisinde kullanılabilir alan sayısı ile birlikte makinelerin sayısı da artmış ve üretimde beklenmedik düzeyde bir artış yaşanmıştır. Bu gelişmeler ilerleyen yıllarda Fordist Üretim ve Taylorizm olarak adlandırılan üretim yöntemlerinin alt yapısını oluşturmuştur (Görçün, 2017, s. 55). Bu aşamada yatırımcılar sermaye birikimlerini geçmişe oranla çok fazla arttırmış, seri üretime geçmiş ve dünya çapında olmasa da bölgesel anlamda ağlarını genişletmişlerdir (Aksoy, 2017).

İşgücünün metalaşması ve makineleşmeyle birlikte hem toplam üretim miktarı artış göstermiş hem de verimlilik olumlu yönde etkilenmiştir. Bununla birlikte, işçiler uzun saatler boyunca düşük ücretlerle çalıştırılmış, iş sağlığı ve güvenliği bu dönemde dikkate alınmamıştır. Öte yandan bu dönemde işçiler arasında sendikalaşmanın hızlanması ve bilgi toplumunun öneminin artmasına bağlı olarak beyaz yakalı çalışanların sayısı da fazlalaşmıştır (Çevik, 2018, s. 5).

Aslında İkinci Sanayi Devriminin en başından beri yapılan iki şeyden birincisi var olanı açığa çıkarmak ikincisi de mevcut pazarlarda üretimi geliştirmek olmuştur. Bu duruma açıklık getirecek en güzel örnekler doğal kaynakları işlemeyi öğrenip makineleşme ile birlikte üretimde verimliliği elde etmek, okyanus aşırı ticaret yapmak ve üretilen ürünleri pazarlayabilmek üzere motorlu araçları kullanmak şeklinde sıralanabilir (Aksoy, 2017). İkinci Sanayi Devriminin sosyoekonomik açıdan çok önemli etkileri olmuştur. Dünya tarihinde en büyük ekonomik büyüme 1800'lerin sonunda kaydedilmiştir. Bu dönemde sanayileşme avantajına sahip ülkelerde yaşam standartları artmış, ulaştırma, sağlık vb. hizmet odaklı alanlarda gelişmeler gözlenmiştir (Özkan, 2019, s. 6).

1876 yılında ABD'li fizikçi Alexander Graham Bell (1847-1922) sağırların duymasına imkân tanıyan bir araç geliştirme çabası içindeyken telefonu icat etmiştir. 1879'da ABD ve İngiltere'de ilk uzun mesafeli telefon görüşmeleri yapılmaya başlanmıştır. Tüm bu gelişmelerin ardından 1900'de ABD'de her 50 kişiye bir telefon düşer hale gelmiştir (Görçün'den aktaran Arkan, 2018, s. 7). Bu teknolojiler aynı zamanda yaşam kalitesi ve hızını da arttırmıştır. İkinci Sanayi Devrimi sırasında ortaya çıkan icatlar birbirinin oluşumunu destekler nitelikte olmuştur. Demiryolu telgraf makinesinin büyümesini teşvik etmiştir. Önce telgraf ve daha sonra telefonun keşfi, anında iletişim çağını başlatırken kültürel tarihçi Stephen Kern'in sözleriyle "mesafenin

yok edilmesini” de sağlamıştır (<https://ushistoryscene.com/>). Birinci Sanayi Devrimi’nin enformasyon teknolojisi alanında yarattığı en önemli yenilik telgraf olmuşken İkinci Sanayi Devrimi ise telefon ve telgrafi ortaya çıkarmıştır. Telefon, radyo, daktilo, ucuz gazete kâğıdı gibi diğer gelişmeler de haberleşme ve iletişimin şekillenmesinde önemli roller oynamıştır. Bu dönemde kentler hızla büyüme göstermiş, gelişmiş ülkelerde ailelerin çalışma ve konaklama yerleri değişim göstermeye başlamıştır. Birinci Endüstri Devrimi’nin İngiltere ve Avrupa’da ortaya çıkardığı gelişmeler, İkinci Endüstri Devrimi ile önce ABD, Japonya gibi ülkelerde daha sonraları ise hızla genişleyerek dünyanın birçok bölgesinde etkisini göstermiştir (Siemens, 2016, s. 7).

İkinci Endüstri Devrimi, aydınlanmış fikir ve akıl doğrultusunda çalışan bilimin daha yöntemsel vasıtalarla bilimsel süreçlere odaklanması ile oluşmuştur. Bu süreç gelişen metodolojik bir yaklaşım ile teknoloji ve işlenmiş bilginin etkileşiminin artması sonucunda insan hayatını bütünüyle etkileyecek yöntem ve araçları geliştirmiştir. Bu durum devrimin derinlemesine nüfus etmesi sonucunu doğurmuştur. Birinci Sanayi Devrimi ile kıyaslandığında bu devrim insanlar için mutlak etkilenilecek bir oluşum haline gelmiştir. Birinci Endüstri Devrimi ve aydınlanma dönemi ile güçlenen ulus-devlet ve merkezi yapılar yol, tren istasyonları ve elektrik ağları gibi konularda gerçekleştirdikleri büyük yatırımlarla hayatın her alanına girerek güçlerini artırmışlardır. Tüm bunların yanında bu yatırımları yapabilen şirketler de hem yapısal hem de kurumsal anlamda karar almada söz sahibi konumuna erişebilmişlerdir (Sarıkulak, 2008, s. 25).

Üst üste gerçekleşen yenilikler ve icatlar sonucu üretim maliyetleri düşmüş ve artan verimlilik ile emtia fiyatları ciddi oranda azalmıştır. Bu durumun artış göstererek devamı ileride tüketim toplumunun ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bir önceki dönemde gelişim gösteren Adam Smith’in ortaya koyduğu ekonomik görüş özellikle 1929 buhranı ile sarsılmış ve Keynesyen Teori ortaya atılmıştır. Piyasanın “görünmez el” ile düzenleneceğini iddia eden Smith’in aksine Keynes, devletin gerek duyduğu hallerde piyasayı denetleyip, düzenlemesi gerektiğini savunmuştur. Emekli ve yaşlılık maaşı, iş güvencesi, çalışma koşullarının başta yaş ve saat hususlarına getirilen kısıtlamalar ile iyileştirilmesi ve sağlık sigortası gibi kavramlar ortaya çıkarak sosyal devlet kavramının yerleşmesi sağlanmıştır. Bu durum, ekonomik krizlerden olduğu kadar özellikle

doğusundaki komünist hareketlerden etkilenen Avrupa'nın yönetsel çıkış yolları olmuştur. Ancak bu sayede bugün refaha ulaşmış toplum olarak görülen Avrupa'nın önu açılmış ve İkinci Dünya Savaşı etkilerinin silinmesiyle dünyanın kalanından farklı bir toplum anlayışına sahip bakış açısı gelişebilmiştir (Sarıkulak, 2008, s. 25).

İkinci Sanayi Devrimi, birçok yönden, birincisinin devamı niteliğinde olmuştur. İlk devrimin birçok endüstrisi ikincide de varlığını devam ettirmesine rağmen İkinci Sanayi Devrimi'ni ilkinden ayıran birçok farklı özelliği mevcuttur. Bunlardan ilki, özellikle 1870 ve 1914 yılları arasında ücretler ve yaşam standartları üzerindeki belirgin farklılaşmadır. İkincisi ise (her ne kadar liderlik batının tekeline kalmış olsa da) teknolojik liderliğin coğrafi odağının İngiltere'den daha farklı coğrafyalara kayması olmuştur. Sonuç olarak İkinci Sanayi Devrimi doğaya ilişkin bilgi ve o bilginin teknolojik uygulamalara etki eden yönü arasındaki ilişkiyi değiştirerek doğrudan teknolojik değişimin kendisini meydana getirip daha sonraki yıllarda gerçekleşecek olan endüstri devrimlerinin oluşumuna yeni bir yol hazırlamıştır (Mokry, 1999, s.1).

1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

Birinci Sanayi Devriminin 19. yüzyıla, II. Sanayi Devriminin 20. yüzyıla ve III. Sanayi Devriminin de 21. yüzyıla önemli etkisi olmuştur. Bu devrim de diğer iki Sanayi Devrimi gibi çalışma ve hayat şartlarını köklü bir değişime uğratmıştır. (Rıfkın'den aktaran Kahraman, 2017, s.56). Üçüncü Sanayi Devrimi, yani 1980'lerden itibaren başlayan bilgi işlem ve otomasyon yenilikleri küreselleşme döneminin fitilini ateşlemiştir (Uygur, 2016).

Küresel kapitalizm ucuz işgücü ve çok geniş bir tüketici kitlesine sahip küresel pazarı elde edebilmek için müzik, sinema, roman gibi sanatsal etkinlikleri kullanarak özgürlük söylemleri ile işe başlamıştır. Bu çabalar komünist-sosyalist bloğun yıkılması ve beraberinde devletçi ekonomik politikalar uygulayan devletlerin hızla kapitalist bloğun içine çekilmesi ile sonuç vermiştir. 1989 yılının sonlarında Berlin Duvarının yıkılması ve hemen ardından 1991 yılında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin dağılması ile küreselleşmenin siyasi, sosyal ve iktisadi açıdan tekrardan hareketlendiği ve geçmişe dair bütün paradigmaların birdenbire ortadan kalktığı bir dönem dünya tarihindeki yerini almıştır. Bu süreçte yaşanan tüm gelişmeler iki önemli etkenin çarpıcı

ve önemli dönüşümü ile sağlanmıştır. Bu iki etken iletişim ve haberleşme alanlarında yaşanan tam tabiri ile teknoloji devrimi şeklinde değerlendirilebilecek gelişmeler ile ulaşım alanında yaşanan dikkat çekici gelişmelerdir (Görçün, 2017, s. 96-97).

İnsanlar Üçüncü Endüstri Devrimi ile beraber en yoğun ve yakın sosyal ilişkilere sahip olmuştur. Birinci Endüstri Devrimi deniz ulaşımı, İkinci Endüstri Devrimi kara ulaşımı ile gelişimine büyük katkılar sağlarken Üçüncü Endüstri Devrimi havayolu ulaşımı ile kendini tanımlamıştır (Sarıkulak, 2008, s. 30). İletişim araçları, endüstri devrimleri boyunca gelişim ve dönüşüme uğramışlardır. Özellikle toplumun daha yoğun ve sıkı ilişkiler kurmasını iletişim araçlarında yaşanan dönüşümler sağlamıştır. Öncelikle telgraf ve telefonun icadı, daha sonra ise radyo ve televizyonun yaygınlaşması ile insanlar dünyayı küçültmüş ve yaşamlarının etki alanlarını arttırmışlardır (Görçün, 2017, s. 111-112).

Üretim boyutunda ciddi değişimler yaşatan bu teknolojik gelişme akımı, 1940'lı yıllardan sonra elektronik cihazlar, endüstriyel robotlar ve elektronik bilgisayarların, 1990'lardan itibaren de internetin gelişimiyle varlığını sürdürmüştür. Üçüncü Sanayi Devrimi'nin ayırt edici özelliği üretime etki eden yeni bir enerji değişimi değil, otonom makinelerin üretim sürecine dâhil edilmesiyle dijitalleşmenin başlamasıdır. Bu sanayi devriminin başrolünde bilgisayarlar, dijital ürünler ve internet yer almıştır (Bilginden akt. Dikkaya, Gençer, & Aytekin, 2018).

Bilgisayarın “computer” şeklinde yani hesap yapabilme anlamında ilk defa 1613 yılında kullanıldığı bilinmektedir. Dünyanın bilinen ilk programlanabilir bilgisayarı Konrad Zuse tarafından 1936-1938 yılları arasında icat edilmiştir. 1943 yılına gelindiğinde ise Tommy Flowers “Colossus” adı ile bilinen dünyanın programlanabilir ilk elektronik bilgisayarını geliştirmiştir (Özdoğan, 2017, s. 14).

İlerleyen yıllarda bilgisayarların boyut olarak küçülmesi; evlerde, ofislerde kullanılabilen küçük elektronik aygıtlara dönüşmesini sağlamış ve daha sonra bilgisayarlar kişisel olarak da kullanılabilen ticari metalar haline gelmiştir. Ünlü bilgisayar tasarımcısı Steve Jobs tarafından üretilen Macintosh isimli bilgisayarlarda yine Jobs'un girişimi ile farenin kullanılması klavye temelli bilgisayarları fare temelli bilgisayarlara dönüştürmüş ve dünya üzerinde bilgisayar kullanıcılarının sayısında çok ciddi artışlar yaşanmaya başlamıştır. Bilgisayar teknolojisinin yanında tüm dünya için de dönüm noktası olarak sayılabilecek ve dijitalleşmenin ilk adımı olarak kabul

edilebilecek bir gelişme de mikroçip teknolojisinde gözlemlenmiştir. Üretilen ilk bilgisayarda tedariki zor ve pahalı olan germanyum adı verilen bir maddeden yapılan transistörler kullanılmıştır. Bell laboratuvarlarında William Shockley'in Germanyum yerine silikon ile transistör yapmayı başarmasıyla mikroçipler silikondan yapılmaya başlanmıştır. Bu ilerleme bilgisayarların boyutlarını daha da küçültebildiği gibi ucuzlamasını da sağlamış ve bütün bu çabalar bilgisayarların neredeyse bütün endüstrilerde ve işletmelerde kullanılır bir nitelik kazanmasıyla sonuçlanmıştır. Bu süreçte işletmelerin tamamına yakını tedarik, üretim ve lojistik süreçlerini bilgisayarlar aracılığıyla yürütmeye başlamıştır (Görçün, 2017, s. 109-111).

Bilgisayarların mekanik anlamda gelişmesi ve imalatı ile birlikte onları işlevsel hale getirecek ve yönetecek programlama dillerine de gereksinim duyulmuştur. Yeni teknolojilerin ürünü olan bu sistemler daha sonra yazılım geliştirme dillerinin üretilmesi ile yönetilebilen ve yönlendirilebilen sistemler haline gelmiştir (Özdoğan, 2017, s. 15). Windows yazılımının genç bir bilgisayar dâhisi olan Bill Gates tarafından kullanıcıların hizmetine sunulması ile üretilen neredeyse tüm elektronik aygıtlar Windows uyumlu hale getirilmiş ve Windows tüm dünyada en yaygın kullanılan işletim sistemi olmuştur. İnternetin insan yaşamına dâhil olması ve giderek yaygın hale gelmesi ile bilgisayar daha da önemli bir niteliğe kavuşmuştur. Mevcut bilgisayarlar kişiselleşerek kişisel bilgisayar (PC) adını almış, cebe sığacak kadar küçülmüş ve işlem hızları bakımından ciddi yollar kat etmiştir (Görçün, 2017, s. 109-111).

Üçüncü Sanayi Devriminin ortalarında kullanılmaya başlanan internet ile ilgili olarak Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığında bir çalışma başlatmış ve ARPANET kurulmuştur. ARPANET'in açılımı ise "Advanced Research Project Agency Network"tür. Paket verilerin yani dijital bir takım bilgilerin kurulan söz konusu ağ üzerinden başka bir bilgisayar sistemi üzerine aktarılmasına dayanmaktaydı. Bu mantık aslında internetin doğmasındaki ilk adım olarak bilinmektedir (Özdoğan, 2017, s. 17). Endüstri devrimleri, insan hayatını etkileyen bu yeniliklerle karşılaştırıldığında, insanlık tarihinde yaşamı internet kadar etkileyen ve dönüştüren başka bir araç nadiren görülmektedir. İnternet, toplumda insan ilişkilerini yeniden tanımlarken, yepyeni yollarla dünyayı küçültmüştür. İnternet ile insanoğlu dünyayı anlık olarak takip edebilme ve istediği şekilde etkileyebilme şansına sahip olmuştur (Sarıkulak, 2008, s. 28).

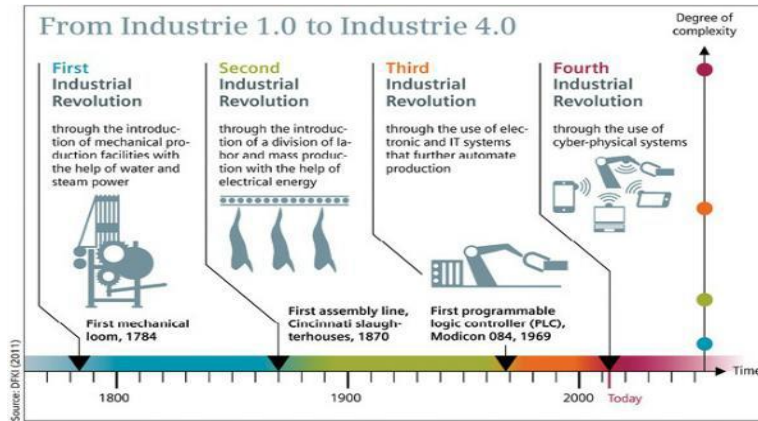
3. Endüstri Devrimi kapsamında, elektronik sanayi; teknolojideki ilerlemelere paralel olarak hızla gelişimini sürdürürken, bilim ve teknolojinin her alanına etki eden bir sanayi alanı konumuna gelmiştir. 1907’de triyod tüpünün icadı ile telefon, radyo ve telsiz gibi haberleşme cihazlarının geliştirilip yaygınlık kazanması sağlanmıştır (Dursun, 2015). Telefon hatlarının giderek yaygınlaşması ile veri kaybına neden olmadan hızlı iletim sağlayan fiber optik kabloların kullanılması; iletişim ve haberleşmenin hızla küresel nitelik kazanmasına imkân tanımıştır. İlerleyen yıllarda analog telefonların yerini dijital telefonların alması sayesinde telefonlar daha da küçülerek taşınabilir duruma gelmiştir. Haberleşme ve iletişim alanında yaşanan bu ilerlemeler endüstrileri ve tedarik zinciri süreçlerini de olumlu etkilediği için işletmeler tedarik zincirleri içerisinde yer alan ticari ortakları ile daha kolay ve seri bir iletişim gerçekleştirebilir hale gelmiştir. Bu sayede değişken koşullara ilişkin stratejik karar alabilme imkânları git gide artış göstermiştir. Böylece tedarik zinciri bir önceki süreç ile karşılaştırıldığında daha incelenebilir ve denetlenebilir bir hal almıştır. İnsan gücü ve becerisi ile karşılanması imkansız olan devasa büyüklükteki verilerin işlenebilir ve saklanabilir olması sayesinde değer zinciri içerisinde gerçekleştirilen fonksiyonlar hem birbirine entegre olmuş hem de aralarındaki işbirliğinin düzeyi artmıştır (Görçün, 2017, s. 112-114).

Gelişen yazılım teknolojileri sayesinde tasarım faaliyetleri bilgisayar destekli hale gelmiş dijitalleşen üretim sonucu arz edilen ürünlerin sayısında patlama olarak nitelendirilebilecek bir artış meydana gelmiştir. Haberleşme ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde tüketiciler işletmelerin ürettiği ürünlerin fiyatları, kaliteleri vb. özellikleri hakkında daha fazla bilgi edinerek farkındalıklarını artırılabilmektedir. Bu dönemde tüketiciler tercihlerini artık daha ucuz ancak daha kaliteli ürüne yönelik kullanmaya başlamışlardır. Endüstriler bu koşulları ilk olarak dış kaynak kullanımı yolu ile karşılamış ikinci yol olarak da üretimde petrol türevi materyalleri kullanmaya başlamışlardır. Bu gelişme ile geçmişte kullanılan ve daha yüksek maliyet getiren birçok hammadde ve yarı mamul maddelerin yerini muadillerinin aldığı bir dönüşüm yaşanmış ve bu durum hem üretim metodolojisini hem de fabrikaların yapısını değişime uğratmıştır. Üretimde ağır metallerin yerini sert ve dayanıklı plastiklerin alması ile üretim sürecinde kullanılan makineler de farklılaşmıştır. Bu farklılık birçok mesleğin yok olmasına bunların yerini yeni iş kollarının almasına yol açmıştır (Görçün, 2017, s. 114-118).

İnternet ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemeler işletmeler ile tüketicilerin daha hızlı ve yakın işbirliği halinde olmalarına imkân sağlamıştır ancak interaktif olamadıkları için yine de tüketici tercihlerine yönelik gerçekleştirilmek istenen üretim için gereken veriyi sağlamakta yetersiz kalınca bu duruma çare olarak da endüstriler tüketicilerle daha yakından ilişki kurmalarına yardımcı olacak yöntemleri bulma çabası içine girdiler. Bu yöntemlerden bir tanesi de e-ticaret platformları oldu (Görçün, 2017, s. 119).

1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi

Birinci Endüstri Devrimi 18. yüzyılın sonlarında buhar gücünün tekstil ve diğer mekanik sistemlerde kullanılmasıyla başladı. 19. yüzyılın son çeyreğinde ve 20. yüzyılın başında gerçekleşen İkinci Sanayi Devrimi elektrikle çalışan kitlesel üretimi, çelik endüstrisini ve telgraf ve demiryolu sistemlerini yarattı. 1947 yılında transistörün icadı ile bilgi teknolojilerine dayalı dijital çağa kapı aralayan Üçüncü Endüstri Devrimi, 1970'lerden bu yana bilgisayarların ve elektronik aletlerin gelişimi ile olağanüstü nitelikte gelişmeler sundu. Aynı zamanda bilgi ve otomasyon teknolojilerinden faydalanarak çok hızlı temposu olan bu dijital çağın devamını sağlayarak üretimi ve



Şekil 2. 1800'lerden Bugüne Endüstri'nin Evreleri

Kaynak: Siemens Web Sitesi

küresel ekonomik büyümeyi tetikledi. Birçoğumuzun halen içinde yaşadığı bu çağda, akıllı elektronikler çoğalmakta ve durmaksızın daha yüksek bağlantı ve hareketlilik seviyesine doğru ilerlemektedir (Shwang, 2016, s. 1). Küreselleşme sürecinin bir uzantısı niteliğinde olan Dördüncü Endüstri Devrimi ise; tedarik, üretim ve tüketim süreçlerini önemli ölçüde dönüştüren bir oluşum olarak belirmektedir. Bu oluşum daha

öncekiler gibi iktisadi, politik ya da toplumsal tabana yayılan nedenlerle oluşmamış, Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinde yaşanan gelişmeler ve ilerlemeler bu sürecin habercisi olmuşlardır (Görçün, 2017, s. 119).

Bilgi, iletişim teknolojileri ve otomasyon yenilikleri ile harekete geçen bu küreselleşme olgusu mali araçların sürece en çok dâhil edildiği bir liberalleşme anlayışı ile beraber yaşanmıştır. Bu değişim sonucunda sermaye sahipleri karar alma, ar-ge ve yönetim departmanlarını Batı'da tutarak fabrikalarını Çin, Hindistan gibi ülkelerde kurup tüm dünyaya yaymışlardır. 1970'lerin sonlarında dönemin karlılığının düşmesi, büyümenin durması gibi kriz belirtileri başlamış küreselleşme ve aşırı borçlanma yıkımı 35 yıl gibi uzun bir süre ertelense de 2008 yılına gelindiğinde yaşanan ciddi bir finans krizi ile birlikte dönem pratik olarak sona ermiştir. Zenginlerin daha zengin hale gelip orta sınıfların çöktüğü, merkez bankalarının para politikalarıyla ayakta tutulan liberal ekonomi daha fazla ayakta kalamamıştır. Sistem krizleri konusunda birçok Batı'lı ekonomist Avusturya'lı düşünür Schumpeter'in "Krizlerin zaman zaman söz konusu olabileceği ancak teknolojik gelişme ile üretkenliğin ve karlılığın yeniden kazanılabileceği" yönündeki görüşlerini paylaşmasına rağmen yenilikçilik ve yeni pazarlar açma yönünde sundukları teklifler çare olmaya yetmemiştir. Çünkü dünya nüfusu giderek yaşlanmaktadır. Sadece Batı'da değil, Çin'de dahi nüfus yaşlıdır. Batı ülkelerinin yöneticileri ise kapitalist sistemin devam edebilmesi için ekonomik büyümenin tekrar başlamasını şart olarak görmektedirler. Aynı zamanda ekonomide yaşanacak düzelmenin olumlu siyasi gelişmeleri de tetikleyeceğine vurgu yapmaktadırlar. Bu sebeplerle Batılı yöneticiler Dördüncü Sanayi Devrimini küreselleşme karşısında yeni bir seçenek olarak değerlendirmektedirler. Yazılım, internet ve otomasyon teknolojilerinin entegrasyonu giderek işgücü olarak insana duyulan ihtiyacı ortadan kaldıracaktır. Bu durumda Üçüncü Sanayi Devrimi ile ucuz işgücünden faydalanmak için gelişmekte olan ülkelerde faaliyet gösteren fabrikalar tekrardan Batı'ya dönecektir (Uygur, 2016).

Sanayi 4.0 ile sağlanacak olan düşük maliyetli üretim, ucuz insan emeğine dayalı rekabet odaklı Uzakdoğu Asya ülkeleri ve gelişmekte olan pazarlar bakımından bir kayıp doğurma ihtimaline sahiptir. Bundan dolayı Sanayi 4.0 ile beraber rekabet üstünlüğünü kaybetmiş gelişmiş ekonomilerin (ABD, Almanya, Japonya gibi) söz konusu üstünlüklerini tekrardan elde etme olasılığı güçlenmektedir (Alçın, 2016, s. 22).

Almanya ve ABD gibi ülkeler, üretim üstünlüklerini sürekli gelişerek ilerleyen Çin ve Hindistan gibi ülkelere vermemek için mevcut geleneksel üretim kalıplarını, mevcut teknolojik kazanımları ile bir araya getirmek mecburiyetindedirler. Endüstri 4.0 oluşumu da tam olarak bu gereksinimin üzerine kurulmuş bir devrim olarak karşımıza çıkmaktadır (<https://www.endustri40.com/>, Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu).

Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF), geleceğe yönelik ülkelerinin kalkınmasını ve bu kalkınmanın devamlılığını sağlamaya yönelik çalışmalar yürütmüş ve bu doğrultuda 2011'de 10 ana projeyi duyurmuştur. “Gelecek-Projesi” olarak ifade edilen bu projeler, “Yüksek-Teknoloji Stratejisi 2020'nin Gelecek Projeleri” başlığı ile yayınlanmıştır. Projelerden biri de, Almanca “Industrie 4.0” olarak isimlendirilmiş ve ilk defa 2011 Hannover Fuarı'nda gündeme getirilmiştir. Almanya hükümeti, söz konusu proje için ilk aşamada 200 milyon Euro tutarında bir yatırım yapmıştır. Ardından, Federal Almanya Ulusal Bilim ve Araştırma Akademisi (acatech) liderliğinde “Endüstri 4.0 Strateji Belgesi” hazırlanmış ve 2013'te yine Hannover Fuarı'nda duyurulmuştur (Siemens, 2016, s. 10).

Daha çok Sanayi 4.0 (Industry 4.0) olarak isimlendirilen Dördüncü Sanayi Devriminin kuramsal başlangıcı için Kagermann'ın 2011 tarihli makalesi dikkate alınmaktadır. Kagermann, söz konusu makalesinde Dördüncü Sanayi Devriminin otomasyondaki gelişmelerle birlikte akıllı gözlem ve karar alma süreçlerini de içermekte olduğunu ifade etmektedir (Alçın, 2016, s. 21).

Endüstri 4.0 oluşumunun kuramsal bir yapıdan daha da öte uygulanabilir hale gelmesini sağlamak amacıyla, 2013 yılında, BITKOM, VDMA ve ZVEI adlı üç kuruluş “Endüstri 4.0 Platformu”nu (www.plattform-i40.de) kurdular. Bu kuruluşun öncelikli amacı yeni teknolojilerin oluşumuna destek vermek, Endüstri 4.0'ın geleceğine ilişkin temel standartlar belirlemek, yeni iş modelleri oluşturmak ve bu doğrultuda toplumsal bilinç kazandırmaktır. Sanayi 4.0 oluşumu her geçen gün hem iş dünyasından hem de akademik çevrelerin desteği ile Almanya sınırlarını aşarak yeni bir sistem kurma amacıyla olan tüm ülkelerin ilgi odağı haline gelmiştir (Siemens, 2016, s. 10).

İlk olarak Almanya'da hayat bulan ve akıllı fabrikalar sayesinde kişiye özel üretim yapabilme imkânı sağlayan bu sanayi hamlesi, zamanla İspanya'da Gelişmiş

Fabrikalar, İtalya’da Akıllı Fabrikalar, Fransa’da ise Geleceğin Sanayisi gibi farklı ifadelerle işlerlik kazanmıştır (TÜBİTAK, 2016). Farklı tanımlar ve kavramlar ile dile getirilen bu yeni gelişim atağının özü, esasında aynıdır ve amacı üretim biçimini modern hale getirmektir. Farklı kavramlar adı altında olsa da aynı amaca ulaşmanın peşinde olan dünyanın sanayi ve ticarete gelişmiş ekonomilerinin Endüstri 4.0 konusunda değişime ayak uydurmak için ortak olarak 2025 gibi bir hedef belirlemeleri, bu devrime yönelik tutumlarının bir işaretidir (Dikkaya, Gençer, & Aytekin, 2018).

2016 yılında Dünya Ekonomik Forumunda Endüstri 4.0 küresel bir mesele olarak ele alındığından bu yana bu yeni moda kavram sosyal hayatımızın tüm yönlerinde değişime ve dönüşüme yol açacak çok hızlı ve teknolojik atılımlar ile ilişkilendirilmiştir (Morrar et al, 2017).

Esasında 4. Sanayi Devrimi, gücünü bilimsel ve teknolojik araştırmalardan alan, yoğun bilgi birikimine sahip, ileri düzeyde gelişim gösteren siber sistemlerin “bilişim teknolojileri” adı altında kullanılacağı bir devrim olacaktır. Endüstrinin çıktısı olan tüm teknolojik ürünlerin yüksek verimli ve çevreye duyarlı olacağı, özellikle internetin ve sosyal ağların cezbediciliğinin gelecek senelerde daha da artarak, yepyeni ve oldukça karmaşık sosyal ilişkiler oluşturması beklenmektedir. Dördüncü Sanayi Devriminin temelini inşa eden Y nesli iken söz konusu devrimin devamlılığını internet ve sosyal ağları çok daha aktif kullanan Z kuşağı tamamlayacaktır. Sanayi Devrimi yalnızca makineleşmenin değil, aynı zamanda toplumların doğal değişimlerinin de yaşandığı bir dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Bir taraftan insan ve makine birlikteliği güçlenirken öte taraftan da insanoğlu makineye bağımlı hale gelmektedir. Bu gelişmeler ile insanlık, aktif iletişimin azaldığı giderek yalnızlaşan, sanal sosyal ilişkilere bağımlı birer robot haline dönüşmektedir. Tüm bu gelişmeler doğrultusunda başlayan bu yeni dönemde, sosyoloji, psikoloji, hukuk, ekonomi gibi alanlarda yeni yöntem bilimleri gelişmeye başlamıştır. Böylece sanayi toplumu, bilgi toplumu, bilgi ötesi toplumdan siber topluma doğru bir geçiş başlamış bulunmaktadır (Karademir, 2016).

Sanayi 4.0’ın bir yandan gerçekten bir devrim olduğu düşünülürken, öte yandan yaşanan sürecin sanayide beklenmedik bir değişiklik ve ayrılıştan ziyade evrimsel bir gelişme olduğu düşünülmektedir bu nedenle Sanayi 4.0 konusu hala tartışmalı olsa da önemini koruyan bir konumdadır (Alçın, 2016, s. 21).

BÖLÜM II

ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI VE TEMEL BİLEŞENLERİ

2.1. Kavramsal Olarak Endüstri 4.0

Yaşanan üç Sanayi Devrimi sürecinin en kayda değer gelişmelerinden bir tanesi de dünya kaynaklarının süratle eksilmesi ve sürdürülebilirlik konseptinin ön plana çıkması olmuştur. Almanya’da yaşanan endüstriyel devrim süreci incelendiğinde günümüzde yaşanmaya başlanan yeni devrimin isminin neden Endüstri 4.0 olduğu hakkında fikir sahibi olunabilir. 2011 yılında Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı’nın, geleceğe yönelik ülkelerin kalkınmasının ve bu kalkınmanın devamlılığını sağlamak amaçlı çalışmalar yürüttüğü ve bu doğrultuda “Yüksek-Teknoloji Stratejisi 2020’nin Gelecek Projeleri” başlığı ile yayınlanan bu projeler; karbon emisyonlarının azaltılması, çevreci ve akıllı kentler kurulması, alternatif enerjilerin kullanımı, akıllı şebekelere geçiş sağlanması gibi günlük yaşamın içinde yer alan kavramlara odaklanmıştır. İşte bu projelerden bir tanesi de, Almanca ‘Industrie 4.0’ olarak adlandırılmış ve ilk defa 2011 yılında Hannover Fuarı’nda gündeme gelmiştir (Yüksekbilgili & Çevik, 2018).

Esnek planlama, kendi kendini yöneten robotlar ve makineler, sensör teknolojileri ve benzerleri sayesinde, üretim yöntemleri, ürün çeşitliliği, ürün kalitesi vb. kavramlar önemli değişiklikler geçirmektedir. Ayrıca, artan internet erişiminin kapsamının son derece genişlemesi, her zamankinden daha karmaşık hale gelen veri toplama teknikleri ve bilgi iletişim teknolojileri, bilgi tabanlı ekonomide de bir değişikliğe neden olmaktadır. Üretim ve satış odaklı kuruluşlar ile yapılar birçok açıdan yaşanan bu değişimlere, ayak uydurmak zorundan kalmışlardır. Endüstri 4.0 kavramı, sanayisi gelişmekte olan ülkeleri yeni stratejiler, argümanlar ve yeni yönelimler üretmeye sevk etmiştir. Endüstri 4.0, bilinen üretim teknik ve yöntemlerini tamamen tersine çevirecek yeni bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bu farklı yaklaşımın özünde, endüstriyel üretim makinelerinin artık sadece ürünü işlemekle kalmaması, aynı zamanda

ürünün makinelerle iletişim kurması ve onlara tam olarak ne yapmaları gerektiğini anlatması yatıyor. Endüstri 4.0 kavramı, insan faktörü nedeniyle oluşan hataları ortadan kaldırmak ve yapay zekâ unsurlarının karar verme süreçlerini optimize etmek ve farklı kaynaklardan elde edilen bilgileri farklı yöntemler kullanarak değerlendirmek gibi eylemleri içeren bir toplama kavram olarak düşünülebilir (Özkan, 2019, s. 7).

Endüstri 4.0 oluşumunun temeli, endüstriyel üretime dâhil olan her birimin sürekli iletişim halinde olmasına, tüm verilere eşzamanlı olarak ulaşılabilmesine, bu veriler sayesinde en yüksek katma değerın sağlanmasına dayanmaktadır (Siemens, 2016, s. 9).

Literatürde Endüstri 4.0 kavramına ilişkin farklı birçok tanım bulunmaktadır: Endüstri 4.0 kavramının bütünsel anlamda açıklaması konu ile ilgili bir platformda şu şekilde yapılmaktadır: “Endüstri 4.0, ürünlerin ve üretim sistemlerinin yaşam döngüsündeki bütün değer zincirinin organizasyon ve yönetiminde yeni bir seviye olan Dördüncü Endüstri Devrimi’ni tanımlar. Bu döngü, sürekli artarak bireyselleşen müşteri isteklerine odaklanır ve fikir aşamasından başlayarak ürün geliştirme ve üretim siparişinden, bir ürünün son kullanıcıya dağıtımını ve geri dönüşümünü de kapsayacak şekilde tüm zinciri içine alan hizmetleri içerir (Siemens Türkiye, 2016, s. 4).

Banger (2017) Endüstri 4.0’ı bilişim, iletişim, internet, otomasyon ve veri toplama teknolojilerinin bütünleşmesi olarak tanımlarken, Öztuna (2017) ise, söz konusu olguyu haberleşme teknolojileri ile operasyonel teknolojilerin git gide birbirine daha çok yaklaşması şeklinde ifade etmektedir. Bu devrimin ortaya koyduğu en önemli değişiklik içinde yazılımın yer aldığı “akıllı makine” olgusudur.

Görçün’e (2017) göre dördüncü endüstri devrimi; tüketiciler tarafından talep edilen bir ürünün yaşam döngüsü çerçevesinde siparişinden teslimatına kadar olan tüm aşamaların tam bir denetime tabi olduğu, gerçekleştirilen tüm çalışmaların özerk sistemlerle yerine getirildiği, müşterilerin isteklerine en iyi seviyede karşılık verilebildiği bir süreci ifade eder. Görçün’e göre Endüstri 4.0 olgusu birçok bileşenden oluşan ve bu bileşenlerin etkinlik seviyesinden önemli ölçüde etkilenen bir süreçtir. Bu bileşenler şunlardır:

- Nesnelerin interneti
- Akıllı fabrikalar
- Siber fiziksel sistemler
- Büyük veri
- Otonom robotlar
- Simülasyon
- Entegre sistemler
- Bulut bilişim sistemleri
- Artırılmış gerçeklik
- 3D yazıcılar

Endüstri 4.0 sürecinin çok geniş bir alanı içermesinden dolayı bu süreci incelerken Endüstri 4.0'ın bileşenleri kabul edilen teknolojileri ayrı ayrı incelemek hem bu sürecin öğrenilmesi hem de uygulanması açısından daha yararlı olmaktadır. Endüstri 4.0 oluşumunun ne olduğunu anlayabilmek için çok sık kullanılan bazı kavramların bilinmesi gerekmektedir (EBSO, 2015, s. 9).



Şekil 3. Dördüncü Endüstri Devrimi

Kaynak: Barutçu, 2019, s.13

2.1.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti; dijital ağ ve internet erişimi olan nesnelerin, sanal bir kimlik kazanması vasıtasıyla, çevreleriyle fiziksel ve sosyal anlamda iletişim içinde olmalarıdır (EBSO, 2015). İngilizce teknoloji dilinde “İnternet of Things (IOT)” teriminin kullanıldığı bu sistemde nesneler ve sensörler arasındaki iletişim RFID, NFC, Wİ-Fİ, Bluetooth ve Zigbee vb. yerel kablosuz ağ bağlantı gruplarının herhangi biri üzerinden sağlanır. İnternet çıkışı ağ geçidi türünde cihazlar vasıtasıyla sağlanır. Öte taraftan yine nesneler ve sensörler geniş alan ağlarına erişimde GSM, GPRS, 3G/4G/5G ve LTE gibi teknolojilerden faydalanır. Özetle; Nesnelerin interneti fiziksel cihazların, makinelerin, taşıtların binaların ve çeşitli elektronik veya mekanik donanım ile yazılım içeren nesnelerin veri toplamak, dağıtmak ve iletişim kurmak için oluşturduğu ağ sistemidir (Banger, 2017, s. 43).

Nesnelerin İnterneti kavramı, bir İngiliz girişimci Kevin Ashton tarafından yaratıldı. Fikir, fiziki dünyanın her yerde algılayıcılarla bilgisayarlarla (veri alışverişi) iletişim halinde olduğu bir sistemi tanımlamak için 1999’da formüle edildi. Neredeyse

on yıl sonra, 2008 ve 2009'un başında, ağa bağlı cihazların sayısı dünyamızın sakinlerinin sayısını aştı. Cisco'ya göre bu an, daha çok “Her Şeyin İnterneti” olarak isimlendirilen “Nesnelerin İnterneti”nin gerçek doğuşudur. Bu yaklaşımda, bir sistem sadece nesneler için değil, aynı zamanda süreçler, veriler, insanlar ve hatta değişken olarak ele alınabilecek her şey ve hayvanlar veya atmosferik fenomenlerden de oluşur. Nesnelerin İnternetinin ayırt edici üç özelliği bulunmaktadır: bağlam, aynı anda her yerde bulunma ve optimizasyon. Birincisi, mevcut bir ortamla gelişmiş bir nesne etkileşimi olasılığını ve onun tarafından değişime verilen anında tepkiyi ifade eder. Bağlamın özelliği, nesnelerin konum, fiziksel durum veya atmosfer koşulları gibi bilgiler sağlamasına olanak tanır. Her an her yerde bulunma olarak ifade bulan ikinci özellik ise, günümüzde nesnelerin insan operatörlerinin bir kullanıcı ağına olan bağlantılardan çok daha fazlası olduğunu göstermektedir ve bunlar yakın gelecekte, birbirleriyle büyük ölçekte iletişim kurmaya başlayacaklardır. Optimizasyon ise, her nesnenin sahip olduğu işlevselliğin bir ifadesidir (Witkowski, 2017, s. 766).

Bir hareket veya bir olayın gerçekleşmesi ile başlayan bir süreç olan nesnelerin internetine sahip bir sistemde önceden belirlenmiş bir durumun ortaya çıkması sonrasında bu olayla ilgili girdilerin bir aksiyon yaratması biçiminde bir fonksiyon söz konusudur. Nesnelerin hassasiyet gösterdiği bu aksiyonlar sensörler ve akıllı etiketler aracılığıyla sisteme gönderilmekte, sistem bu koşullara ilişkin önceden belirlenmiş davranışları görüntülemek için makine ve ekipmanlarla çeşitli direktifler göndermektedir. Nesnelerin interneti bağlamında bir başka bileşen ise akıllı cihazlardır. Cep telefonları, bilgisayarlar, tabletler vb. elektronik cihazlar veri alış verişi konusunda ciddi fonksiyonlar barındıran makinelerdir. Bu cihazların birbirleri ile iletişim ve etkileşim seviyesi sistemin başarısı ve performansı bakımından önemli bir yer tutmaktadır (Görçün, 2017, s. 148-149).

Olayın ölçeğini ve Nesnelerin İnterneti içinde bulunabilecek cihazların sayısını tam olarak anlamak için, O. Vermees ve P. Friess tarafından kabul edilen sınıflandırmaya göre IoT çözümlerinin kullanımının görülebileceği potansiyel alanların bir listesi aşağıdadır (Witkowski, 2017, s. 766):

“Akıllı” çevre, günlük tüketicinin bakış açısından en az görünür olan bir çözüm kategorisidir. Bununla birlikte, bunlar, ekosistemi ekonomik kalkınma ve toplumların

işleyişine uygun hale getiren tüm antropojenik ortamın (insan yapımı - örneğin kentsel, endüstriyel alanlar, tarım alanları) güvenli bir şekilde çalışmasının temelini oluşturur.

“Akıllı” su yönetimi, çevrenin işleyişi için anahtar kaynakların idaresi ve yönetimi ile ilgili çok çeşitli konuları içerir. Örneğin su kaynaklarının çevre üzerindeki etkisi, kullanım ve koruma açıkları, nehirlerin düzenlenmesi ve sel, su yollarına karşı koruma, hidroelektrik veya güvenlik konuları.

“Akıllı” sanayi, ulusal ekonominin belirli sektörleriyle ilgili çözümleri içerir

“Akıllı” üretim ve akıllı sanayi, ekonominin belirli sektörlerinde yer alan çözümleri içerir. Bunlar, tarımla ilgili (ör. Kuraklık veya mantar oluşumunu önlemek için sıcaklık kontrolü ve sulama), üreme (yaşam koşullarının izlenmesi ve hayvancılık) ve üretim hatlarının kontrolü (okuyucular, sensörler, video gözetimi - yönetim ve denetimlerde yararlı) ve ayrıca mağaza raflarında ve depolarda ürünlerin rotasyonunun kontrolü gibi konular.

“Akıllı” taşımacılık - yukarıda belirtilenlerin dışında - ekonomiyi desteklemenin kilit bir unsuru olarak değerlendirilebilir. Bu kategori aşağıdaki gibi konuları içerir: taşınan malların yeri (örneğin, tehlikeli, hassas veya değerli malzemelerin rotalarının kontrol edilmesi) taşıma koşullarının (örneğin, şok) veya depolama koşullarının (örneğin, yanıcı malzemelerin) kontrolü.

“Akıllı” enerji, kamu hizmetlerinin yönetimini sağlayan bir dizi çözüm içerir. Bunlar, bireysel tüketimin izlenmesinin yanı sıra üretim ve kullanım süreçlerini (örneğin güneş sistemleri, yel değirmenleri ve su yönetimi) içerir.

“Akıllı” şehirler, nesnelerin internetinin giderek daha önemli bir rol oynayabileceği bir başka alandır. Yayaların ve trafiğin organizasyonundan (örneğin, trafik sıkışıklığının izlenmesi, park yerleri, akıllı yollar, yolların durumu, trafik sorunları, hava veya yoldaki kazaların izlenmesi) teşhis, güvenlik tehditleri (örneğin, binalarda, köprülerde, tarihi binalarda malzeme titreşimleri ve mukavemeti), gürültü, aydınlatma (örneğin bulut örtüsü seviyesine uyarlanabilir) ve atık yönetimi (örneğin, konteynerlerin doluluk seviyesi)

“Akıllı” binalar, hem bireysel hem de endüstriyel düzeyde kullanılabilen bir dizi tesisdir: mülkün izlenmesi (örneğin, çitler, pencereler ve kapılar), hareket sensörleri, akıllı sulama, öğrenme termostatları gibi hususları içerir.

“Akıllı” daireler, genellikle bireysel uygulama için olan bir ekipman kategorisidir, örneğin buzdolapları (bilgilendirme içeriği, raf ömrü, yenileme ihtiyacı), uzak makineler (düşük tarifelerde enerji kullanımına izin verir), ocaklar (fırının uzaktan ayarlanması için).

“Akıllı” sağlık; sağlık ve fiziksel aktivitenin (örneğin, yaşlılar), canlılığın (örneğin, sporda aktif olan kişiler), hasta güvenliğinin (hem hastanede hem de evde) izlenmesinde kullanılan çok çeşitli uygulamaları kapsar.

“Akıllı” yaşam, konfor ve güvenliği hedefleyen bir dizi tüketici çözümüdür.

Nesnelerin İnterneti, performans alanında yeni olanaklar sunuyor. Örneğin, karayolu taşıma kamyonları, yakıt ekonomisini en üst düzeye çıkarmak için önceden belirlenmiş aralıklarla ve standart bir hızda çalışmalarına izin verecek şekilde ana makinelerin özelliklerine göre otomatik olarak kontrol edilebilir.

Nesnelerin İnterneti ile paketlerin ve mektupların seyahat sürecini denetlemek mümkündür. Sürekli izleme “paketim nerede?” sorusunun ortadan kaldırılmasını sağlar. Gecikme durumunda müşteri komplikasyonlardan önce haberdar edilebilir. Depolarda depolama durumunda, akıllı raflar ve paletler modern envanter yönetiminin itici gücü haline gelecektir. Malların taşınması ile ilgili olarak izleme ve takip daha hızlı, daha kesin, öngörülebilir ve güvenli hale gelir. “Bağlı Filo”nun geliştirilmesi ile ilgili analiz, arızayı tahmin etmeye ve tedarik zincirini geliştirmeye yönelik hamleleri otomatik olarak planlamaya yardımcı olabilir.

2014 yılında Zebra Technologies adına Forrester Consulting tarafından yürütülen araştırmaya göre (Witkowski, 2017, s. 767);

Lojistik ve taşımacılık sektöründeki şirketlerin yaklaşık %90’ı önümüzdeki yıl IoT çözümlerini uygulamış olacaktır.

Katılımcıların yarısından fazlası nesnelerin internetinin tedarik zincirlerini geliştireceğini düşünüyor.

Katılımcıların %40’ı IoT’nin şirketlerin güvenlik ve maliyet etkinliği seviyelerini yükseltmelerine yardımcı olacağını düşünüyor.

Nesnelerin İnterneti uygulamasındaki temel teknolojilerin Wi-Fi bağlantısı, güvenlik sensörleri, NFC iletişimi (Yakın Alan İletişimi) olduğu varsayılıyor.

Katılımcıların yaklaşık %40'ı IoT çözümlerinin uygulanmasının önündeki en büyük engelin bilgilerin gizliliği ve güvenliği hakkındaki endişeleri olduğunu dile getirdi.

Katılımcıların %38'i bu çözümlerin yüksek derecede karmaşık olduğunu ve bu nedenle yüksek uygulama riski bulunduğunu düşünmektedir.

Nesnelerin İnterneti hayatımızda var olan eşyaların, kullanılan her şeyin birbirleriyle haberleşmesidir. Bunlara verilecek birkaç örnek arasında; evler, enerji reaktörleri, meşrubat otomatları gösterilebilir. Nesnelerin interneti teknolojisi e-sağlık, ev otomasyonu, akıllı çevre, akıllı şehirler, endüstriyel kontrol, güvenlik ve acil durumlar, alışveriş ve lojistik gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu alanlarda sensörler aracılığıyla alınan veriler büyük veriyi oluşturarak bulut bilişim sisteminde depolanmaktadır (Öztuna, 2017, s. 69).

Günümüzde sensörlerin ve makinelerin yalnızca bir bölümü ağa bağlı olarak entegre veri işleme fonksiyonundan yararlanmaktadır. Hali hazırda var olan yapı çoğunlukla sınırlı yapay zekâ ve otomasyon kontrol mekanizmaları olan sensörlerin ve cihazların genel üretim kontrol sistemi üzerinde dikey otomasyon piramitleri biçiminde düzenlenmiş vaziyettedir. Fakat nesnelerin interneti, daha çok sayıda cihazın, standart teknolojilerle bütünleşmiş şekilde veri işlemeden yararlanmasına imkân sağlayacaktır. Böylelikle sahadaki donanımlar birbirleriyle iletişim halinde olacakları gibi aynı zamanda merkezi kontrol sistemleriyle de iletişim halinde olabileceklerdir. Ayrıca, bu gelişmeler sayesinde analiz ve karar verme süreçleri eş zamanlı gerçekleştirilebilecektir (TÜSİAD, 2016, s. 26).

Önceleri insanları tüm dünyaya ve birbirine bağlayan internetin bu fonksiyonu günümüzde nesneler arası bir iletişim sağlayarak günlük hayatı pratikleştirmeye yönelik bir değişim göstermektedir. Örneğin akıllı ev teknolojileri, nesnelerin interneti teknolojisi ile günlük hayatta yer bulmaktadır. Gartner'ın yaptığı araştırmada, 2020 yılında 1,9 trilyon dolarlık bir pazara ulaşması tahmin edilen Nesnelerin İnterneti yalnızca bireysel yaşamımızda değil, üretimde de çok önemli bir konuma ulaşacaktır. Yine tahminlere göre, 2020 yılında 20 adet evsel cihazın internete göndereceği veri miktarı, 2014'teki toplam internet trafiğinden daha büyük olacaktır. Nesnelerin birbirleriyle haberleşmesi sayesinde elde edilecek bilgiler, çok daha kontrollü yönetilen bir endüstriyel süreç ile birlikte daha kapsamlı analizler yapılabilmesini ve nihayetinde

çok daha aktif ve etkili kararlar alınmasına imkân tanıyacaktı. “Endüstriyel Nesnelerin İnterneti” olarak da tanımlanan bu sistem sayesinde akıllı fabrikalar daha da akıllı hale gelecektir. Bu sayede karmaşık ve değişik yapıda olan birçok ürün olabildiğince kısa zamanda ve en üst nitelikte üretilebilecektir (Siemens Türkiye, 2016, s. 11).

2015 yılının son çeyreğinde yapılan araştırmalarda Vision Mobile araştırma şirketinin raporuna göre Nesnelerin İnterneti teknolojisi gelecek vadeden ve en çok yatırım yapılan Mobil, Desktop ve Cloud uygulamaları ile beraber ilk 4’te yer almıştır. Nesnelerin İnterneti teknolojisi ile 2015 yılında yaklaşık 10 milyar olan akıllı cihaz sayısının 2020 yılında 50 milyara ulaşacağı beklenmektedir (Akkuş, 2016, s. 103).

İnternet ortaya çıktığı ilk zamanlar mesafe kavramını yok ederek insanların birbirleriyle iletişim halinde olmalarına imkân sağlarken aynı zamanda küreselleşme sürecinin baş aktörlerinden birisi olarak mevcut pazarların yapısı ile işletme stratejilerinin değişmesine de sebep olmuştur. Günümüzde nesneler arası bir konuma oturan bu iletişimin piyasanın yapısını, organizasyonların üretim ve pazarlama stratejilerini etkileyeceği beklenmektedir. Türkiye’de Siemens ve Koç Sistem gibi şirketler, dünya ölçeğinde ise IBM ve Oracle gibi uluslararası yabancı firmalar nesnelerin interneti alanında çok önemli yatırımlar gerçekleştirmektedirler. Örneğin, Koç Sistem; baz istasyonları, elektrik sayaçları, üretim ekipmanları gibi bir çok cihazı uzaktan komuta ederek nesnelerin interneti ismiyle oluşturdukları yapıya platform 360 adını vermişlerdir. Söz konusu platform, üretim fonksiyonunun yanında lojistik ve pazarlama fonksiyonlarını da içermektedir (Pamuk & Soysal, 2018, s. 6).

2.1.2. Akıllı Fabrikalar

Dördüncü Sanayi Devriminin yarattığı sonuçlardan bir tanesi olarak nitelendirilen ve geleceğin fabrikası olarak da adlandırılan akıllı fabrika oluşumu, akıllı sistemlerle üretim temeline dayanan oldukça sistematik ve birbiriyle bağlantılı sistemleri tanımlayan yeni bir kavramdır. (Barutçu, 2019, s. 29).

Akıllı Fabrikalar, sabit bir tanımı olmamasına rağmen pratik olarak günlük hayatta bilimsel olarak da endüstrilerde kullanılmaktadır. Bu amaç için kullanılan birkaç terim vardır: U - Fabrika (her yerde fabrika), nesnelerin fabrikası veya geleceğin akıllı

fabrikası gibi. Bu amaçla kullanılan birçok farklı terimden birisi olan akıllı fabrikalar geleceğin fabrikaları kavramı ile adlandırılmaktadır. Bilim insanları bu kavramı açıklamak için akıllı üretim teknolojilerinden yararlanmaktadırlar. Söz konusu bu kavramlar ilerleyen teknolojiler ile birlikte geleceğe yönelik önemli gelişmelere de kapı aralamıştır. Bu teknolojinin önümüzdeki 5-10 yıl gibi bir süre zarfında daha verimli ve uygulanabilir hale geleceği öngörülmektedir (Hozdic, 2015, s. 31).

Endüstri 4.0 anlayışının üretim süreçlerine dâhil edilmesiyle ortaya çıkan akıllı fabrikalar oluşumu sayesinde geleneksel fabrika ve mevcut üretim anlayışı başlı başına bir değişim yaşamaktadır. Bu değişim, zincirleme bir etki oluşturarak üretim sektörünün tamamına yayılmakta; sektöre istihdam, ekonomik büyüme, istikrar, etkinlik, iş güvenliği, verimlilik, sürdürülebilir rekabet üstünlüğü gibi muazzam vaatler sunmaktadır (Şekkeli & Bakan, 2018, s. 215).

İçerisinde hiç insan yer almadığı için karanlık (lights out) fabrikalar denilen fabrikalar risk barındıran çalışma koşullarının yer aldığı üretim sahaları olacaktır. Yüksek sıcaklık, yüksek ağırlık, zehirli gazlar gibi riskli işlerde robotların insanların yerini almasıyla iş güvenliği açısından yaşanması muhtemel kazaların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Bu anlamda ilk karanlık fabrika Çin’de bir cep telefonu parçası üreticisi ile faaliyete geçti. Bu fabrikada üretime robotların dâhil edilmesi ile beraber işçi sayısı 650’den 60’a düşerken, üretim esnasındaki hatalı parça oranı ise yüzde 25’lerden yüzde 5’lere kadar inmiştir (Aksoy, 2017, s. 34-44).

Ürünlerin, makinelerin, nakliye sistemlerinin ve insanlar arasında yaşanan yakın ilişki ve iletişimin mevcut üretim yönteminde değişiklik yaratması öngörülmektedir. Akıllı fabrikada, ürünler üretim hattı içerisinde otonom üretilir. Bu sayede akıllı fabrikalar üretim sürecinin karmaşıklığını azaltır ve durumu kolay yönetilebilir hale getirir bu da üretimin daha cazip, çevresel bakımdan sürdürülebilir ve kârlı olmasını sağlamaktadır (Hofman & Rüşch, 2017).

Akıllı fabrikaların ana öğelerinden bir tanesi de dijitalleşmedir. Fiziksel özellik gösterebilen her çeşit öğenin sanal ortamlara dijitalleştirilerek geçiş yapabilmesi sayesinde üretim süreçlerinin sanal ortamlarda simüle edilme imkânı yakalanmıştır. Böylelikle, üretim başlamadan önce ortaya çıkması muhtemel aksaklıklar bilgisayar ortamında izlenebilmiştir. Tüm bu gelişmeler endüstrileri prototip ya da model

üretebilme amacıyla fiziki üretim süreçleri yaratmanın hem maliyetinden hem de zorluklarından kurtarmıştır (Görçün, 2017, s. 191).

Geçmişte kas gücü ile yürütülen gündelik işlerin tamamı makineler ve internet aracılığı gerçekleşmektedir. 1950’li yıllarda başlayan ve yalnızca 50 yılda asırlardır benzeri görülmemiş derecede gelişme gösteren dijitalleşme, insanlığı akıllı yaşam kavramıyla tanıştırmıştır. Endüstriyel sahada ise, makinelerin, robotların ve internet ağlarının başrollerde bulunduğu üretim süreçleri görülmektedir. Bu da iş dünyasını, akıllı üretim teknolojilerinin rol aldığı akıllı fabrikalarla ve bu fabrikaların çıkışı olan akıllı ürünlerle tanıştırmıştır. Akıllı üretim, gelişmiş yazılım ve bilgisayar programlarının, makinelerle uyumlu hale getirilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Sanayi 4.0’ın olmazsa olmazı ve en somut işareti olan akıllı fabrikaların özellikleri şu şekilde sıralanabilir (EBSO, 2015, s. 16):

- Akıllı fabrikalar, komplike hale gelen üretim basamaklarını hızlı ve problemsiz olarak yönetmek konusunda çok başarılıdırlar.
- Akıllı fabrikaların çıktısı olan ürünlerin kullanım ömrü uzun olmaktadır.
- Akıllı bir fabrika içerisinde üretime dâhil olan insanlar, makineler ve diğer üretim kaynakları birbirleriyle çok yakın bir etkileşim halindedirler.

2.1.3. Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler, kavram olarak “siber” (cyber), sibernetik (cybernetics) olarak bilinen ve canlı varlıklar ile makineler arasında gerçekleşen iletişim ve kontrolü araştırma konusu edinmiş bilimsel disiplinden ortaya çıkmıştır. 1940’lı yıllar ile birlikte “siber” kavramı çoğunlukla, haberleşme teknolojileri, bilgisayarlar ve internete dayalı denetim süreçlerini ifade etmek için kullanılmıştır (Bradley ve Atkins, 2015: 23023).

Siber-fiziksel sistem (CPS) kavramı ilk defa 2006’da ABD’de, fiziksel dünya ile bilgisayar ağları üzerine kurulu sanal ortamların giderek yakınlaşan ilişkisini vurgulamak amacıyla Lee (2006) tarafından dile getirilmiştir. Fiziksel dünya ile siber dünya arasındaki iletişim ve eş güdümü içeren oluşumların tamamı Siber- Fiziksel Sistemler (CPS) şeklinde tanımlanmaktadır (Alçın, 2016, s. 23-24).

Bradley ve Atkins'in (2015) siber-fiziksel sistemlerin (CPS) gelişimini sağlayan önemli olgu ve olayları gösteren kronolojik sıralaması Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1.

Siber-Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi

Tarih	Olay/Olgu
1932	Nyquist, kontrol sistemleri konusunda frekans teknikleri geliştirmiştir.
1940-1945	Örneklenmiş Veri Sistemleri Teorisi ortaya atılmıştır.
1945	İlk amplifikatör tasarımı yapılmıştır.
1946	İlk taşınabilir hücresel telefon geliştirilmiştir.
1946	İlk bilgisayar (ENIAC) bulunmuştur.
1950	Root Locus metodu geliştirilmiştir.
1954	Dijital Kontrol Sistemleri geliştirilmiştir
1969	ARPANET (internetin ilk hali) geliştirilmiştir.
1973	Gerçek zamanlı işleme sistemleri geliştirilmiştir.
1973	Optimal, adaptif, non-lineer kontrol sistemleri ile stokastik sistemler geliştirilmiştir.
1990	Hibrit sistemler geliştirilmiştir.
1997	IEEE 802.11 Wifi standardı geliştirilmiştir.
2000	Ağ önceliği sistemi (QoS) başlatılmıştır.
2006	Siber-Fiziksel Sistem (CPS) kavramı ilk kez kullanılmıştır.

Kaynak: Alçın, 2016, s.23

Endüstri 4.0 oluşumunun en önemli yapı taşlarından olan ve gömülü sistem olarak da ifade edilen siber fiziksel sistemin örnekleri arasında akıllı şebekeler, otonom taşıt sistemleri, medikal izleme, endüstriyel süreç denetim sistemleri, robotik cihazlar ve otomatik kumanda elektroniği sayılabilir. Siber fiziksel sistemler iki önemli bileşenden meydana gelir. İlki, birbirleri ile endüstriyel internet üzerinden, atanmış internet adresleri ile iletişim kuran (sistem, cihaz makine, sensör gibi) nesnelerin oluşturduğu ağdır. İkincisi; fiziksel nesnelerin ve davranışların bilişim ortamında simülasyonu ile oluşturulmuş sanal uygulamadır. Birincisi gerçek dünyada fiziksel, diğeri bilgisayar ortamında sanal olmak üzere iki sistem uyumlu ve gerçek zamanlı olarak işler (Banger, 2017, s. 47).

Siber fiziksel sistemler, akıllı üretimin sistemlerinin vazgeçilmez öğelerinden bir tanesidir. Siber fiziksel sistemlerin olmadığı bir üretimde otomasyon ve sürecin sistematik bir şekilde işlemesi mümkün olmaz (Özsoylu, 2017, s. 52).

Endüstri 4.0 ile siber ve fiziksel dünya arasındaki iletişim makineler vasıtasıyla kurulmaktadır. Bunun en göze çarpan örneği ise “Akıllı Fabrikalar”dır. Örneğin, üretim sürecinin herhangi bir basamağında kaynak problemi yaşanması halinde, gereken kaynak siparişi otonom olarak veriliyor, meydana gelen aksaklıklar anlık ve yerinde saptanıp düzeltilebiliyor, sistem optimum kapasiteyle ve problemsiz işleyebiliyor. Siber-Fiziksel Sistemler, Ar-Ge, tasarım ve pazarlama süreçlerinde de aktif kullanılıp fayda sağlıyor. Örneğin, bir fabrika fiziksel anlamda inşa edilmeden simülasyon aracılığı ile kurulup gereken tüm fizibilite çalışmaları bu simülasyon aracılığıyla gerçekleştiriliyor. Özetle siber-fiziksel sistemler, dolayısıyla da Endüstri 4.0, hali hazırda tahmin etmekte zorlandığımız çözüm yollarının bulunması, etkin kaynak kullanımının sağlanması, verimliliğin artırılması anlamında ümit vaat etmektedir (Siemens Türkiye, 2016, s. 10).

Sürekli artan sensörler ve ağa bağlı makineler büyük veriler olarak bilinen yüksek hacimli verilerin sürekli olarak artmasına sebep olmuştur. Böylesi durumda CPS büyük verileri yönetmek, akıllı, esnek ve kendinden uyarlanabilir makinelerin hedefine ulaşmak ve makinelerin birbirine bağlanmasını sağlamak için daha da geliştirilebilir (Kahraman, 2017, s. 101). Siber fiziksel sistemlerin sanayi ve imalat olmak üzere enerji, ulaşım, savunma, sağlık, tarım, bina denetimi ve kent hizmetleri gibi sektörlerde giderek daha sık kullanılması beklenmektedir. Ancak siber fiziksel sistemlerle ilgili olarak cevap ve çözüm bekleyen bir dizi konu olduğu da bir başka gerçektir. Siber fiziksel sistemlerle ilgili olarak siber güvenlik ve mahremiyet, toplam sahip olma maliyeti, insan operatörler ve diğer sistemlerle birlikte işbirlikçi çalışma, güvenlik ve güvenilirlik gibi alanlarda yeni çalışma ve gelişmelere ihtiyaç var. Diğer yandan siber güvenlik sistemlerin gelişiminin yeni iş modellerine yol açarak ve yeni hizmetlerin ortaya çıkmasını sağlayarak farklı yaşamsal dönüşümlerin oluşumuna yol açacağına kuşku yoktur (Banger, 2017, s. 129).

2.1.4. Büyük Veri

Teknoloji dünyasında yaşanan gelişmelerin bilgi teknolojileri alanına yansıyan en önemli iki kazanımı “Büyük Veri” ve “Analitik” olmuştur. Cihazların ve sistemlerin ürettiği verilerin miktar bakımından büyüklüğü, bu verilerin işlenmesi konusunu da gündeme taşıdı ve bu sayede veri analitiği uygulamaları yaygınlık kazandı. Cisco’nun

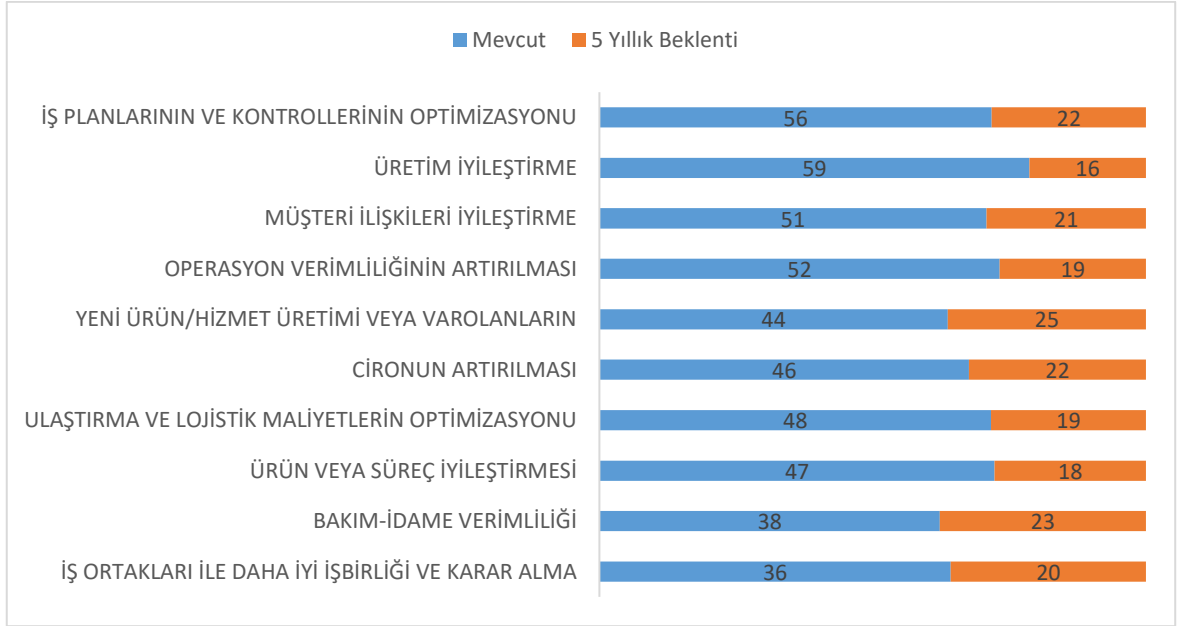
2013 tarihinde gerçekleştirdiği “The Internet of Everything” isimli araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, 2016 yılı itibariyle sisteme entegre olan elektronik cihaz sayısı 20 milyarın üzerine çıkacak ve bu cihazlardan toplanan verinin büyüklüğü zetabayt’ları (1 zetabayt=1 milyar terabayt) bulacak. Bu kadar büyük miktarda verinin güvenli sistemler içerisinde tutulup incelenerek anlamlı bilgiler haline getirilmesi ile önemli bilgilere ulaşılabilecektir. Muhtemel hatalar önceden tespit edilip tüketicilerin beklentilerinden piyasa hareketlerine kadar her konuda analizler ve tahminler pratikleşecek ve karar alma süreçleri ile değer zincirleri iyileştirilecektir (Siemens Türkiye, 2016, s. 12).

Teknolojide meydana gelen hızlı ve muazzam gelişmeler ve internetin, sosyal medya araçlarının gündelik yaşama egemen olması ile birlikte bilgiye ulaşma oldukça kolay hale gelmiştir. Bilgiye ulaşmada ve paylaşmada sağlanan bu kolaylık, lüzumsuz ve hatalı bilgi problemini de büyütülmüştür. Bu nedenle ortaya çıkan bu devasa bilgi topluluğu, bilgi çöplüğü şeklinde adlandırılmaya başlanmıştır. Çünkü bu kadar çok bilginin depolanması ve raporlama sistemlerinde faydalı bir amaç doğrultusunda kullanılması olası görülmemektedir. Öte yandan, bilim teknolojisi alanında yaşanan gelişmeler bilgi çöplüğü şeklinde adlandırılan bu geniş sahadan, faydalı bilgilerin de bulunup seçilmesine imkân sağlamıştır. Bu şekilde çok miktarda bilginin yer aldığı bu ortamdan gerçek ve güvenilir olanların seçilerek, saklanması olanaklı hale geliş “Büyük Veri” kavramını gündeme taşımıştır (EBSO, 2015, s. 19).

“Big Data - Büyük Veri”yi kullanan Endüstri 4.0’ın ortaya koyacağı yeniliklerin aşağıdaki gibi olması beklenmektedir (Ulusoy, 2016).

- Makineler, donanımlar, sensörlerin özerk hale gelmesi, internet aracılığıyla insana bağlanma ve iş birliği kurma imkânı yaratacaktır.
- Bilgi sistemleri fiziki alanın bir kopyasını oluşturacak ve dijital tesis modelleri, sensörler aracılığıyla sağlanan veriler zenginleşerek şeffaf hale gelecektir.
- Acil nitelikteki problemler çok kısa bir zaman dilimi içerisinde çözülebilir hale gelecektir.
- Siber sistemlerin otonom karar alma yetenekleri sayesinde insanın yer almadığı bir üretim süreci oluşacak ve yalnızca istisnai koşullarda insan tarafından gerçekleştirilen bir denetim mekanizması devreye girecektir.

- İmalat kalitesi arttırılacak, müşteri tercihlerinin daha fazla bağlayıcı olduğu, yeniliklere uyum sağlayan seri üretim ve kaynak kullanımında tasarruf hedeflenecektir.
- Müşterinin tercihinine paralel, tamamen kişiselleştirilmiş ürün imalatı ucuzlayacaktır.



Şekil 4. Büyük Veri ve Analitiğin Kullanıldığı Alanlar

Kaynak: Korkut, Ömer, “Siber Güvenlik ve Büyük Verinin Endüstri 4,0’daki Yeri”, Yeni Nesil Sanayi Endüstri 4.0 Paneli,

Şekil 4.’te Endüstri 4.0’a yatırım yapan, 24 farklı ülkeden 2000 yatırımcı ile yapılan anketin sonucunu ifade etmektedir. Büyük veri ve analitiğin nerelerde kullanıldığı ve önümüzdeki 5 yıl içerisinde nerelerde kullanılabileceğini göstermektedir (Korkut, 2016).

2.1.5. Otonom Robotlar

Endüstri 4.0’ın gerçekleşmesinde “Otonom Robotlar, Büyük Veri, Artırılmış Gerçeklik, Nesnelerin İnterneti” gibi farklı disiplinler önemli bir konumda bulunmaktadır. Burada bahsi geçen “Otonom Robotlar”, kendiliğinden iş yapma niteliği bulunan robotlardan ziyade, belirli bir zekâsı olan robotik sistemler şeklinde ifade edilebilir (Yazıcı, 2016). Robot, genel olarak “önceden programlanmış görevleri yerine

getirebilen elektro-mekanik cihaz” olarak da tanımlanmaktadır. Robotlar doğrudan bir operatörün denetimi altında faaliyet gösterebildikleri gibi, bir bilgisayar programı vasıtasıyla özerk halde de çalışabilmektedirler (EBSO, 2015, s. 20).

Dördüncü Sanayi Devriminin gelişi ilk olarak Hannover Sanayi Fuarı’nda ‘nesnelerin interneti’ kavramıyla duyurulmuştur. İlk etapta makineler ile fabrikalar arasında sağlanan dijital iletişim öne çıkmışken, şimdi ‘işbirlikçi’, yani insanla beraber çalışan robotlardan bahsedilmektedir (Böhmen, 2017).

Robotlar, günümüzde endüstriyel üretim (otomotiv, montaj, sondaj, kaynak, boyama, bakım, tamir, malzeme taşıma, depolama, kalite kontrol, makine bakımı izleme vb.), askeri, uzay ve savunma (imha etme, gözlem yapma, patlayıcı ve diğer malzemeler taşıma), tıp ve sağlık sistemleri (teşhis, tedavi, iyileştirme, protez, robotik ortezler ve dış iskeletler), eğitim ve araştırma faaliyetleri, tarım endüstrisi (hasat, ürün işleme, sınıflandırma, paketlenme, kalite kontrol), arama ve kurtarma çalışmaları (arkeolojik kazılarda, yangında, depremde, maden kazalarında, radyoaktif ve zehirli ortamlarda), eğlence, kişisel ve hobi amaçlı (kendin yap robot kitleri, oyuncaklar, ev ve bahçe işlerine yardımcı robotlar) olarak çok geniş bir sahada kullanılmaktadır (Kılıç , 2014).

Büyük bir hızla dijitalleşmekte olan dünyada giderek robot sayısı da artmaktadır. Artık robotlar fabrikalardan otellere, kahve zincirlerinden havaalanlarına kadar her alanda karşımıza çıkabilmektedir. Bu noktada akıllara ilk gelen “Robotlar işimizi elimizden alacak mı?” sorusu olmaktadır. Kas gücü gerektiren işlerin tamamını yapabilecek nitelikte olan robotlar, endüstrileri başlı başına değiştirecektir. Bununla ilgili ilk akla gelen örnek akıllı fabrikalardır. Günümüzde kahve dükkânlarında dahi faaliyet gösterebilen robotlar, bu anlamda dijital dönüşümün gözle görülür tarafını temsil etmektedirler. The Wall Street Journal’da yer alan verilere göre, dünyada en çok robot nüfusuna sahip lider ülke konumunda olan Japonya’nın, imalat sanayinde çalışan 437000 endüstriyel robotu bulunmaktadır. Bu rakam ABD’de 237400, Çin’de ise 182300’dür. Güney Kore’de ise imalat sanayide çalışan her 10 bin kişiye karşılık 437 endüstriyel robot düştüğü bilinmektedir (Can, 2017). Dünya genelinde ise endüstriyel robotların sayısının 2019’a kadar yaklaşık 2.6 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (Kahraman, 2017, s. 77).

Otonom robotlar, Endüstri 4.0’ın en hassas uygulama alanlarından biri olan esnek üretim yöntemleri bakımından kilit teknoloji konumundadır. İmalat sanayisinde

otonom robot yöntemlerinin optimum verimle kullanımı, bu konudaki bakış açılarında çok bariz farklılıklar yaratacaktır. Otonom robot uygulamaları, teknolojik gelişmişlik düzeyi ve kullanım sıklığı açısından incelendiğinde, yalnızca Endüstri 4.0 ve geleceğin fabrikalarının gerçekleşmesi bakımından değil, üretimden eve kargolamaya kadar gerçekleşen tüm süreçlerin otonom robot teknolojileri ile olanaklı hale geleceği tahmin edilmektedir (Yazıcı, 2016, s. 39).

Günümüzde robotlar üst düzey zekâ, algılama ve karar gerektiren proseslerde zamanla daha çok görev alabilir duruma ulaşmışlardır. İnsanın, fiziki ve psikolojik yapısı nedeniyle endüstrinin gerektirdiği güveni tam olarak karşılamakta yetersiz kalırken robotların üretim sürecine dâhil olduklarında öznel nitelikli herhangi bir kusur, yanlışlık ya da bunlara benzer gerekçelerle olumsuz bir gelişmeye yol açma durumları bulunmamaktadır. Robotlar yalnızca teknik bir arıza ya da hata durumunda üretimle alakalı bir aksaklık yaratmaktadır ki bu durumlar da tamamen nesnel bir niteliğe sahiptir (Görçün, 2017, s. 188).

2.1.6. Simülasyon

Simülasyon, “Teknik anlamda gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesi” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda simülasyon, bir sistemde yer alan nesnelerin birbirleriyle olan ilişkilerini içeren sistem veya süreçlerin bir formudur (EBSO, 2015, s. 20). Simülasyonun özellikleri ise şu şekilde sıralanabilir (Özden, 2015):

- Sistem davranışlarını gözlemler ve tanımlar.
- Gözlemlenen davranışlar için geçerli teori ve hipotezler oluşturur.
- Sistemin davranışlarını tahmin eder.
- Sistemi denetleme imkânı sunar.
- Komplike sistemlerin dizayn edilmesinde ve analizinde kullanılır.

Endüstri 4.0’ı karakterize eden kavramlardan birisi olan “simülasyon”, sanal gerçekliği ifade eder. Sanal gerçeklik, 1962’de Morton Heilig’in geliştirdiği Sensorama isimli bir cihazla uygulanmaya başlamış bugün gelinen noktada Oculus Rift’e ya da Google Glass projesine kadar uzanmıştır. Askeri uygulamalardan sağlığa, eğitimden

turizme, mimariye ya da satış-pazarlamaya kadar birçok farklı sektörde uygulanan bu kavramın kullanım sahalarından bir tanesi de endüstrinin kendisidir. Endüstriyel üretimin planlama, tasarım, üretim, servis, bakım, test ve kalite kontrol gibi her basamağında sanal ortamlar kullanılmaktadır. Bu durumda Sanal Gerçeklik, Endüstri 4.0'ın da başlıca özelliklerinden bir tanesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, bir fabrikanın verimli çalışıp çalışmayacağını anlamak için fabrika, fiziksel olarak inşa edilmeden önce sanal ortamda kuruluyor, faaliyete geçiriliyor ve analiz ediliyor. Bu uygulamada bir tek fabrikanın inşa süreci değil, tüm üretim süreçleri ayrı ayrı ya da makineler de analiz edilip detaylandırılabilir. Örneğin, makinelerin bakım ve onarımı ile görevli personel, gerekli eğitimi sanal bir ortamda uygulamalı alabiliyor, ulaşılması imkânsız makine parçaları bile izlenebiliyor ve muhtemel hatalar önceden tespit edilebiliyor (Siemens Türkiye, 2016, s. 13).

Ürün, malzeme ve üretim süreçlerinin 3 boyutlu simülasyonları hali hazırda mühendislik aşamalarında kullanılırken, simülasyonların işletme faaliyetleri düzeyinde kullanımı ileride daha da yaygınlaşacaktır. Bu simülasyonlar, gerçek zamanlı bilgilerden yararlanarak fiziksel dünyayı, makineleri, ürünleri ve insanları sanal bir formda yansıtmaktadır. Bu, operatörlerin fiziksel değişimden önce sanal dünyada bir sonraki ürün için makine ayarlarını kontrol ederek maksimum kapasiteli hale getirir. Böylece makine kurulum sürelerini kısaltır ve kaliteyi artırır. Örneğin, Siemens ve bir Alman takım tezgâhı üreticisi, fiziksel makineden sağlanan verilerden faydalanarak parçaların işlenmesini simüle edebilen bir sanal makine geliştirdi. Bu, gerçek işleme süreci için kurulum süresini %80 oranında azaltıp makine kurulum sürelerini düşürerek kaliteyi artırmalarını sağlamaktadır (Rübman, ve diğerleri, 2015).

Böylece simülasyon, endüstriyel sahada geleceğin fabrikalarının, sistemlerinin, servislerinin meydana getirilmesinde zorunlu bir bileşen konumuna gelmiştir (Çelen, 2017, s. 23).

2.1.7. Entegre Sistemler

Son endüstri devrimi olan 4.0 ile beraber, parça üretimden toplu üretime kadar ciddi oranda gelişim gösteren şirketlerin bu büyümesine etki eden en önemli faktör bütünleşmek, yani entegrasyondur. Şirketlerin entegrasyonu diğer faktörlere oranla hem

oldukça avantajlı hem de çok hızlı ve etkin bir yöntemdir (<https://www.endustri40.com/yatay-ve-dikey-entegrasyon-nedir/>).

Bugünün teknoloji sistemlerinin büyük bir kısmı birbirleriyle tam olarak birleşmiş değildir. Şirketler, tedarikçiler ve müşterilerin yanı sıra mühendislik, üretim ve servis gibi bölümler de birbirleriyle nadiren yakından ilişkilidir. İşletmeden imalathane düzeyine kadar olan işlevler tam olarak entegre edilmemiştir. Ürünlerden tesislere ve otomasyona kadar mühendisliğin kendisi bile tam entegrasyondan yoksundur. Fakat Endüstri 4.0 ile şirketler, departmanlar, fonksiyonlar ve yetenekler, şirketler arası, evrensel veri entegrasyon ağları geliştikçe ve gerçekten otomatik değer zincirleri sağladıkça çok daha uyumlu hale gelecektir (Rübman, ve diğerleri, 2015).

Üretim açısından kritik olarak değerlendirilen entegre yapıların gerçekleştirdiği sürekli akış, Endüstri 4.0'ın temelini meydana getiren oluşumlardan biridir. Bu akışı sürdürmek için ise yalnızca belirli noktalarda değil, her noktada yatay ve dikey bütünleşme sağlanmalıdır. Yatay Entegrasyon, üretim ve planlama prosesinde yer alan her basamağın hem kendi arasında hem de farklı işletmelerin üretim ve planlama proseslerindeki basamakları arasında sürekli bir akışı elde etmesini ifade etmektedir. Bu bütünleşme; ham madde temininden tasarıma, üretime, pazarlamaya, sevkiyata kadar her noktayı içermektedir. Birbirinden farklı işletmeler arasında kurulan yatay entegrasyon yeni iş modellerinin geliştirilmesine de imkân sağlamaktadır. Yatay Entegrasyon bütünleşik ve uçtan-uca sistemler oluştururken dikey entegrasyon bütün aşamalarda kullanılan teknolojik altyapıda sürekli bir iletişim ve akış sağlamayı ifade etmektedir. Örneğin üretim alanındaki sensörler, aktörler, vanalar, motorlar, kumanda panelleri, üretim yönetimi sistemleri, kurumsal kaynak planlama yazılımları, iş zekâsı uygulamaları gibi birimlerin birleştirilmesi bu kapsamda değerlendirilmektedir. Endüstri 4.0 sayesinde sağlanan dikey ve yatay entegrasyon ile üretim süreçlerinde yaşanan değişikliklere ve sorunlara hızla cevap verilebilmekte, müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşarak kaynak verimliliği artırılmaktadır. İşletmelerde daha çok esnekleşme sağlanırken gereksinim duyulan değişiklikler kolay ara yüz güncellemeleriyle bile sağlanabilir hale gelmiştir (Siemens Türkiye, 2016, s. 24).

Örneğin “Dassault Systemes” ve “BoostAeroSpace”, Avrupa havacılık ve savunma sanayi için işbirliği amacıyla kurduğu “AirDesign” isimli platformda, tasarım ve üretim konularında işbirliğini hedefleyen bir ortak çalışma alanı oluşturmuş ve bunu

bulut tabanlı bir hizmet olarak sunmaktadır. Bu sayede birçok iş ortağının ürün ve üretime ilişkin bilgilerinin paylaşıldığı komplike iş süreçleri verimli şekilde yönetilmektedir (TÜSİAD, 2016, s. 27).

2.1.8. Bulut Bilişim Sistemleri

Bulut bilişim modeli, John McCarthy'nin 1960'larda ortaya attığı, "Bir gün hesaplama işlemleri geniş kamusal ağlar üzerinde gerçekleşecek." görüşüne dayanmaktadır. Bulut kavramı esasında bir telekomünikasyon terimi olup servis sağlayıcı ile son kullanıcı arasında kalan ağ üzerindeki sistemi sembolize eder (Şeker ve ark.'ndan akt.: Yazır, 2018, s. 8).

Bulut bilişim; neredeyse her türlü ağa dâhil olabilen cihazların bağlanabildiği, internet aracılığıyla donanımsal ve yazılımsal anlamda var olan doküman ve kaynaklarımızın, hizmet ve servis sağlayıcılar ile kullanıcılara ve cihazlara aktif şekilde paylaştırılabildiği bir internet platformu şeklinde tanımlanabilir (Yazır, 2018, s. 9).

Bir üründen ziyade bir hizmeti ifade eden bulut bilişim uygulamasında, ana kaynakta yer alan yazılım ve veriler erişime açılarak, mevcut bilişim hizmeti; bilgisayarlar ve diğer cihazlardan elektrik dağıtıcılarına benzer şekilde internet üzerinden sağlanır. Bilgisayar teorisyenlerince internetin geleceğinin bulut bilişimden geçtiği öne sürülmektedir. Buna istinaden gelecekte, bilgisayar hard disklerinin işlevini çevrim içi bulutların yerine getireceği tahmin edilmektedir. Bu gelişme bilişim cihazlarında donanımsal bir yenilik yapmadan, tamamen çevrim içi ağ aracılığı ile fonksiyonel uygulamalara erişmek manasına gelmektedir. Bu sektörün gelişmesi ile birlikte, bilhassa bilişim teknolojisini yoğun kullanan toplumlarda bilgi dağıtımını sunan birçok firmanın önemli bir konuma ulaşacağı, hatta sektördeki rekabetin hukuksal bir takım problemlere sebep olabileceği yönünde görüşler bulunmaktadır. Çünkü bu şekilde tüm bilgi-işlem uygulamalarının çevrim içi altyapıya dönüştürülmesi süreci, kişisel verilere erişilmesi konusunda güvenlik açısından riskli bulunmaktadır (EBSO, 2015, s. 22).

Bulut Bilişim, donanım ve bilişim teknolojileri altyapı yönetimine odaklanan hizmetin yanında bazı geliştirmelerin yapılacağı araçları sunan bir hizmet platformunu ve sunucular üzerindeki yazılımların kullanılmasını sağlayan bir yazılım hizmetini

içeren üç modelden oluşmaktadır. Büyük altyapı yatırımlarına gerek olmaksızın kapsamlı bilişim teknolojisi hizmeti sunan bulut bilişim uygulaması sayesinde, işletmelerin bilişim teknoloji hizmetleri servis sağlayıcılara emanet edilebilmekte böylelikle işletmelerin kendi faaliyetleri üzerine yoğunlaşmalarına yardımcı olunabilmektedir. Bulut Bilişim’de güvenlik halen tartışmalı bir mesele olmakla beraber Endüstri 4.0’a dâhil olmak için yeni bir bakış açısı ile ortaya konulan alternatifler bu konuda da işletmelerin ve kamu kuruluşlarının problemlerine çözüm sunmaktadır. Diğer taraftan, Endüstri 4.0 da Bulut Bilişim’den yararlanmaktadır. Bu uygulamanın özünde yer alan geniş depolama sahaları, gelişmiş hesaplama gücü gibi özellikler, endüstriyel üretim konusunda çok önemli bir yeri olan verilerin toplanması, analizi ve saklanması bakımından ciddi bir fırsat sağlamaktadır. Akıllı cihazların birbirleri ile iletişimlerinin de ortaya çıkmasıyla büyük veri, nesnelerin interneti ve bulut bilişimin bir arada çalışmasının endüstride bir çığır açması beklenmektedir (Siemens Türkiye, 2016, s. 12).

Bulut bilişim, şirketlere rekabet üstünlüğü elde etmede, bilgiye kolay ve daha az masraf ile erişme imkânı sunmada etkili olmaktadır. Günümüzde zaman ve mekân kavramının yeni teknolojilerle öneminin artması nedeniyle birçok şirket artık bu hizmeti kullanmayı tercih etmektedir (Barutçu, 2019, s. 19).

Tüm dünyada giderek güçlü bulut bilişim uygulamaları devreye girmektedir. IBM, Amazon, Google, Walmart ve Facebook gibi kuruluşlar bu alanda veri tabanı sistemleri ve bulut hizmetleri olarak önemli ve gitgide artan ölçekli oluşumlar gerçekleştirmektedirler. Bilgisayar uzmanları yakın bir zaman içerisinde tüm bilgisayar işletmenlerinin bulut bilişim sistemini kullanacağını öne sürmektedirler. Bu sektörün gelişimi beraberinde yeni sektör oluşumlarını doğuracaktır. Bulut bilişim başta Telekom ve IT sektörleri olmak üzere medya, devlet, eğitim ve sağlık gibi sektörlerle büyük ölçüde etki edecektir. Ancak en büyük etkisi ise akıllı üretime zemin hazırlaması olacaktır (Banger, 2017, s. 95).

Bulut teknolojisinin getirdiği avantajlar maddeler halinde sıralandığında şu özellikler karşımıza çıkmaktadır (<https://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/>):

- Bulut bilişim sistemleri API’ler ile hızlı kullanım kolaylığı sağlıyor.

- Geniş saklama alanı, hızlı veri aktarımı ve bu yedekleme üzerinde maliyet tasarrufu elde edebilme gibi çeşitli imkânlar sunmaktadır.
- Devamlı artan bilgilerin arşivlenmesi, kullanıcıların yetkilendirilmesi ve izlenmesi gibi hususların sebep olduğu alt yapı karışıklığı giderilebiliyor.
- Bulut teknolojisi yazılımları web tarayıcıları üzerinden çalıştığından, bilgisayar, tablet, akıllı telefon ve Smart TV’lerde kullanılabilir ve bu sayede platform bağımlılığı ortadan kalkıyor.
- Bulut yazılım hizmeti sunan kuruluşların bilgilerinin saklandığı serverlar kesintisiz, günün 24 saati yazılım ve donanımsal olarak güvenlik önlemleri barındırdıklarından dolayı ana bilgisayardan daha güvenli bir konumda oluyorlar.

2.1.9. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış Gerçeklik, gerçek hayatta var olan içeriklerin bilgisayar tarafından üretilen ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilip canlı, doğrudan veya dolaylı fiziksel görünüm elde edilmesidir. Bu kavram gerçek dünyanın sanal ilavelerle bilgisayar tarafından artırılması ve zenginleştirilmesidir (Banger, 2017, s. 50). Kısaca gerçekliğin bilgisayar tarafından değiştirilmesi ve artırılması olarak ifade edilen bu uygulama ile kullanıcı, gelişmiş artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak çevresindeki bilgi ile etkileşime girebilmektedir (EBSO, 2015, s. 21).

Sanal gerçeklikte tam anlamıyla sanal bir dünya yaratılıyorken artırılmış gerçeklik uygulamasında (tıpkı insanların anime karakterlerle birlikte oynadıkları filmlerdeki gibi) gerçek ve sanal olan beraber iç içe yer alır. Yeni oluşan üretim yaklaşımında sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve konuşma, tanıma, iş yapma modellerinin birer öğeleri haline gelir. Çalışanlar önemli görevleri ifa ederken gereksinim duydukları haberleşme unsurlarına veya talimatlara giyilebilir araçlar (akıllı gözlükler) sayesinde ulaşabilecek ve genel sanallaştırma uygulamaları ile herhangi bir tehlike ile karşılaşmadan yenilenmiş ergonomi koşulları altında robotlarla beraber çalışabilir duruma geleceklerdir (Banger, 2017, s. 157).

Artırılmış gerçeklik günlük yaşantımızın her aşamasında kullanılan ve günlük yaşantımızı kolaylaştıran çok önemli bir teknolojidir. Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı arkeolojiden mimariye, eğitimden sanata, sağlıktan askeriye kadar geniş bir alana uzanmıştır. Artırılmış gerçeklik olarak ifade edilen bu yeni

teknoloji, bilgisayar evreni ve gerçek evren arasındaki çizgiyi bulanıklaştırıp; görme, hissetme, dokunma, koklama, duyma duyularımızın yaratılan bu yeni bir evrende çalışmalarını sağlar (<https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/>).

Artırılmış gerçeklik zemininde oluşturulan sistemler, bir depoda parça seçme ve mobil cihazlar üzerinden onarım talimatları gönderme gibi çeşitli hizmetlerin sunulmasına yardımcı olurlar. Bu sistemler henüz başlangıç sürecinde yer almasına karşılık gelecekte şirketlerin, çalışanlara karar verme ve çalışma yöntemlerini iyileştirmek amacıyla anlık bilgi sağlamak üzere artırılmış gerçekliği daha yaygın bir biçimde kullanacağı beklenmektedir. Örneğin işçiler, onarılması gereken gerçek sisteme baktıklarında belli bir parçanın ne şekilde değiştirileceği konusunda onarım talimatları alabilirler. Bu bilgiler, artırılmış gerçeklik gözlükleri gibi cihazlar kullanılarak doğrudan çalışanların görüş alanında görüntülenebilir. Bir diğer uygulama ise sanal eğitimidir. Siemens, Comos yazılımı için, acil durumlarla başa çıkmak üzere tesis personelinin eğitmek üzere artırılmış gerçeklik gözlükleri kullanarak gerçekçi, veri tabanlı 3 boyutlu bir ortam kullanan sanal bir tesis operatörü eğitim modülü geliştirdi. Bu sanal dünyada, operatörler bir siber temsil üzerine tıklayarak makinelerle etkileşimde bulunmayı öğrenebilir hale geldikleri gibi parametreleri değiştirebilir ve operasyonel veri ve bakım talimatlarını alabilir düzeye eriştiler (Rübman, ve diğerleri, 2015).

2.1.10. 3D Yazıcılar

3 boyutlu yazıcı, sayısal ortamda dizayn edilmiş veya 3 boyutlu olarak taranmış bir nesneyi, plastik, metal, biyolojik mürekkep, kum taşı, seramik, cam, çikolata ve hatta gerçek insan derisi ve kemiği kullanarak, maddeleştiren bir teknolojidir. 3B Yazıcı, 1983 yılında, Chuck Hull (Avrupa Patent Ofisi) tarafından, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD), ilk örnek üretimi amacıyla geliştirilmiştir, fakat zamanla nihai ürün yapımında kullanılmaya başlanmıştır (Korkmaz, 2014, s. 19).

Geleneksel kalıp teknolojilerinde 3 boyutlu baskıya geçiş ile birlikte bilgisayarlar ile etkileşim halinde bulunan makineler insan müdahalesine gerek kalmadan otonom bir şekilde üretim yapmaya başladılar. Normal yazıcıların sahip olduğu hızlılık ve pratiklik özelliklerine benzer biçimde üç boyutlu baskı sistemlerinin küçük yedek parçalardan, insan uzuvlarına, gıda ürünlerinden ev ve arabalara kadar her

şeyi üretme becerisi bulunmaktadır. Bu üretimleri veri işleme becerileri ile birlikte gerçekleştirdikleri zaman geleneksel fabrikalardan daha farklı bir üretim ortamına geçiş yapılabildiği anlaşılmaktadır (Banger, 2017, s. 48-49).

3 Boyutlu veya 3D yazıcı; bilgisayardan alınan dijital üç boyutlu veriyi (üç boyutlu CAD çizim), somut nesneler haline getiren bir makinedir. Elektronik parçalar ve motorlar haricinde bütün mekanik parçaların neredeyse tamamı 3D yazıcı ile basılabilmektedir. Farklı çeşit ve tekniklerde baskı yapabilen üç boyutlu yazıcılar bulunmaktadır. En geniş kullanım alanına sahip olan üç boyutlu yazıcıların çalışma ilkesi bilgisayar ortamında hazırlanan herhangi bir üç boyutlu nesnenin sanal olarak tabakalara bölünmesine ve her bir tabakanın eritilen hammaddeye dökülerek üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanmaktadır. Dünya genelinde her sene yüzde 25–30 oranında büyüyen 3D yazıcı sektörü hâlihazırda 4 milyar dolarlık bir market hacmine ulaşmış durumdadır (EBSO, 2015, s. 10).

Bilgisayar destekli yazılımların sanal gerçeklik ile bütünleştirilmesi ve sonucunda ise verilen komutlar dâhilinde ortaya çıkan ürün üç boyutlu yazıcıların aracılığıyla oluşmaktadır. Ürünün sanal gerçekliğin hâkim olduğu bir ortamda katman katman işlenmesi söz konusudur. Sanal gerçeklik alt yapısında ürünlerdeki herhangi bir hatada komutlarla nasıl değiştirileceği işlenmektedir. Özellikle günümüzde havacılık şirketlerinin uygulamaya başladığı ve uçak üretiminde kullandığı bilinmektedir (Destebaşı, 2018, s. 13).

Uluslararası alanda üç boyutlu yazıcılar sağlık sektöründe de çok yaygın biçimde kullanılmaktadır. Örneğin, İngiltere’de üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretilen leğen kemiği ile hastanın değnek yardımıyla yürümesi sağlanmıştır. Hollanda’da ise, yine üç boyutlu yazıcı kullanılarak insan kafatası üretilmiş ve böylece hastanın kafatası değiştirildiğinde beyin fonksiyonlarını yeniden kazandığı tespit edilmiştir (<https://www.printondemand.com.tr/saglik-sektorundeki-yeni-umut-isigi-3d-printer-teknolojisi/>).

3 boyutlu yazıcıların değişik alanlarda kullanımlarına bakıldığında; örneğin mühendislikte Local Motors firması 3B yazıcı teknolojisi ile ürettiği “LM3D Swim” adlı aracı 2016 yılında satışa çıkarmıştır. Bu teknolojinin ilgi çeken kullanım sahalarından bir tanesi ise yiyecek sektörüdür. Hollandalı süpermarket sahibi Albert

Heijn 3 boyutlu yazıcılardan faydalanarak müşterilerin kendi pasta süslerini tasarımlarına ve üretmelerine imkân sağlayan bir sistem oluşturmuştur. Üç boyutlu yazdırma teknolojisinin mühendislikten eğitime, tıptan sanayiye kadar birçok farklı disiplinde çok geniş biçimde kullanılması bu teknolojinin faydalanıcılarına zaman ve maliyet tasarrufu, kolay yedekleme, geometrik özgürlük ve doğaya dost imkânlar sunmuştur (Kuzu Demir, vd., 2016, s. 489).

Bazı kuruluşlarca 3D yazıcıların gelecekte ev yapımı için de kullanılacağı ve üç boyutlu yazıcı ile üretilen bu evlerin normal ev yapımına kıyasla çok daha hızlı, sağlam, ucuz ve kullanışlı olacağı düşünülmektedir. Üretilen bu evlerin alışılmış evlerden farklı olacağı, gelecekte kullanılacak farklı teknolojileri ve güneş panelleriyle destekleneceği de düşünülünce söz konusu bu iki teknolojinin, ilerleyen yıllarda yaşantımızın vazgeçilmez bir kısmını oluşturacağı beklenmektedir (Çınar, 2016).

BÖLÜM III

İŞLETME VE FONKSİYONLARI

3.1. Bir Sistem Olarak İşletme ve Fonksiyonları

İşletme, iktisadi değeri bulunan mal veya hizmetin üretildiği veya pazarlandığı veya her iki faaliyetin birlikte yapıldığı kuruluştur (Tokat & Kara, 2018, s. 26). İşletmelerin yapısal büyüklüklerine bakılmaksızın kendi faaliyet alanına giren gerçekleştirmesi gerekli işleri ve faaliyetleri bulunur. Bu faaliyetlerin sayısı işletmelerin yapısal büyüklüklerine göre değişkenlik gösterir ve büyüklük ile faaliyetler doğru orantılı şekilde artış gösterir. Dolayısıyla küçük işletmelerde faaliyetlerin sayısı az olmakta iken büyük işletmelerde ise bu sayı giderek artmaktadır. İşletmeler için rekabet ortamında ayakta kalabilmenin en önemli koşulu niteliksel ve niceliksel büyüme. Bu nedenle yerine getirdikleri faaliyetlerin sayısı da artış göstermektedir. Örneğin küçük bir işletmede faaliyetler yalnızca pazarlama ve üretim fonksiyonlarından oluşurken, büyük bir işletmede bu fonksiyonlara ilave olarak insan kaynakları, muhasebe, finans ve halkla ilişkiler de dâhil edilebilmektedir. Ancak yine de yalnızca işletmelerin büyüklüklerine göre fonksiyonların nitelik ve niceliğini dikkate alarak karar vermek doğru olmayacaktır. İşletmelerdeki fonksiyonların belirlenmesine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. İşletmenin faaliyet alanı, sektörü, stratejileri, teknolojisi ve çalışanların niteliği gibi faktörler bunlar arasında yer almaktadır. Örneğin sektör dikkate alındığında banka, otel, hastane ve okul gibi hizmet üreten işletmeler ile çamaşır makinası, televizyon ve bisküvi gibi mal üreten imalat işletmeleri farklı fonksiyonlarla belirledikleri amaçlara ulaşmaya gayret etmektedirler. Hizmet işletmelerinde ürün hizmetin kendisi olduğu için hizmetlerin mallar gibi saklanması, stoklanması ve iade edilmesi mümkün değildir. Hizmet, hizmeti sunandan ayrı düşünülemeyeceği için yani; eş zamanlı üretim ve tüketim söz konusu olduğundan hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin fonksiyonları da farklılık gösterebilmektedir. Yine örneğin ticaret sektöründe faaliyet gösteren toptancı ve perakendeci işletmeler herhangi bir üretim

yapmadıklarından üretim fonksiyonuna ihtiyaç duymayacaktır. İşte işletmelerin belirledikleri amaçları elde etmesinde ve başarı sağlayabilmesinde bu fonksiyonların bir sistem içerisinde buluşturulması ve yönetilmesi gerekmektedir. Bu yönüyle bakıldığında işletmelerin kendisi birer sistemdir (Besler, 2019, s. 191).

Sistem; belli parçalardan (alt birimlerden, alt sistemlerden) oluşan, bu parçalar içerisinde belirli ilişkileri olan, bununla birlikte dış çevre ile ilişkisi olan parçaların bütünlüğü şeklinde tanımlanabilir. Birleşik ve entegre olmuş parçalardan meydana gelmiş herhangi bir yapı, olay veya faaliyet bir sistem olarak değerlendirilebilir. Bu tanımdan hareketle “sistem” ifadesinden belirli parçalardan meydana gelen bir bütün anlaşılmaktadır. Buradaki önemli husus bütünü oluşturan bu parçaların hepsinin ayrı ayrı kendine özel bir işleyişe sahip olması, ancak her birinin etkinliğinin de birbirine bağlı olmasıdır (Koçel, 2018, s. 277).

Bu yaklaşıma göre insan da bir sistem olarak değerlendirilebilir ve insan vücudunda yer alan sinir sistemi benzeri öteki sistemler de alt sistem şeklinde düşünülebilir. Bu nedenle insan vücudunu anlayabilmenin yolu, bu alt sistemleri anlamadan geçer. Bu alt sistemlerin birinde oluşacak bir aksaklık öteki alt sistemleri ve zamanla bütün vücudu negatif açıdan etkileyecektir (Dinçer & Fidan, 2009, s. 88).

İşletme de bir sistemdir. Ürün veya hizmet üretmek ya da kâr elde etmek gibi bir amacı olan işletmeler üretim, finansman, insan kaynakları, muhasebe bölümleri gibi parçalardan oluşur. Bu parçaların her birindeki değişim tüm sistemi etkilemektedir. Fiziksel sistem olarak güneş ve gezegenler, biyolojik sistem olarak insan vücudu, teknolojik sistem olarak petrol rafinerisi ve sosyoekonomik sistem olarak da bir işletme buna örnek gösterilebilir (Besler, 2019, s. 192).

İşletme faaliyetleri bir bütündür ve her alt sistemin öteki alt sistemlerle bağlantısı vardır. Sistem kavramının temelinde bu karşılıklı ilişkiler, her şeyin birbiri ile ilişkili olması özelliği ve bunun vurgusu vardır. Sistemler yaklaşımı bakımından değerlendirildiğinde işletme sisteminin temel akışı olan input-süreç-output akışını düzenleyen çeşitli alt sistemleri esas alan bir yapılanmadan söz edilebilir. İşletmeler insan ihtiyaçlarını karşılayacak mal ve hizmetleri üretecek değer yaratan birimlerdir (Koçel, 2018, s. 76).

Bir işletmede çok farklı nitelikte alt sistemler bulunabilmektedir. Genel anlamda bir işletmede olabilecek farklı özellikteki fonksiyonlara; yönetim, pazarlama, üretim,

insan kaynakları yönetimi, finansman, muhasebe, halkla ilişkiler, tedarik, ar-ge örnek olarak gösterilebilir. Bu fonksiyonlar genel, temel ve yardımcı olmak üzere üç başlıkta ele alınabilir. Bu fonksiyonlar içinde yönetim, işletmenin genel fonksiyonu olmakla birlikte işletmenin bütününe yönelik bir fonksiyondur (Besler, 2019, s. 193). Bir işletme organizasyonunda yer alan tüm fonksiyonların birbirlerini tamamlamaları ve işletmenin nihai başarısı için birbirlerini desteklemeleri gerekmektedir. İşletme sisteminin altında yer alan pazarlama, satın alma, insan kaynakları, üretim, finans gibi fonksiyonların sürekli işbirliği içerisinde ve işletme amaçlarına yönelik çalışmaları çok önemlidir (Barutcu, 2019, s. 43).

3.2. İşletmenin Genel Fonksiyonları

3.2.1. Yönetim Fonksiyonu

Yönetim faaliyeti insanın var olma sürecine paralel olarak ortaya çıkan bir olgudur (Dinçer & Fidan, 2009, s. 19). Bir amaca ulaşma hedefi ile yapılan işlerin ve faaliyetlerin toplamı olarak tanımlanabilen yönetim aynı zamanda insanları uyum halinde çalıştıracak amaca ulaşma sanatı olarak da ifade edilebilir (Tokat & Kara, 2018, s. 145). Yönetim, evrensel bir süreç, toplumsal yaşam kadar eski bir sanat ve gelişmekte olan bir bilim olarak tanımlanmaktadır. Böyle üç yönü ile bakıldığında, süreç olarak yönetim, bir kısım faaliyet veya fonksiyonları; sanat olarak, bir uygulamayı; bilim olarak da, sistemli ve bilimsel bilgi topluluğunu anlatmaktadır (Mucuk'tan aktaran Dündar, 2010, s. 39).

İşletmelerin ortaya çıkması ile birlikte işletme yönetimi kavramı gündeme gelmiştir. Bugünkü anlamda modern işletmeler sanayi devrimi ile birlikte ortaya çıkmıştır. Sanayi devriminden önce insanlar yaşamlarını sürdürebilmek için çalışıyorlardı. Sanayi devriminden sonra ise üretimin mekanik hale gelmesi ve teknolojinin de ilerlemesi ile birlikte tüm toplumunun ihtiyacını karşılayabilecek seri üretimin yapıldığı fabrikalar oluştu. Böylece, sanayi devriminden sonra organizasyonlar hem sayısal hem de yapısal anlamda büyüdüler buna paralel olarak yapıları daha karmaşık bir hal alırken faaliyet gösterdikleri alanlar da çok çeşitlenmeye başladı (Dinçer & Fidan, 2009, s. 20).

Yönetim fonksiyonları; genel olarak Henri Fayol'un öne sürmüş olduğu ileriye görmek, örgütlemek, kumanda etmek, koordinasyon sağlamak ve kontrol etmek kavramlarına dayanmaktadır. Zaman içerisinde bu fonksiyonlarla ilgili kavram ve kapsam fazla değişmemiştir (Dinçer & Fidan, 2009, s. 152). Yönetimsel faaliyetler Planlama, Örgütleme, Yürütme, Koordinasyon, Denetim ve Kontrol olmak üzere 5 ana grupta toplanmıştır. Her yönetici bu faaliyetleri yerine getirmek zorundadır (Dalay, 2013, s. 5).

Yönetim faaliyeti işletmeye insan, para, ham madde, teknoloji ve bilgi gibi kaynakların alımı ile başlar daha sonra bu süreçte yönetim fonksiyonları dâhil edilir. Yönetici ilk etapta belirlenen hedeflere erişebilmek için yapılacak işleri *planlar*. İkinci olarak hazırlanan plana uygun bir şekilde işlerin tamamlanması için elindeki iş gücü dâhil tüm kaynakları *organize* eder. İşler planlandıktan ve organize edildikten sonra sıra işlerin yapılmasına gelir. Yönetici bu aşamada *yöneltme* (emir-komuta) işlevini gerçekleştirerek işletmedeki herkesi belirlenen amaçlar doğrultusunda harekete geçirir. Son olarak yönetici yapılan işlerin plana uygun şekilde yürütülüp yürütülmediğini *denetleyerek* gereken düzeltmeleri yapar. İşletme, yönetimin bu dört temel fonksiyonunu yerine getirdikten sonra amaçlarına ulaşmış olur. Her işletmenin belirlediği amaçlar birbirlerine göre farklılık gösterse de bütün işletmeler açısından esas olan bazı amaçlar vardır. Büyüme, kâr elde etme, sürekli olma, pazar payını artırma gibi amaçlar neredeyse her işletmede ortaktır. Öte taraftan işletmelerin kendine has özel amaçları da bulunmaktadır. Genel amaçların yanında özel amaçlara ulaşma hususunda da yöneticiler büyük gayret sarf etmektedirler. Mühim olan yöneticilerin sınırlı kaynakları etkin kullanarak amaçlara ulaşmasıdır (Besler, 2019, s. 195).

3.3. İşletmenin Temel Fonksiyonları

3.3.1. Üretim

Üretim fonksiyonunun ilk ortaya çıkışı, doğada bulunan maddelerin var olan haliyle insan ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır. Bu noktada işletmeler, üretim faktörlerini üretim süreçlerine dâhil edip, maddeleri yapısal ve biçimsel değişikliğe uğratarak, insan ihtiyaçlarını karşılayabilir seviyeye getirmekte yani fayda yaratmayı başaramaktadır. Burada esas olan bu sürecin işlerliğinin minimum maliyetle, en kazançlı bir şekilde sağlanmasıdır. Bu açıdan işletmenin üretim fonksiyonu, var olan tüm üretim faktörlerini bir araya getirerek minimum maliyet ve

maksimum verimlilik için hem ürüne hem de hizmete ulaşmak için gösterilen çalışma ve çabaların bütünü ifade eder. Ancak, üretime yönelik olarak bu çabaların yönetilmesi olgusu çok önemlidir, işte bu nokta da karşımıza farklı bir unsur ya da kavram çıkmaktadır. O da üretim yönetimidir (Dündar, 2010, s. 56).

Üretim yönetimi, mal ve hizmetlerin arzu edilen zamanda ve en az maliyetle elde edilmesini sağlayacak karar alma faaliyetleri ile ilgilenen bir işletme fonksiyonudur. Üretim yönetiminin başlıca amaçları şu şekilde sıralanabilir; müşteri taleplerinin fiyat, zaman, miktar ve kalite bakımından en iyi şekilde karşılanması, stok seviyesinin mümkün olduğunca düşük seviyede tutulması veya stok devrinin artırılması, işletmenin beşeri ve fiziki kaynaklarından faydalanma düzeyinin yükseltilmesi. Üretim bölümü, işletmelerde genellikle en büyük ve en karmaşık bölüm olmaktadır. İşletmelerde hangi tip üretim modelinin uygulandığını organizasyon yapısı da belirlemektedir. Ayrıca işletmenin büyüklüğü de üretim örgütlenmesini etkileyen bir başka noktadır. İşletme büyüdükçe veya üretim hacmi arttıkça, üretim bölümünün örgüt yapısı karmaşık bir hal almaktadır (Dinçer & Fidan, 2009, s. 242).

Üretim kaynaklarının en sağlıklı şekilde bir araya getirilmesinde işletmenin diğer birimleriyle yoğun ve etkili ilişkiler içerisinde olmasının ciddi önemi bulunmaktadır. Örneğin pazarlama departmanı tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarına yönelik yaptığı araştırmalar neticesinde ürün veya hizmetlere yönelik talebi üretim departmanına iletmekte ve üretim departmanı da bu doğrultuda talep edilen miktar ve zamanda üretim faaliyetini gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla pazarlama verileri üretim bölümünün girdisini oluşturmaktadır. Ürün sevkiyatı, stoklama ve stok eritme politikaları gibi konularda da pazarlama bölümü ile sürekli iletişim içerisinde olmaktadır. Aynı şekilde işletmenin finansal yapısı üretim amaçlarını gerçekleştirecek faaliyetlerin yerine getirilip getirilememesi konusunda önemli bir faktördür. Üretim bölümü ham madde satın alma veya makine yenileme gibi konularda finans bölümü ile bilgi alışverişinde bulunmaktadır. Maliyet kontrolü ve mal girişleri gibi konularda muhasebe bölümü ile etkileşime geçmektedir. İnsan kaynakları fonksiyonu ile ilişkisine baktığımızda ise çalışanların örgütün amaçları doğrultusunda gönüllü hareket etmesi, etkin ve verimli çalışması üretim fonksiyonunun performansı üzerinde çok etkili olmaktadır (Besler, 2019, s. 198).

İşletmelerde üretim faaliyetleri ya da fonksiyonları içerisinde olabilecek, üretim alanında bulunan kişilerin görev ve sorumluluğunda olan temel konu ve faaliyetler şunlardır (Kobu, Ertürk, Mirze'den aktaran Besler, 2019, s. 198):

- **Üretim Sistem ve Stratejisini Düzenleme:** İşletmeler üretim faaliyetini yerine getirirken çeşitli üretim sistemlerini kullanırlar. İşletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için ilgililerin, hangi üretim sistem ve stratejisini seçeceği hususunu dikkatle belirlemeleri gerekmektedir. İşletmelerin hangi sistemi seçeceklerine ise, nitelikleri ve amaçları etki eder.

- **Üretim Planlama:** Bir işletmenin elinde bulunan teknik imkânlarıyla, iş gücüyle, hangi ürün ve hizmetleri, ne miktarda, hangi tesiste, nasıl ve ne kadar sürede üreteceğinin önceden hesaplanmasına ve gereken önlemlerin alınmasına **üretim planlaması** denir. Kısacası üretim planlaması, ürün ya da hizmet üretmek için gerekecek bütün üretim unsurlarının önceden organize edilmesidir.

- **Ürün ve Hizmet Tasarımı:** Bu faaliyet, üretim sürecinin ilk basamağıdır. Müşterilerin isteklerini ve beklentilerini karşılayacak ürün ve hizmetler üretim departmanı tarafından tasarlanır.

- **Üretim Sürecini Planlama:** Ürünü ve hizmeti tasarladıktan sonra başlayan süreç olup, belirlenen taslağa bağlı elde edilen çıktının nasıl, hangi yöntemlerle, ne zaman imal edileceğine yönelik bir faaliyettir.

- **Kalite Kontrol:** Müşteri istek ve ihtiyaçlarına uygun olarak belirlenen nitelikler ve kalite standartlarına uygun biçimde ürün ve hizmetlerin üretilmesi doğrultusunda harcanan emektir. Üretimin her aşamasında sürdürülen faaliyetlerdir.

- **Yer Seçimi:** İşletmeler üretimin gerçekleştirileceği mekânı belirlerken bazı unsurları göz önünde bulundurmak zorundadır. Pazara, ham maddeye veya tedarikçilere yakınlık, üretimle alakalı girdilere ve altyapılara yakınlık, sermaye ihtiyaçları, tesis türü ve karşılanacak maliyetler, işletmelerin uygun mekân belirlerken göz önünde bulundurması gereken unsurlar içerisinde yer almaktadır.

- **İşyeri Düzenleme:** Üretim aşamasında ürün ya da hizmetlerin olabildiğince verimli üretilmesi için, faydalanılacak veya kullanılacak iş yerinin fiziki ortamının hazırlanması ve organize edilmesi gerekmektedir. Örneğin makinelerin, bölümlerin, iş

istasyonlarının, mamul, yarı mamul veya ham madde depolarının, büroların, üretim ve hizmet merkezlerinin işletme içinde organize edilmesidir.

- **Tedarik Zinciri Yönetimi:** Tedarik, işletmenin üretimini ve devamlılığını sağlamak için gereken her şeyin (ham madde, makine ve teçhizat, finansal kaynak, insan kaynakları vb.) arzu edilen zaman, miktar ve kalitede işletmede bulundurulması faaliyetlerini içermektedir. Üretilen ürünler için, tedarikçiden müşterilere kadar tüm süreçlerle ilgili girdileri, tesisleri, işlevleri ve faaliyetleri kapsayan unsurların toplamı **tedarik zinciri** şeklinde nitelendirilir. Zincirde yer alan bütün bu faaliyetlerin birbirleriyle uyumlu bir biçimde yönetilmesi üretim yöneticilerinin önemli görevleri içerisinde yer almaktadır.

- **Stok Yönetimi:** İşletmelerin devamlı bir şekilde veya herhangi bir anda oluşan talebi, zamanında ve en ekonomik şekilde ve üretim faaliyetlerini kesintiye uğratmadan karşılayacak seviyede olmalıdır. Bu nedenle, maliyet etkinliği ve verimliliğini gözeterek müşteri ya da imalat departmanlarının ürün ve ham madde isteklerini karşılamak için yeterli miktarda stok bulundurması gerekmektedir.

3.3.2. Pazarlama

İşletmenin öteki fonksiyonları ile kıyaslandığında pazarlamanın, farklı bir konuma sahip olduğu söylenebilir. İşletmeler her ne kadar mükemmel ürün üretirse üretsinsinler, ürünün gerçek değerini bulması yani tüketiciyle buluşması pazarlama fonksiyonu vasıtasıyla gerçekleşir. Bu yönüyle pazarlamaya üretim sonrası işlevsellik kazanması gereken bir fonksiyon olarak bakmamak gerekir. Pazarlama, işletmelerin geleceğe yönelik amaçlarına ulaşmak, hâlihazırda değil, gelecekte de potansiyel müşteri olma olasılığı olan kişilerin taleplerini karşılama yolunda, başlangıç noktası üretici olan ve ürünlerin/hizmetlerin müşteriye ulaşmasına yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmesi/düzenlenmesi gereken işlevlerin tamamını ifade etmektedir. Olaya bu çerçeveden bakılabildiğinde, pazarlama, üretimden çok önce başlayan ve ürünün tüketici ile buluştuktan sonra da devam eden faaliyetleri ilgilendiren bir kavram olduğu söylenebilir (Dündar, 2010, s. 69).

Sanayi devrimi öncesine hâkim olan “Ne üretirsem satarım” anlayışı, yerini sanayi devrimiyle “önce nasıl satar sonra nasıl üretirim” yaklaşımına bırakmıştır. Bir başka deyişle, pazarlama yalnızca üretim faaliyetlerinden sonra başlayıp ürün ve

hizmetlerin tüketicilere ulaştırılmasını sağlayan bir faaliyet olarak algılanmamalıdır. Esasında pazarlama faaliyetleri yatırım fikrinden önce başlar ve tüketicilerin talep ve istekleri belirlendikten sonra yatırım ve üretim faaliyetleri bu talepler doğrultusunda gerçekleştirilir. Üretim aşaması sonlandıktan sonra ise ürünler tüketicilere ulaştırılır ve satış öncesinde, sırasında ve sonrasında tüketicilerin geri bildirimlerini izleyerek üretim fonksiyonuna yönlendirilir (Ertürk'den aktaran Besler, 2019, s. 199).

Pazarlamanın sosyal ve yönetsel açıdan iki farklı tanımı yapılabilir. Sosyal tanımda pazarlamanın toplumdaki işlevi anlatılmaktadır. Bu tanıma göre pazarlama, başkaları için kıymetli mal ve hizmet oluşturmak, bunları tanıtmak ve istenildiği ölçüde değiştirilmesi aracılığıyla insanların ve toplulukların talep ettikleri ve ihtiyaç duydukları şeylere sahip olabilmelerini sağlayan sosyal bir süreçtir. Yönetsel bakımdan ise pazarlama mal ve hizmetlerin satılma sanatı şeklinde tanımlanmaktadır (Korkmaz, Eser, & Öztürk, 2017, s. 5).

Pazarlama yönetimince etkin bir değişim ortaya koymak için pazarlama davranışlarının planlanması, planın uygulanması ve sonuçların denetlenmesi gerekmektedir. Pazarlama yönetimi; müşterek ya da bireysel kazanç sağlamak amacıyla ulaşılmak istenen tüketiciler ile istenilen değişimleri gerçekleştirmeye dönük programların çözümlenmesini, planlanmasını, yürütülmesini ve denetlenmesini ifade eder. Daha etkili bir sonuca ulaşmak için pazarlama yönetimi mal, fiyat, satış artırıcı önlemler ve mekân gibi etkenlerin düzenlenmesine ve kuruluş yapısına uyumlu hale getirilmesine öncelik verir. Pazarlama yönetiminin dayandığı temel hipotez, istenen değişimlerin tabiattaki herhangi bir süreç tarafından kendiliğinden gerçekleşmeyeceğidir. Tersine, değişimlerin gerçekleşmesi zaman, enerji, yetenek ve gözetime ilişkin giderleri gerektirir (Dinçer & Fidan, 2009, s. 180).

Pazarlama faaliyetleri pazarlama planlaması ile başlar. Pazarlama yöneticileri, işletmenin görevi, amaçları ve stratejilerine uygun biçimde çeşitli iş üniteleri veya işlerle alakalı türlü çalışmalar yaparlar. İşletme amacına hizmet edecek şekilde hazırlanan pazarlama planları için öncelikle pazar fırsatlarının en doğru biçimde incelenmesi gerekmektedir. Pazarlama planlaması iki ana aşamadan oluşur. Bunlardan ilki hedef pazarın belirlenmesi, öteki ise pazarlama karmasının oluşturulmasıdır. Bu iki aşama tamamlandıktan sonra pazarlama yöneticileri belirlenen stratejileri uygulamaya koyarak süreci etkin bir şekilde yönetmeye çalışırlar (Besler, 2019, s. 200).

Pazarlama departmanlarının kullanmayı tercih ettiği en temel stratejilerden birisi olan pazarlama karması, pazarlama faaliyetlerinin yürütülmesi sırasında pazarlama yöneticisinin üzerinde karar vermesi gereken temel değişkenleri ifade eder. Bu değişkenler aynı zamanda pazarlama yönetimi fonksiyonlarını da ihtiva etmektedir (Bozgöl, 2018).

Pazarlama karması ifadesinin bir pazarlama şekli olarak kavramlaştırılması E. Jerome McCarthy tarafından yapılmıştır. Notre Dame Üniversitesi profesörlerinden olan McCarthy 1960'lı yıllarda modern pazarlama stratejilerinin modern pazarlamanın 4P'si olarak isimlendirilen ürün (product), fiyat (price), tutundurma (promotion) ve dağıtım (place) üzerine oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir (Korkmaz, Eser & Öztürk, 2017, s. 384).

Pazarlama karması olarak bahsedilen modelin temelini ürün kavramı oluşturur. İlk ürün planlaması ile başlayan pazarlama süreci, daha sonra pazara ne şekilde ulaşılabileceğine ilişkin faaliyetler ve bu faaliyetlerin özelliklerinin belirlenmesi 4P içerisinde ürünün görevidir (Bozgöl, 2018).

Ürün; fiziksel bir nesne olabileceği gibi fiziksel nesne ile bir hizmetin birleşiminden de meydana gelebilir. Tüketicinin ürüne yönelik tercihi ürünün özelliklerinin kendi istek ve ihtiyaçları ile uyuşması durumunda şekillenir ve ürünü bu durumda satın alır. Nitekim tüketici ürünü almakla herhangi bir madde değil ihtiyaç ve istek doygunluğu yani fayda satın almaktadır. Ürünler tüketicilere fonksiyonel, sosyal ve psikolojik faydalar sağlamaktadır (Korkmaz, Eser, & Öztürk, 2017, s. 386).

Dağıtım; tüketicilerin talep ettiği ürünlere istediği miktarda ve yerde ulaşabilmesi amacıyla alınan kararlardır. Bu kısımda fiziksel dağıtım ve dağıtım kanalları faaliyetleri planlanmaktadır (Besler, 2019, s. 200). Dağıtım kanalı ya da pazarlama kanalı, bir ürünün üreticiden tüketiciye geçişinde takip ettiği yoldur. Bir diğer ifade ile ürünlerin pazarlanmasından sorumlu işletme içi örgütsel birimler ile işletme dışı pazarlama organizasyonlarının meydana getirdiği bir yapıdır (Korkmaz, Eser & Öztürk, 2017, s. 489).

Doğru ürünü doğru zamanda müşteriye ulaştırma amacıyla olan dağıtımın, pazarlama karması içerisinde kreatif özelliği sınırlı da olsa, pazarlama süreci için ciddi önem taşımaktadır. Nitekim çoğu zaman pazarlama faaliyetinin başarılı olup olmadığını dağıtım kararları belirlemektedir. Tüketici bir ürünü bulmakta zorluk yaşıyorsa söz

konusu ürün mükemmel nitelikler taşısa ya da çok iyi şekilde tanıtılsa dahi alternatif ürünlere yönelik bir talep kayması söz konusu olabilecektir. Bu nedenle tüketiciye ihtiyaç duyduğu ürünü zamanında ulaştırmak pazarlama için çok önemlidir (Bozgöl, 2018).

Tutundurma; ürün veya işletmeye ilişkin bilgilerin pazara ve tüketicilere ulaştırılması ve onların satın almaya özendirilmesi ile alakalı gerçekleştirilen çalışmalardır. Bu çalışmalar içerisinde tüketicilerin ürünleri satın alması için etkileme, ikna etme ve bilgilendirme faaliyetleri kişisel satış, reklam, tanıtma ve satış geliştirme gibi yollarla sağlanmaktadır (Besler, 2019, s. 200).

İşletmelerin önceliği her ne kadar kaliteli ve tüketicinin bütçesine dost ürün üretmek olsa da bununla birlikte bu ürünlerin satışlarını artırmaya yönelik çalışmalara ağırlık vermeleri gerekir. Aksi takdirde arzuladıkları sonuçlara erişmede yetersiz kalırlar. İşletmelerin üretiminin geniş ölçekli olması, üreticiler ve tüketiciler arasındaki mesafenin artması, tüketici kitlesinin giderek büyümesi gibi nedenleri hesaba katarak tutundurma çalışmalarına ağırlık vermeleri elzemdir (Dündar, 2010, s. 86).

Fiyat; günümüz ekonomisinde bir değer ölçüsünü ifade etmek için kullanılmaktadır. İşletmelerin pazarlamaya yönelik aldıkları en önemli kararlarından birisi, fiyatlandırma ile ilişkili olan kararlarıdır. Tüketiciler işletmede üretilen ürün ve hizmetleri fiyatına bakarak algılar ve fiyat, pazarlamanın diğer öğeleri üzerinde de önemli bir etki yapar (Korkmaz, Eser, & Öztürk, 2017, s. 455).

Pazarlama karması öğelerinden olan fiyat, işletmenin malları/hizmetleri için tayin ettiği değerdir. Diğer bir deyişle fiyat; tüketicilerin mal ya da hizmeti elde etmek için harcamak mecburiyetinde oldukları para miktarıdır (Dinçer & Fidan, 2009, s. 191).

Fiyatlar maliyet, talep ve rekabet faktörlerine bağlı olarak oluşmaktadır. İşletme yöneticileri fiyatlandırma stratejisi oluşturup, asıl fiyatı belirlerken geleceğe dönük olarak maliyet, talep ve rekabet faktörlerinin değişimini ön görmeye çalışarak, fiyatı bu faktörlerin değişimine göre nasıl ayarlayacağına karar vermelidir (Korkmaz, Eser, & Öztürk, 2017, s. 456).

Sonuç olarak, pazarlamaya ilişkin gerçekleştirilen tüm faaliyetler toplumlar ve işletmeler için çok büyük bir öneme sahiptir. Toplum, ihtiyaç duyduğu ürüne pazarlama faaliyetleri sayesinde arzu ettiği yer, zaman ve fiyatta ulaşmakta, işletmeler ise yatırım

ve üretimlerini gerçekleştirirken neyi, ne zaman, nerede ve kaç üretebileceklerini ve bunun için ne kadar yatırım yapacaklarını rahatlıkla öğrenebilmektedir (Besler, 2019, s. 201).

3.3.3. Finans

Bir işletmenin devamlılığını korumak için yalnızca üretim faktörlerinin kendisini değil, o üretim faktörlerini bir bütün olarak değerlendirmesi gerekmektedir. Öteki üretim faktörleri sağlanmış olsa dahi işletme; para, kredi gibi fonlar sağlanmadığı müddetçe kesinlikle var olamayacaktır (Dündar, 2010, s. 89).

Finansal yönetim, işletmelerin belirledikleri hedeflere ulaşmaları için gerekli olan fonların elde edilmesi ve söz konusu fonun amacına uygun şekilde değerlendirilmesi hizmetidir. Çağdaş işletmeciliğin gelişmesi, finansal kaynakların yönetilmesi konusunu çok daha önemli bir konuma taşımıştır. Finansman konusu işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmesi için tek başına bir uzmanlık alanı haline gelmiştir. İşletmelerin varlıklarını sürdürmesi mevcut kaynaklarını en etkin şekilde yönetmesi ile sağlanabilmektedir. Kaynaklarını verimli kullanabilen işletmeler gelişerek varlıklarını sürdürürken söz konusu kaynakları, olması gerektiği şekilde yönetemeyen işletmeler zarar etmeye ve kapanmaya doğru gitmektedir (Dinçer & Fidan, 2009, s. 220).

Finans fonksiyonunun amacı; işletmenin ihtiyaç duyduğu finans imkânlarını (nakit, para, kredi ve kaynak olabilecek fonları) ihtiyaç duyulan zamanda, ihtiyaç duyulan miktar, maliyet ve koşullarda uygun kaynaklardan temin etmek, işletmeden dışarıya doğru ve dışarıdan işletmeye doğru olan para akışlarını ve bankalarla ilişkileri planlamak, koordine etmek, yürütmek ve ilgili finans piyasalarındaki gelişmeleri izlemek ve işletmenin piyasa değerini yükseltici öneriler geliştirmektir (Koçel, 2018, s. 81).

Finansal yönetimde asıl amaç, işletmenin pazar değerini en yüksek düzeye taşımaktır. Bunu gerçekleştirebilmek, kar ve riski en uygun biçimde dengelemektir. İşletmenin pazar değerini en üst seviyeye çıkarabilmek için başlıca üç fonksiyonun finans yöneticisi tarafından yerine getirilmesi gerekir. Bunlar planlama, varlıkların (aktiflerin) yönetimi ve işletmenin ihtiyaç duyduğu fonların sağlanmasıdır (Dündar, 2010, s. 89).

3.4. İşletmenin Yardımcı Fonksiyonları

3.4.1. İnsan Kaynakları Yönetimi

Günümüz dünyasında bir işletmenin varlığını sürdürebilmesini sağlayan insan kaynakları, başarının en önemli kilit noktalarından bir tanesidir. İnsan kaynakları yönetimi de; amaçlara zamanında ulaşabilmek için, kendine çıkış noktası olarak örgütün insan boyutunu almakta ve çalışanların işletmeye kazandırılmasının yanı sıra onların eğitimi, motivasyonu ve de işletme tarafından sahiplenilmesi olarak belirlenen temel fonksiyonların hayata geçirilmesi işlevini üstlenmektedir (Dündar, 2010, s. 99).

Bir işletmeye rekabet üstünlüğü sağlayan en önemli destek fonksiyonu insan kaynakları fonksiyonudur. İşletmelerin başarısı insan kaynaklarını belirlenen amaçlara yönelik bilinçli şekilde harekete geçirmesine bağlıdır. Her ne kadar gelişmiş teknolojiye ve sermayeye sahip olursa olsun bir işletmenin, insan kaynağını aktif şekilde yönetemedikçe başarısızlığa uğraması kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle, işletmeler insan kaynaklarının ihtiyaçlarını ve bu ihtiyaçların bugün ve gelecekte ne şekilde karşılanması gerektiğini devamlı şekilde araştırmalı ve gözden geçirmelidir. Bu durum işletmeleri insan kaynakları hususunda yeni örgütsel hedef ve stratejiler belirlemeye ve bunları organizasyonun geleceğe yönelik amaçları ve değerleri ile entegre hale getirmeye zorlamaktadır. Bu doğrultuda insan kaynakları fonksiyonu, işletmenin amaç ve hedeflerine ulaşmak amacıyla yapılması gerekli faaliyetleri gerçekleştirecek yeterli sayıda vasıflı çalışanın işletmeye kazandırılması, geliştirilmesi, değerlendirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması ile ilgili işlevler şeklinde tanımlanmaktadır (Besler, 2019, s. 203).

İnsan kaynakları sistemi içerisinde gerçekleştirilen ana faaliyetler şu şekilde sıralanabilir (Koçel, 2018, s. 81);

- İşletmenin insan gücü planlamasının yapılması,
- Eleman bulma faaliyetlerinin (recruiting) planlanması ve yürütülmesi,
- Eleman seçimi ve yerleştirilmesi,
- Çalışanlarla ilgili giriş çıkış ve her türlü yasal işlemlerin planlanıp yürütülmesi,
- Ücret ve maaş yönetimi,
- Performans değerlendirme sistemlerinin kurulması ve yönetimi,

- Çalışanların eğitimi,
- Personel politikalarının belirlenmesi,
- İdari nitelikteki işlerin planlanıp yürütülmesi,
- Bordrolama İşlemleri (Bazı işletmelerde bu fonksiyon Muhasebe alt-sistemi tarafından gerçekleştirilmektedir.)
- Personel motivasyonunu yükseltici önerilerin geliştirilmesi.

3.4.2. Muhasebe

İş hayatında her gün yapılması gereken birçok faaliyet ve işlem bulunmaktadır. Kuruluş şekli ve fiziki büyüklüğüne bağlı olmaksızın işletmelerde gerçekleştirilen faaliyetlerin büyük bir kısmı bir kıymet hareketine sebep olur. Mali işlemler olarak tanımlanabilen bu işlemler, işletmenin varlıklarında ve kaynaklarında değişim yaratır. Örneğin para karşılığı ticari mal alma işlemi, nakit mevcudunun stoka dönüşmesi, alınan ticari malın kredili olarak satılması işlemi, stokun alacağa dönüşmesi neticelerini doğurur. İşletmede oluşan mali nitelikli işlemlere yönelik bilgilerin toplanıp işlenerek işletme ile alakalı şahısların faydasına sunulması gerekir. Bu görevi ifa eden organizasyona muhasebe denir (Besler, 2019, s. 204-205).

Bir ölçü ve iletişim süreci biçiminde nitelendirilen muhasebe; tamamen veya kısmen mali karakterde ve para ile ifade edilebilen işlemlere ait anlamlı ve güvenilir bilgileri sağlayacak biçimde verilerin ilgili kaynaklardan toplanmasına, doğruluklarının belirlenmesine, kaydedilmesine, tasnif edilmesine, raporlar halinde sunulmasına analiz ve yorumlanması şeklinde tanımlanabilir (Dinçer & Fidan, 2009, s. 303).

3.4.3. Halkla İlişkiler

Halkla ilişkiler özel ya da tüzel kişilerin ulaşmayı hedefledikleri kitlelerle dürüst ve sağlam ilişkiler oluşturmaları, onları pozitif açıdan etkileyen ve müşterek fayda sağlamayı amaçlayan planlı çabalar olarak tanımlanabilir. Özetle; halkla ilişkiler bir tanıma, tanıtmaya ve etkileşim olgusudur (Sabuncuoğlu & Tokol, 2011, s. 360).

Bir işletme toplumla ne kadar bütünleşebilirse, o derecede başarılı olacaktır. Çünkü tek başına iyi ürün ya da hizmet üretmek pek bir anlam ifade etmez. Önemli olan hitap edilen kesimin beklentilerine uygun ürünün üretimini ve pazarlanmasını işlevsel

hale getirmektir. Bunun için de işletmeler öncelikle yöneldikleri toplumun yapısına, özelliklerine, beklentilerine, değerine ilişkin ciddi verilere sahip olmak ve bunları temel alarak da topluma kendilerini tanıtmaya gayreti içerisinde girmelidir. Odaklanılan tüm bu çalışmalar bütünsellik arz ettiği takdirde başarılı sonuçlar getirecek ve halkla ilişkiler adını alacaktır (Dündar, 2010, s. 111).

İşletmelerin daha karlı ve etkili biçimde sonuçlara ulaşmalarında bir yönetim fonksiyonu olarak değerlendirilen halkla ilişkiler, tüm yöneticiler için en önemli başarı etkeni haline gelmiştir. İşletmeler büyüdükçe ve bağlantıda bulunduğu kitlelerin (ortaklar, çalışanlar, müşteriler, tedarikçiler, sendikalar, aracı kurumlar, toplum vb.) sayısı arttıkça işletme sahibi ve yöneticisi konumunda bulunan kişilerin üstlendiği halkla ilişkiler faaliyeti günümüzde artık işletme fonksiyonu halinde çalışmaya başlamıştır. Halkla ilişkiler fonksiyonu, işletmenin öteki fonksiyonları ile aynı seviyede olup devamlı etkileşim hâlinindedir (Besler, 2019, s. 206).

Halkla ilişkiler uzun süreli bir yönetim fonksiyonudur. Bir organizasyonun tüm paydaşlarıyla etkileşimli, kalıcı, kazan-kazan anlayışına, itibara, güvene dayalı, pozitif ilişkiler kurması ve devamlılığı için halkla ilişkiler faaliyetine her zaman gerek duyulmaktadır (Besler, 2019, s. 206).

3.4.4. Araştırma Geliştirme

Araştırma ve geliştirme, yeni bilgi sahibi olmak ya da var olan bilgileri meydana çıkarmak maksadıyla gerçekleştirilen ve bilginin sistemli bir şekilde bir araya getirilmesini, analizini ve yorumunu içeren bir faaliyettir. Bu amaçla verilen uğraşlar problemin karmaşıklığına, paraya ve zamana göre değişiklik gösterir. İşletmeye faydalı ve yeni veriler sağlamak için yapılan çalışmalara temel araştırma, bu bilgilerden faydalanarak yeni yol ve yöntemler geliştirilmesine uygulamalı araştırma ve bu bilgilerin kullanılmasını gerektiren çalışmalara ise geliştirme denilir. (Sabuncuoğlu & Tokol, 2011, s. 351).

Sürekli değişim göstererek gelişen teknolojiler ile beraberinde yaşanan yenilikler artan rekabet koşulları içerisinde varlıklarını devam ettirmek durumunda olan işletmeler için araştırma ve geliştirme, ciddi önem kazanan bir faaliyet alanına dönüşmüş, önemli parasal kaynakların ve işgücünü ayrıldığı bir çalışma haline gelmiştir (Tokat & Kara, 2018, s. 173). Bu noktada Araştırma ve Geliştirme faaliyetleri önemli bir işletme fonksiyonu olarak değerlendirilmektedir. İşletmenin faaliyetlerini devam ettirmesi için

yaşanılacak süreçlerin yenilikler ile etkili ve verimli olması veya inovatif fikirler ile rakiplerden farklı olması ancak etkili bir Ar-Ge fonksiyonu sayesinde gerçekleşecektir (Erdoğan, 2019, s. 28).

Klasik işletmecilik anlayışında ar-ge fonksiyonu, üretim bölümüne bağlı ve onun yönetiminde ikincil bir faaliyet olarak organize edilip yürütülmekte iken işletmeler dış çevrelerinde meydana gelen ekonomik, politik, teknolojik, kültürel değişime uyum sağlamak için ar-ge faaliyetlerini ayrı bir bölüm altında yürütmek durumunda kalmıştır. Yeni ürün ve hizmetler, yeni süreçler, yeni teknolojiler, yeni pazarlar, yeni yönetim ve organizasyon yapıları, yeni stratejiler günümüz rekabet koşullarının vazgeçilmezleri haline gelmiştir. İşletmelerin çevrelerinde yaşanan bu değişimleri fırsat ve tehdit olarak değerlendirerek bu bilgiler doğrultusunda yeniliğe dönük yeni stratejiler oluşturmaları gerekmektedir (Besler, 2019, s. 207).

BÖLÜM IV

ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN İŞLETME FONKSİYONLARI ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ

Günümüze gelinceye kadar yaşanan sanayi devrimlerinin en göze çarpan özelliği devamlı gelişim göstererek yeni değişimlere neden olmasıdır. Bu değişimlerin küresel ekonomik, sosyal ve siyasi boyutlarda farklı etkileri bulunmaktadır. Küresel ekonomik sistemin yapı taşı niteliğinde olan işletmelerin bu etkilerin farkında olması varlıklarını devam ettirebilmeleri açısından stratejik bir öneme sahiptir (Aytar, 2019, s. 79).

4. Endüstri Devrimi, sanayide, genel olarak makinelerin insan gücüne ihtiyaç duymadan otonom bir şekilde üretim süreçlerini yönetmeye başlamalarıyla yaşanmaya başlamıştır (Yıldız, 2018, s. 548). İşletme fonksiyonları üzerinde neredeyse her alanda etkisini gösteren bu yeni teknolojiler ile şirketlerin esnekliğini arttırmak, maliyetlerini azaltmak, hata oranını düşürmek ve güncel işletme yaklaşımlarına ayak uydurmak amaçlanmaktadır (Barutçu, 2019, s. 71). Öte yandan dijitalleşen yeni teknolojik gelişmeler, şirketlerin değişim hızını ve boyutunu artırmaktadır (Özkan, Al, & Yavuz, 2018, s. 17) .

Ekonomik yaşamda büyük dönüşümlerin yaşanmasına yol açan sanayi devrimlerinin etkisi ilk olarak üretim fonksiyonuna yönelik olsa da, diğer işletme fonksiyonları da bu durumdan pozitif yönde etkilenecek şekilde bilişim teknolojilerinin fırsatlarını kullanabilmiştir (Can ve Kıymaz'dan akt. Aytar, 2019, s. 86).

Bu etkilere yönetsel açıdan bakıldığında;

Endüstri 4.0 süreciyle, “Bilimsel Yönetim” olarak da bilinen Taylorizm’in günümüze uyarlanmasını ifade eden “Dijital Taylorizm” ya da “Yeni Taylorizm” yönetim tarzı ortaya çıkmıştır. Dijital Taylorizm, Taylorizm ya da Bilimsel Yönetim olarak bilinen yönetim tarzını modern anlamda ele almaktadır. Dijital Taylorizm’in standartlaştırma, mekanikleştirme, hassaslık ve dakiklikten oluşan dört temel özelliği bulunmaktadır (Demirel, Alp, Murat, & Salih, 2018, s. 431):

Standartlaştırma: Endüstri 4.0 sürecinin yarattığı değişimler beraberinde dijital araç gereç olmadan yürütülemeyecek faaliyetleri doğurdu. Üretim ve tedarik gibi faaliyetler standart hale getirildi. Standart hale getirilen her bir iş parçası için herkesin buna uygun çalışabilmesi sağlandı. Bu standartlaştırma sayesinde öngörülebilirlik ile hata ihtimali minimize edildi.

Mekanikleştirme: Bu özellik, internet ve sanal üretim sistemlerinin endüstriyel üretim süreçlerine dâhil edilerek “Akıllı Fabrika” kavramının ortaya çıkmasını ifade eder. Geleneksel sistemde birbirleriyle herhangi bir iletişimi olmayan makine ve araçların yerini, içinde kurulu durumda bulunan yazılım ve donanım sayesinde kendi durumunu takip edebilen öteki birimlerle haberleşme becerisine sahip akıllı makineler aldı.

Hassaslık: Otomasyon sürecinde yer alan işler devamlı bir şekilde yöneticiler tarafından takip edilmektedir. Dijital Taylorizm, işin yürütülmesi sırasında yaşanması muhtemel problemlere çözüm bulma imkânı yaratması bakımından bir duyarlılığa sahiptir. Yöneticiler, üretim sürecinde yer alan değişiklikleri farklı metotlarla takip edebilmektedir. Makineler hakkındaki veriler kaydedildiği için makinenin daha önce geçirdiği işlem basamakları ve bakım süreci hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Bununla beraber makine performansı eş zamanlı takip edilebilmekte ve benzer makinelerin performansları arasında kıyaslama yapılabilmektedir.

Dakiklik: Dijital Taylorizm’de her iş makinelerle yapıldığı için hangi işin ne zaman yapılacağı, ne kadar sürede yapılacağı ve işin biteceği zaman tam olarak bilinmektedir.

Öte yandan yönetim açısından Endüstri 4.0 oluşumunun örgüt yapısını etkileyen dört genel özelliği bulunmaktadır. Bunlardan birincisi resmîyet düzeyi, ikincisi kontrol yetkisi, üçüncüsü örgüt içinde bilginin yeri ve son olarak profesyonelleşme düzeyi olarak sıralanmaktadır. Endüstri 4.0 süreciyle organik örgüt yapısı gelişmekte bu yapı içindeki çalışanlar daha yüksek katma değerli yenilikler ortaya çıkarma potansiyeli kazanmaktadır (Aytar, 2019, s. 85).

Yönetim kapsamında yürütülen planlama, örgütlenme, uygulama, koordinasyon ve denetim süreçlerinin dijital transformasyonu, bu süreçlerin bütünleşmesinin ve bu gelişimin örgüt kültürüne kazandırılmasının yeni bir liderlik türü oluşturacağı beklenmektedir (Aytar, 2019, s. 86).

Organizasyonlar faaliyetlerini yerine getirirken ve geleceğe dönük kararlar alırken ellerindeki verileri belirli bir sistematığe göre analiz etmek durumundadır. Endüstri 4.0 yaklaşımında da bu verilerin anlık, zaman kaybetmeden analiz edilmesini sağlayacak bir sistem planlanmaktadır. Bu nedenle örgütler, esnek yönetimin de ötesinde elde edilen verilere göre yapacakları değişikliklerde anlık stratejiler belirleyecektir. Endüstri 4.0 oluşumunun uygulanmasında işletmelerin bilinçli bir şekilde karar verme özelliğini kaybetmemek için yönetsel mevzuları itina ile değerlendirmeye alması gerekmektedir (Aytar, 2019, s. 85).

Bu etkilere üretim boyutundan bakıldığında; yaşanan her teknolojik gelişme sonrasında işletmeler örgüt yapılarını bu değişikliklere uygun şekillendirmektedir. Yaşanılan tüm gelişmeler ekonomik, sosyal ve siyasal olmak üzere çok boyutlu önem taşımaktadır. İşletmeler kuruluş amaçlarına uygun şekilde varlıklarını sürdürebilmek için teknolojinin gelişimine ayak uydurmak durumundadır. Üretim de teknolojiadaki değişikliklerin ve uygulamaların en net şekilde gözlendiği bir işletme fonksiyonudur. Üretim ve teknoloji birbiri ile çok yakın ilişki içerisinde olan ve birbirinden ayrı düşünülemeyen kavramlardır. Bu nedenle tarihte endüstriyel anlamda yaşanan her gelişmenin ilk önce üretimi etkilediği görülmüştür (Barutçu, 2019, s. 38-40).

Günümüzde dördüncü sanayi devrimi olarak ifade edilen Endüstri 4.0 sürecinde, siber fiziksel sistemlerin kullanımı özellikle imalat sektöründe paradigma değişimini harekete geçirmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte üretim metotları ve bu sürecin aktörleri ile etkileşim açısından çok boyutlu ve yeni bir döneme girilmektedir. Bu devrimi ortaya çıkaran en önemli sebep dijital gelişmelerin sağladığı imkânlar ile daha verimli, daha esnek ve daha rekabetçi bir sürecin tasarlanmasıdır (Aytar, 2019, s. 81).

Endüstri 4.0 ile yaşanan gelişmeler, üretim süreçlerini büyük oranda dijitalleştirerek tekrardan kurmuştur. Bu açıdan, Endüstri 4.0'ın üretim süreçlerinde yarattığı değişimler, genel olarak, “dijital üretim” şeklinde adlandırılmaktadır. Bu bağlamda dijital üretim, dijital teknolojilerle yürütülen üretim süreçlerini ifade etmektedir (EBSO, 2015, s. 27-28).

Endüstri 4.0 oluşumunun en belirgin şekilde hayat bulması üretim ve imalat sahasında olacaktır. Nitekim bu yaklaşımın ortaya çıkmasındaki asıl sebep, üretimde esneklik, verimlilik, hız ve kalite artışının sağlanmasıdır. Sürekli haberleşebilen makine ve robotlar sayesinde, fabrikalar esnek çalışabilecek ve üretimin kapasitesi en üst

seviyeye çıkacaktır. İnsanın hiç yer almadığı üretim hatları ve simülasyon, sanal gerçeklik gibi benzetim tekniklerinin kullanımı ile üretim hızlanacak ve gereksinim duyulan stok miktarları azalacak, bu da verimlilik artışını doğuracaktır. Sensörler sayesinde üretim sürecinin anlık denetlenmesi ve muhtemel hataların engellenmesi ile birlikte kalitede de artış sağlanacaktır. (Pamuk & Soysal, 2018, s. 8).

Endüstri 4.0'ın üretimde çıkış açacak teknolojiler geliştirme ve uygulama üzerine inşa edilen anlayışı, gelecekte nasıl bir üretim yöntemine sahip olacağı konusunda endüstrilere rehberlik yapmaktadır. Hızlı üretim teknikleri ile devamlı iyileştirilen ürün tasarımları, sürekli veri analizi ile aksaklıkları bularak tedbir odaklı bakım faaliyetlerini yönetmek, artırılmış gerçeklik (AR) ile operatörlerin algılarını ve becerilerini artırmak, böylece operatörlerden kaynaklı değişimlerin en aza indirilmesi mümkün olacaktır (Dengiz, 2017, s. 43-44). Robot teknolojisinin gelişimi ile birlikte esnek üretim ve akıllı üretim yöntemlerinin kullanımı hız kazanacaktır (Özsoylu, 2017, s. 54).

Endüstri 4.0 teknolojilerinden olan simülasyon sayesinde yeni bir tesisin kurulumu ya da bu tesiste değişiklik yapmadan önce artık bunun test edilme imkanı bulunmaktadır. Arena programı bu programlara gösterilecek örneklerden yalnızca bir tanesidir. Bu programlar aracılığıyla işletmeler uygulamaya geçmeden önce sanal ve gerçek durum arasında mukayese yapabilmektedirler. Şu an üretim sektöründe tabletler, bilgisayarlar hatta akıllı saatler sayesinde montaj hattında ortaya çıkan bir aksaklıktan operatör hemen haberdar olabilmektedir. Ayrıca bulut sistemi vasıtasıyla akıllı saatteki veriler ve analizler rahatlıkla bilgisayara taşınabilmekte ve değerlendirmeye alınabilmektedir (Pamuk & Soysal, 2018, s. 8).

Endüstri 4.0 oluşumu ile ürünler ve üretim yöntemleri belirgin şekilde değişikliğe uğrayacaktır. Üretimde %30 hız ve %25 etkinlik beklenmektedir. Büyük veri sayesinde ürün kalitesi ve müşteri memnuniyeti artacaktır. Endüstri 4.0 ile otomasyonun daha sık kullanımı ile gerçekleştirilen kaliteli ve yenilikçi imalat, müşteri taleplerine daha uyumlu ürün, daha az kaynak ile üretkenlik, verimlilik ve optimizasyonun hedeflendiği bir üretim anlayışı yaygınlık kazanacaktır (Özsoylu, 2017, s. 61).

Endüstri 4.0'a ilişkin yaşanan gelişmelerin günümüzde imalat sanayi üzerindeki etkileri, endüstriyel internet olarak da adlandırılan nesnelerin İnterneti (IoT), akıllı

fabrikalar, akıllı ürünler ve akıllı servislerin temelini oluşturmaktadır (Alçın, 2016, s. 25). Üretim koordinasyonunun eş zamanlı gerçekleştiği, gerekli olan üretim bilgisinin harici alanlardan çekildiği, kayıp ve firelerin sensörler sayesinde bertaraf edildiği üretimde zaman ve mekân birlikteliği doğuran Endüstri 4.0 oluşumu kaynak tasarrufu hususunda da değişimleri barındırmaktadır (Alçın, 2016, s. 20).

Mevcut sanayi uygulamalarında siber fiziksel sistemi üretim, lojistik ve hizmet alanlarında kullanmak bugünün fabrikalarını ciddi ekonomik potansiyele sahip Endüstri 4.0 fabrikasına dönüştürecektir. Örneğin, Fraunhofer Enstitüsü ve Bitkom Endüstrisi ortak raporu, Sanayi 4.0'ı piyasaya sürdükten sonra 2025 yılına kadar Alman brüt değerinin 267 milyar avro arttırılabileceğini öngörmektedir (Kahraman, 2017, s. 101). İlk örneği Çin'de görülen karanlık (light-out) fabrikalar insan emeğini en düşük düzeyde kullanan fabrikalardır. Karanlık fabrikalarda aralıksız şekilde 24 saat üretim sürmektedir. Karanlık fabrikalarda üretimde verimlilik artmış, maliyetler azalmış, işgücüne olan ihtiyaç azalmış ve rekabet avantajı sağlanmıştır (Demirel, Alp, Murat, & Salih, 2018, s. 433).

Akıllı robotlar, nesnelerin interneti, büyük veri ve analizi, yatay/dikey yazılım entegrasyonu, simülasyon, sanal gerçeklik, eklemeli üretim (3-D baskı), bulut bilişim ve siber güvenlik sistemleri gibi teknolojik gelişmelerin, bu devrimin harekete geçmesinde ciddi fonksiyonları bulunmaktadır. Endüstri 4.0'ın oluşumu ile beraber bu teknolojik gelişmelerin üretim sistemlerine entegrasyonu ile daha hızlı, esnek ve verimli üretim basamaklarının oluşturulması ve daha yüksek kalitedeki malların, daha düşük maliyetler ile imalatı amaçlanmaktadır (Demirel, Alp, Murat, & Salih, 2018, s. 435).

Endüstri 4.0 ile kişiye özel (kalite, fiyat ve işlev bakımından müşterinin tercihinine uyan), kaliteli ve düşük fiyatlı (zaman, emek ve daha az kaynak kullanarak) üretim anlayışının hâkim olması beklenmektedir (Özsoylu, 2017, s. 58). Müşteriler mükemmel üründen ziyade, farklılık yaratan ve bireysel talebine uygun ürünleri kullanmaktan yana bir tutum sergilerler (Özsoylu, 2017, s. 59).

Sanayi-Endüstri 4.0 temelini insan ve makinenin birlikte uyum içinde hareket edebilmesi mantığına dayandırılması ile tüm işletmeler analog tekniklerin sayısallaştırılması ve sibermatik sistemlerin bütünleşmesi üzerine odaklanmakta olup, ihtiyaca yönelik ürün üretebilir hale gelmiştir (Özkan, Al, & Yavuz, 2018, s. 18).

Bu etkilere pazarlama boyutundan bakıldığında; internetin yaygınlık kazanmasına paralel olarak artan bilgi hacmi ve işletmelerin bu bilgiler üzerinde çalışmasıyla belirlenen perspektifler ışığında yeni pazarlara açılma fırsatları ortaya çıkmıştır. Bir başka ifadeyle, Dördüncü Sanayi Devriminin en önemli bileşeni olan inovasyon hareketi, yeni ürünler aracılığıyla yeni pazarların oluşturulmasına imkân tanımaktadır. Tüketicilerin çok sayıda internete bağlanabilen cihaza sahip olması, tüketiciler hakkındaki bilgilerin şirketlere ulaşımını kolaylaştıracak böylece şirketler kişiye özel teklif yapabileceklerdir. Bu sayede işletmeler Dördüncü Sanayi Devriminin sunmuş olduğu imkânları kullanarak farklı alternatifler üretme şanslarını artıracaktır (Özkan, Al, & Yavuz, 2018, s. 17-18).

Bu etkilere finansman boyutundan bakıldığında; günümüzde fikir aşamasında yer alan girişimler ile hali hazırda faaliyet gösteren işletmelerin en önemli problemleri arasında sermaye ve finansman temininin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. İşletmeler amaçlarını yerine getirebilmek için modern yönetim tekniklerinden faydalanırlar. Kalite yönetimi, değişim yönetimi, amaçlara göre yönetim ve değişim mühendisliği vb. süreç ve teknikler üst düzey teknik destek ve ciddi miktarlarda yatırım gerektirmektedir. Endüstri 4.0 kavramı bir endüstriyel dönüşüm sürecidir. Dolayısı ile Endüstri 4.0'a yapılan bir yatırım bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Endüstri 4.0, çeşitli ağlarla sektör, firma, tedarikçi ve müşteri etkileşimine dayalı ulusal bir alanı kapsamakta olup evrensel bir etkiye sahiptir. Endüstri 4.0 devrimiyle toplam üretim maliyetlerinde %5 - %8 arasında bir avantaj öngören Almanya'nın gelecek on yıl için 250 Milyar Avro yatırım planladığı bilinmektedir (Aytar, 2019, s. 88).

Endüstri 4.0'ın işletmelere sağladığı birçok fayda bulunmaktadır. Bunların başında finansal faydalar gelmektedir. Bazı kaynaklara göre Endüstri 4.0, üretim, lojistik ve yönetim maliyetlerini % 30'lara kadar düşürmektedir (Filizöz & Orhan, 2018, s. 112).

Endüstri 4.0 kapsamında başlatılan girişimlere ait sistemlerin kurulumu ve var olan süreçlerin dönüştürülmesi çok ciddi miktarlarda yatırımlar gerektirmektedir. Örneğin 180 makinesi bulunan bir KOBİ'nin siber fiziksel sistemi etkinleştirmek için makine başına yaklaşık 2000 avro yatırım yaparak toplamda 360.000 avroyu gözden çıkarması gerektiği bilinmekte olup, bu yatırım yalnızca anlık (gerçek zamanlı) verilerin toplanmasına yardımcı olurken aynı zamanda veri analizi için de ayrı bir yatırım gerektirmektedir. Ancak buna rağmen dünya çapında çoğu ülkenin Endüstri 4.0 ile ilgili gelişimleri yakından izleyerek yatırımlara başladığı bilinmektedir. Özellikle kavramın

ortaya atıldığı Almanya genelinde bir dizi şirket Endüstri 4.0'ı geliştirmekte ve iş süreçlerinde uygulama aşamasına geçmek üzeredir. Bununla birlikte Siemens, Mercedes, BMW, Hitachi, Bosch, Panasonic, Honeywell, Mitsubishi Electric, ABB, Schneider Electric ve Emerson Electric gibi büyük firmalar da Endüstri 4.0 odaklı nesneler interneti (IoT) ve siber fiziksel sistemler (CPS) ile ilgili projelere büyük yatırımlar yapmaktadırlar (Aytar, 2019, s. 88).

Accenture firmasının ortaya koyduğu tahminlere göre, 2020 yılında endüstriyel nesnelerin interneti sektörüne yapılan yatırımların yaklaşık 500 milyar dolar olması beklenmektedir. Bu yönde gelişen bir yatırım ortamında sisteme dâhil olmayan firmalar, yatırım olanaklarından faydalanamayacak ve dönüşümün dışında kalacaktır (Özkan, Al, & Yavuz, 2018, s. 17).

Günümüzde üretimde özellikle Çin ve Japonya'da robotik kullanımının yaygınlaşmış olduğu bilinse de, geleceğin imalat planlarında çok sayıda gelişmiş düzeyde robotu üretim sürecine dahil etmek yer almaktadır. Gelişmiş seviyedeki robotik teknolojisinde robotlar sensörleri vasıtasıyla kablosuz ağlar üzerinden birbirleriyle haberleşebilmektedir. Bu sayede Sanayi 4.0 ile birlikte büyük yatırım harcamalarının azalması ve maliyet tasarrufları sağlanması beklenmektedir (Alçın, 2016, s. 22).

Bu etkilere insan kaynakları boyutundan bakıldığında; Endüstri 4.0 oluşumunun temelinde insanın yer almadığı bir üretim süreci yer alıyormuş gibi gözükse de teknolojik ve yönetsel sürecin arasındaki boşluğu kapatmak için nitelikli bir programlama ve bakım onarım kabiliyetine sahip, sanal dünya ile fiziksel dünya arasındaki ilişkileri doğru tanımlayan ve bunları müşteri talepleri ile uyumlu hale getiren, çok iyi gözlemci, planlamacı ve pro-aktif çalışanlara olan gereksinim yer almaktadır. Bu yönüyle Endüstri 4.0 sürecinde insanın hiç yer almadığı bir üretim süreci değil de insan makine ve ürün etkileşiminin arttırıldığı bir siber-fiziksel-sistem anlaşılmaktadır (Demirel, Alp, Murat, & Salih, 2018, s. 433).

Endüstri 4.0 döneminde de üretim süreçlerini izleyip ve denetleyen insan kaynakları üretimin temel öğelerinden biri olmaya devam edecektir (Asiltürk, 2018, s. 536). Dolayısıyla insan faktörünün önemi git gide artmaktadır ve geleceğin inovatif odaklı organizasyonlarının başarılarının anahtarı, sahip oldukları işgücünün kabiliyetleri ve nitelikleri olacaktır. Bu nedenle işletmeler, bütüncül insan kaynakları yönetimini amaçlarken sürekli yenilenen teknolojiler doğrultusunda şekillenen bilgi ve yetenek

değişimleri için farklı stratejik yaklaşımlara gereksinim duyacaktır (Filizöz & Orhan, 2018, s. 112).

İnsan kaynağı gereksinimi değişim gösterecek ve kalifiye insan kaynağının değeri artacaktır. Önceden kas gücüne dayalı bir insan emeğine gereksinim duyulurken Endüstri 4.0 oluşumu ile daha karmaşık işler yapabilen bilgi-iletişim teknolojileri konusunda donanımlı işgücüne yönelik istek artacaktır. Özellikle veri analistleri, veri madenciliği, vs. gibi meslekler ön plana çıkacak, enerji ve medya sektörleri önem kazanacaktır (Özsoylu, 2017, s. 57). Dolayısıyla, insan kaynakları yönetimi bağlamında çalışanın, değerlendirilmesi gereken bir kaynak olarak, entelektüel yönü daha fazla önem arz etmektedir. Bu entelektüel birikim içerisinde siber teknolojilere duyulan ilgi ve yetenek, eğitim, uyum ve esnekliğe olan yatkınlık belirleyici kriterler olacaktır (Aytar, 2019, s. 87).

Endüstri 4.0 devriminde en çok konuşulan ve insan kaynakları disiplini yakından ilgilendiren kavramlardan bir tanesi de akıllı fabrika kavramıdır. Akıllı fabrikalar üretim bölümünde insana yer verilmediği için ışık gerektirmemesi nedeniyle karanlık fabrika olarak da adlandırılmaktadır. Akıllı fabrika olgusu dikey entegrasyon içinde farklı boyutları içeren bir hiyerarşik yapıya sahiptir. Hiyerarşik açıdan bu sistemlerin en üstünde denetleme ve eşgüdüm görevini yerine getiren entelektüel birikim sahibi insan yer almaktadır. Hiç bir sistemin kendi kendini bilinçli bir şekilde dizayn etme kabiliyetine sahip olmadığı bilgisinden hareketle gündeme getirilen her yeni fikrin arkasında bu fikirleri yazılıma dönüştürecek yazılım tasarımcılarına, uzman mühendislere ve uzman ekiplere ihtiyaç duyulacağı da söylenebilir. Bu anlamda Endüstri 4.0 sürecinde çalışanlar veri okuma, kodlama ve bilgi iletişim araçları kullanma yetenekleri ile akıllı fabrikanın beyni niteliğinde olacaktır (Aytar, 2019, s. 87).

Endüstri 4.0 devriminden beklenen en büyük etki insan kaynakları anlayışında yarattığı değişiklik olabilir. Endüstri 4.0 oluşumu ile insan kaynakları alanıyla ilgili, yeni becerilerin şekillendirilmesi, çalışma alanlarının yeni baştan oluşturulması, dijital yeteneklerin geliştirilmesi gibi konularda bilimsel katkıların sağlanması ve anlaşılması hedeflenmektedir. Bu açıdan hiyerarşinin bulunmadığı uzmanlık temelli matris örgüt yapılarının Endüstri 4.0 yaklaşımıyla daha çok destek görmesi beklenmektedir. Endüstri 4.0 yaklaşımının iletişim ve etkileşim üzerine kurulu olan temel felsefesi resmîyetten

uzak organik örgüt yapılarının yaygınlık kazanmasını da sağlayacaktır (Aytar, 2019, s. 87) .

Bu etkilere muhasebe boyutundan bakıldığında; bilişim teknolojileri alanında yaşanan gelişmeler gün geçtikçe işletme faaliyetlerine daha fazla katkı sunmaktadır. Üretimden pazarlamaya insan kaynaklarından finansa kadar işletmenin bütün departmanları bilişim teknolojilerinden faydalanmaktadır. Muhasebe de çağın yarattığı bu ihtiyaçların gerisinde kalmamakta ve gelişen bu teknolojilerden olabildiğince yarar sağlamaktadır (Can & Kıymaz, 2016, s. 107).

Endüstri 4.0 oluşumunun muhasebe konusunda hangi gelişmeleri doğuracağı noktasında iki uygulama karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; entegrasyon ve gerçek zamanlı muhasebedir (Can & Kıymaz, 2016, s. 111). Bilgi teknolojileri yaygınlaşmadan önce kaynak planlaması basit ofis uygulamaları ve muhasebe programları el ile işletilmekteydi. Ancak bu durum şirketlerde stokların denetiminde tutarsızlıklar ve maliyet hesaplamalarında bir takım zorluklar ortaya çıkarırken, ürün ve hammadde çeşitliliği olan bazı firmalarda her bir alıcı ve satıcı için, her bir hammadde ve ürün için ayrı ayrı dosyaların açılıyor olması da işlemlerin muhasebeleştirilmesinde ve raporlanmasında güçlükler yaşanmasına sebep olmaktadır (Barutçu, 2019, s. 75). Kurumsal kaynak planlama sistemlerinin makine kontrolünden bağımsız olması yani makineler ile sistem departmanlar arasındaki iletişimin dijital şekilde gerçekleştirilememesi, sistemde yaşanacak olası bir aksaklık durumunda insani müdahale gerektirdiğinden Endüstri 4.0 ile bölümler arasında yaşanan problemlerin insanın müdahil olmasına gerek kalmadan akıllı sistemler aracılığıyla tespit edilip çözüme kavuşturulmasına ilişkin kolaylıklar sağlanacağı beklenmektedir (Can & Kıymaz, 2016, s. 111).

Muhasebe alanında Endüstri 4.0 ile hayata geçeceği umulan, bir takım yazılım programları ile kısmen de olsa gerçekleştirilebilen bir başka uygulama ise gerçek zamanlı muhasebe uygulamalarıdır. Gerçek zamanlı muhasebe entegrasyonu vasıtasıyla bütün işlemler eş zamanlı ve e-defter usulüne uygun biçimde kaydedilmekte, muhasebe fişindeyken tek bir tuşla kaynak fişe gidilebilmekte ve tekrar entegre olmadan muhasebe fişlerinin güncellenmesi sağlanabilmektedir (Can & Kıymaz, 2016, s. 111). Yeni teknolojilerin devreye girmesinden önceki dönemlerin çalışanlarının iş yükünün de çok fazla olduğu bilinmektedir. Bilgi teknolojilerinin kullanılmasından sonra özellikle iş

yükünün hafiflediği ve aylık 50-100 saat arası iş gücü tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir (Barutçu, 2019, s. 75). Bu doğrultuda Endüstri 4.0 oluşumu bölümler arası yaşanan problemlerin insani bir müdahale olmaksızın akıllı sistemler sayesinde tespit edilerek çözüme kavuşmasını sağlayacaktır (Can & Kıymaz, 2016, s. 111-112).



SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüze gelinceye kadar yaşanan teknolojik gelişmelere paralel olarak endüstriyel alan da değişime ve dönüşüme uğramıştır. Teknolojik ilerlemelerin endüstriyel sahada karşılık bulması ekonomik ve sosyal boyutlarda yaşanan değişimler ile mümkün olmuştur. Teknolojik gelişmelerle peş peşe yaşanan bu değişimler de endüstriyel devrimleri meydana getirmiştir.

Bugün geline nokta Endüstri 4.0'ı oluşturan iki dinamikten bir tanesi günümüz teknolojilerinin daha önce yaşananlardan çok daha hızlı ve kapsamlı gelişimi, diğeri ise Batı'nın gelişmiş ekonomilerinin işgücü maliyetlerinin yüksekliğinden dolayı Doğu'ya kayan üretim üstünlüğünü kaybetme endişesidir. Bu iki dinamiğin tetiklediği ekonomik ve sosyal değişimler mikro ölçekte işletmelerde makro ölçekte ise ülkelerde sürdürülebilirlik ve rekabet üstünlüğü kazanma ihtiyacı doğurmuştur. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen çeşitli stratejilerden biri olarak kabul edilen Endüstri 4.0 oluşumu ilk kez 2011 yılında Almanya'da gündeme getirilmiştir. Resmi başlangıcı 2011 yılı olarak kabul edilen Endüstri 4.0 süreci yalnızca 4 yıl gibi kısa bir zaman içinde teknik bir terim olmanın ötesine çıkıp milyarlarca euroluk bir piyasa haline dönüşmüştür (EBSO, 2015, s. 8).

Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da isimlendirilen Endüstri 4.0 oluşumu, özünde üretim sürecinin insandan arındırılarak otonom hale getirildiği bir sistemi ifade eder. Bu sistemde sanal dünya ile fiziksel alan işbirliği içindedir. Bu sürecin temel karakteristiğini oluşturan nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler, büyük veri, otonom robotlar, simülasyon, entegre sistemler, bulut bilişim sistemleri, artırılmış gerçeklik ve 3 boyutlu yazıcı teknolojileri sayesinde insanların günlük yaşantısından tüm işletme faaliyetlerine buradan da ülke ekonomilerinin yeniden dizaynına kadar uzanan köklü değişimler yaşanması beklenmektedir.

Endüstri 4.0 uygulamalarının işletme fonksiyonları düzeyinde etkilerini incelemek üzere yapılan bu çalışmada endüstri 4.0 oluşumunu anlayabilmek ve yorumlayabilmek için birinci bölümde günümüze gelinceye kadar yaşanan üç sanayi devriminin gelişimi anlatılmış, ikinci bölümde Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojilerin genel özellikleri ve yapısı belirtilmiştir. Üçüncü bölümde ise çalışmanın temel odağı olan Endüstri 4.0 teknolojilerinin üzerindeki etkisinin inceleneceği işletme fonksiyonları

tanımlanmıştır. Son bölüm olan dördüncü bölümde ise Endüstri 4.0 oluşumunun gündeme gelmesinden bu yana konu ile ilgili yapılan çalışmalar ve gerçekleştirilen faaliyetlerin büyük bir kısmı incelenerek bu sürecinin karakteristiği niteliğinde olan teknolojilerin işletme fonksiyonları üzerindeki olası etkileri ortaya konmuştur.

Araştırma neticesinde yapılan olası tespitler göz önünde bulundurulduğunda; işletmelerin küresel piyasalardaki rekabet gücünü muhafaza edebilmeleri için Endüstri 4.0 oluşumu ile yaşayacakları değişim ve dönüşüm süreçlerini en doğru şekilde yönetmeleri ve bu sayede elde edecekleri kazanımları doğru değerlendirmeleri gerektiği söylenebilir. Bu kazanımı elde etmenin yolu da yaşanacak bu endüstriyel dönüşüme uygun altyapıyı sağlamaktan geçmektedir. Bu nedenle işletmelerin üretim-imalat, yatırım, araştırma geliştirme ve planlama faaliyetleri, finansman yönetimi, yönetim organizasyon yapılarının güncellenmesi, yeni becerilere odaklanan insan kaynakları politikalarının oluşturulması aşamalarında Endüstri 4.0 yaklaşımını dikkate almaları önem arz etmektedir. Bu doğrultuda hareket eden işletmelerin ekonomik açıdan avantaj elde etmeleri ve devrimin hızına en kısa sürede uyum sağlamaları beklenmektedir.

Endüstri 4.0 oluşumuna yönelik genel farkındalık düzeyinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bu oluşum henüz yeni ve hali hazırda uygulama aşamasında olan stratejik bir dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Bugün gelinen noktada; Endüstri 4.0'ın bünyesinde bulundurduğu teknolojilerin işletmelerin çok büyük bir kısmında aktif olarak kullanılmaması nedeniyle işletme fonksiyonları düzeyindeki etkilerinin ortaya konulmak istendiği bu çalışmada istatistiksel verilerden faydalanılmaması bu çalışmanın kısıtı olarak değerlendirilmektedir. Bu açıdan bu teknolojilerin işletme fonksiyonları üzerindeki gerçekçi etkilerini tespit etmek ve yeni yol haritaları belirlemek için bu çalışmanın ilerleyen yıllarda tekrarlanması gerekmektedir. Bu konu hakkında yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olmasına rağmen, gelişmeye açık potansiyel çalışma sahalarının da olduğu görülmektedir. Bu nedenle, özellikle eğitim, sağlık, hizmet sektörleri gibi farklı alanlarda yapılacak akademik çalışma sayısının artırılması ve tespit edilen bulgular ışığında yol alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkuş, S. (2016). Nesnelerin interneti teknolojisinde güvenli veri iletişimi - programlanabilir fiziksel platformlar arasında wep algoritması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 3, 100-111. doi:10.7140/mufbed.73633
- Aksoy, Ş. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *Sosyal Araştırmalar Vakfı: Katkı Teknoloji*(4).
- Aksoy, Ş. (2017). *iktisadi.org*. <http://www.iktisadi.org/evrilen-sanay-devrimi-sureci.html> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 06.11.2019).
- Alçın, S. (2016, nisan). Üretim için yeni bir izlek: sanayi 4.0. *Journal Of Economics*, 1-30.
- Asiltürk, A. (2018). İnsan kaynakları yönetiminin geleceği: İK 4.0. *Journal of Awareness*, 3(Özel), 527-544.
- Aytar, O. (2019). Endüstri 4.0 ve bu paradigmanın örgüt yönetimi üzerindeki olası etkileri. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 21(2), 75-90.
- Banger, G. (2017). *Endüstri 4.0 ekstra* (1. baskı). Ankara: Dorlion yayınları.
- Barutçu, H. C. (2019). *Endüstrri 4.0 uygulamalarının üretim süreçlerine etkisi: Bosch sanayi ve ticaret anonim şirketi örneği*. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi yüksek lisans tezi.
- Besler, S. (2019). *İşletme İlkeleri*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Bilgin, O. (2018). *Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme*. Kırıkkale Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, ABD.
- Bozgül, F. (2018, Ocak). *Pazarlama Karması Nedir?* <https://pazarlamasyon.com/pazarlama-karmasi-nedir/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 08.01.2020).
- Böhmen, H. (2017). *Hannoverde robotların gövde gösterisi*. <https://www.dw.com/tr/hannoverde-robotlar%C4%B1n-g%C3%B6vde-g%C3%B6sterisi/a-38561435> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 10.01.2020).
- Büyükuslu, A. R. (2016, ağustos). *Endüstri 4.0 yeni bir sanayi devrimi mi: yoksa Almanya yapımı bir senaryo mu*. <http://www.sanayigazetesi.com.tr/endustri-40-yeni-bir-sanayi-devrimi-mi-yoksa-almanya-yapimi-yeni-bir-senaryo-mu-makale,991.html> adresinden alındı(Erişim Tarihi: 15.11.2019).
- Can, A. (2017). *Robotlar işgücüne karşı*. <http://www.hurriyet.com.tr/ik-yeni-ekonomi/robotlar-iscucune-karsi-40415634> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 10.01.2020).

- Can, A. V., & Kıymaz, M. (2016). Bilişim Teknolojilerinin Perakende Mağazacılık Sektörüne Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (CİEP Özel Sayısı), 107-117.
- Çelen, S. (2017). International Journal of 3D printing Technologies and digital Industry. *Sanayi 4.0 ve Simulasyon*, 1(1), 9-26.
- Çevik, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz. *Yüksek Lisans Tezi*.
- Çınar, B. (2016). 3d yazıcıların bugünü ve yarını. *ST Endüstri 4.0 Dergisi*, 5(32). <http://dergi.stdergileri.com/st-endustri-4.0-2016-eylul/index.html#p=> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 20.01.2020).
- Dalay, İ. (2013, Kasım). *Yönetimin Tarihsel Gelişimi*. <http://ismaildalay.blogspot.com/2013/11/yonetimin-tarihsel-gelisimi.html> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 02.02.2020).
- Demirel, E., Alp, M., Murat, T., & Salih, T. (2018). Dijital taylorizmin insan, üretim ve ekonomi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Journal Of Social Humanities Sciences Researches*, 5(18), 430-438.
- Dengiz, O. (2017, Mayıs). *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 15(1).
- Destebaşı, A. (2018). Endüstri 4.0 ve emek piyasası üzerine etkileri. *academia.edu*.
- Dikkaya, M., Genç, Ü., & Aytekin, İ. (2018). *Türkiyede Toplum, Yerleşim ve Yönetim Tartışmaları*. (H. Yaylı, Dü.) Kırıkkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümü.
- Dinçer, Ö., & Fidan, Y. (2009). *İşletme Yönetimine Giriş*. Alfa Yayınevi.
- Duman, M. Z. (2008). Fransız devriminin politik sonuçları ve Tocqueville'in devrime ilişkin görüşleri. *Sosyoloji Dergisi*, 103-119.
- Dursun, Ö. F. (2015, Aralık). *1.2.3.Endüstri devrimi ve nihayet endüstri 4.0*. <https://ofdeko.blogspot.com/2015/12/1-2ve-3-endustri-devrimi-ve-nihayet.html>. adresinden alındı (Erişim Tarihi: 15.11.2020).
- Dündar, P. (2010). *Kavram, Yöntem ve Fonksiyonlarla İşletme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- EBSO. (2015). *Sanayi 4.0: Uyum Sağlamayan Kaybedecek*. http://www.ebsso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf
- Erdoğan, Z. (2019). *İşletme İlkeleri*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Filizöz, B., & Orhan, U. (2018). *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 19(2), 110-117.
- Görçün, Ö. F. (2017). *Dördüncü Endüstri Devrimi: Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta.

- Günay, D. (1997). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*(2), 51-68.
- Hofman, E., & Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospect on logistics. *Computers in Industry*(89), 23-34.
- Hozdic, E. (2015). Smart factory for industry 4.0 : a rewiev. *International journal Of Modern Manufacturing*, 7(1), s. 28-35. doi:2067-3604
- <https://ushistoryscene.com/>. (tarih yok). *U.S. History Scene*. <https://ushistoryscene.com/article/second-industrial-revolution/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 05.11.2020).
- <https://www.endustri40.com/>. (tarih yok). *Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu*. endüstri 4.0 platformu: <https://www.endustri40.com> › almanyanın-endustri-4-0-vizyonu adresinden alındı (Erişim Tarihi: 10.12.2020).
- <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/>. (tarih yok). *Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)*. Türkiye'nin endüstri 4.0 platformu: <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 10.01.2020).
- <https://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/>. (tarih yok). *Bulut Bilişim (Cloud Computing) Nedir?* Türkiye'nin endüstri 4.0 platformu: <https://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 12.01.2020).
- <https://www.printondemand.com.tr/saglik-sektorundeki-yeni-umut-isigi-3d-printer-teknolojisi/>. (tarih yok). *Sağlık Sektöründeki Yeni Umut Işığı: 3D Printer Teknolojisi*. <https://www.printondemand.com.tr/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 15.01.2020).
- <https://www.tarihiolaylar.com>. (tarih yok). <https://www.tarihiolaylar.com/tarihi-olaylar/sanayi-devrimi-1107> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 06.11.2019).
- Kahraman, F. (2017). *Çalışma İlişkileri Bakımından Dördüncü Sanayi Devrimi ve Sivas İlinde Farkındalık Üzerine Bir Araştırma*. Cumhuriyet Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
- Karademir, M. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*. http://www.tasam.org/tr-TR/Icerik/25733/dorduncu_sanayi_ adresinden alındı (Erişim Tarihi: 12.12.2019).
- Kılıç , Ö. E. (2014, Aralık). *Robotlar*. Bilim ve Teknik Dergisi (565) Dergi eki poster, TÜBİTAK: http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/posterler/robotlar_poster.pdf adresinden alındı(Erişim Tarihi: 15.01.2020).
- Koçel, T. (2018). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta Yayınevi.
- Korkmaz, B. (2014). 3b yazıcı atlantik ve avrasya rekabetinde yeni bir faktör. 7(2), 17-30.

- Korkmaz, S., Eser, Z., & Öztürk, S. A. (2017). *Pazarlama*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Korkut, Ö. (2016, Ekim). Siber güvenlik ve büyük verinin endüstri 4.0'daki yeri. *Yeni nesil sanayi 4.0 paneli*. Eskişehir.
- Korkut, Ö. (2016, Ekim). Siber Güvenlik ve Büyük Verinin Endüstri 4.0'daki Yeri. *Yeni nesil sanayi 4.0 paneli*. Eskişehir.
- Kuzu Demir, E. B., Çaka, C., Tuğtekin, U., Demir, K., İslamoğlu, H., & Kuzu, A. (2016). 3 boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı: Türkiye'deki uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 17(2), 481-503.
- Küçükcalay, M. (1997, Güz). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi*(2), 51-68.
- Mokry, J. (1999). The second industrial revolution 1870-1914. In Valerio Castronova, ed. *Storia dell'economia Mondiale Rome: Laterza publishing*, 219-245.
- Özden, Ü. (2015, Ocak). *Simülasyon*. <http://www.unalozden.com/DOWNLOAD/simulasyon.pdf> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 01.02.2020).
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarı*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Özkan, M., Al, A., & Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *Siyasal Bilimler Dergisi*, 1(1), 1-30.
- Özkan, T. Ö. (2019). A contemporary analysis of industry 4.0 for logistics, supply – chain management and transportation. *Bahçeşehir University*, 1-114. İstanbul.
- Özsoylu, A. F. (2017, Haziran). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztuna, B. (2017). *Endüstri 4.0 :Dördüncü sanayi devrimi ile çalışma yaşamının geleceği*. Ankara: Gece Kitaplığı.
- Pamuk, N. S., & Soysal, M. (2018). Yeni sanayi devrimi endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. *Verimlilik Dergisi*(1), s. 41-66.
- Rübman, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. The Boston Consulting Group.
- Sabuncuoğlu, Z., & Tokol, T. (2011). *İşletme*. İstanbul: Beta.
- Sarıkulak, Ö. (2008). *Endüstri devrimlerinin performans göstergelerine etkilerinin incelenmesi ile endüstri 4.0 analizi*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
- Shwang, J. (2016, July). The fourth industrial revolution (industry 4.0) :intelligent manufacturing. *STM Magazine*, 1-15.

- Siemens Türkiye. (2016). Endüstri 4.0 yolunda. <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=1> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 05.11.2019).
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımları. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(32), 43-57.
- Şekkeli, Z. H., & Bakan, İ. (2018, Ekim). Akıllı fabrikalar. *Journal Of Life Economics*, 5(4), 203-220.
- Tatar, G. (2018, Mayıs 20). "*Bilim Kafası*". <https://bilimkafasi.com/birinci-ve-ikinci-sanayi-devrimleri-dunyayi-nasil-degistirdi/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 20.11.2019).
- Tokat, B., & Kara, H. (2018). *Genel İşletme*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Torun, İ. (2003). Endüstri toplumunun oluşmasında etkili olan iktisadi ve sınai faktörler. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(1), 181-196.
- Tunçkan, E. (2018). Endüstrileşme olgusu ve endüstriyel reklamcılık. *Selçuk İletişim Dergisi*, 5(2), 113-120.
- Tunçkan, E. (2018). Endüstrileşme olgusu ve endüstriyel reklamcılık. 5(2), s. 113-120.
- TÜBİTAK. (2016). *Türkiye'nin Bilim, Teknoloji, Yenilik Sistemi ve Performans Göstergeleri*. Ankara.
- TÜSİAD. (2016, Mart). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0.
- Ulusoy, Y. (2016). 4. Sanayi Devrimini Yaşıyoruz. <http://www.yilmazulusoy.com/tr/makaleler/4.sanayi-devrimini-yasiyoruz> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 08.01.2020).
- Uygur, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi ve Küreselleşmenin Sonu*. <http://www.gunes.com/yazarlar/kayahan-uygur/dorduncu-sanayi-devrimi-ve-kuresellesmenin-sonu-736696> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 10.01.2020).
- Witkowski, K. (2017). İnternet of Things, Big Data, Industry 4.0 Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, 182, s. 763-769.
- Yazıcı, A. (2016). *Endüstri 4.0 ve otonom robotlar*. http://www.emo.org.tr/ekler/91f2bb2a057879e_ek.pdf?dergi=1069 adresinden alındı (Erişim Tarihi: 01.01.2020).
- Yazır, S. (2018). *Türkiye'de Bulut Bilişimin Teknolojik Gelişimi Ve Bulut Platformu Üzerinde Örnek Bir Kişisel Web Uygulmasının Sunulması*. Necmettin Erbakan Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldız, A. (2018). Akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.

Yüksekbilgili, Z., & Çevik, G. Z. (2018, Ocak). Endüstri 4.0 bağlamında Türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz. *Finas, Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 422-436.



ÖZGEÇMİŞ

Özlem YALPA

GSM : (507) 972 44 52

E-Mail : ozlemincecelik@hotmail.com

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Yeri : Osmaniye

Doğum Tarihi: 08.01.1986

Uyruğu : T.C.

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Üniversite	Yıl (Başl.-Bitiş)
Yüksek Lisans	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Tezli Yüksek Lisans	2017- 2020
Lisans	Gazi Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi; Kamu Yönetimi Bölümü	2005- 2009

İŞ DENEYİMLER

Görev/Unvan	Görev Yeri	Yıl
Stajyer	Toprakkale Kaymakamlığı SYDV	2008

Stajyer	T.C. Merkez Bankası Piyasalar Genel Müdürlüğü	2008
Memur/Şef	Osmaniye Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü	2010-...

TEKNİK BECERİLER VE YABANCI DİL

Bilgisayar : MS Office: MS Word, MS Excel, MS Power Point

Yabancı Dil : İngilizce - İyi

SERTİFİKALAR

- Proje Döngüsü Ve Proje Hazırlama Eğitimi
- Türkiye’de KOBİler İçin AB Finansal Kaynakları Eğitimi
- Kamu İhale Mevzuatı Eğitimi
- İş ve Meslek Danışmanlığı Eğitimi

OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih:15/06/2020

Tez Başlığı / Konusu: "Endüstri 4.0 Ve Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İşletme Fonksiyonları Üzerine Olası Etkileri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 77 sayfalık kısmına ilişkin, 14/06/2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 27 'dir.

Filtreleme Tip 1 (maksimum %30) ☐

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça dâhil,
- 3- Alıntılar dâhil.

Filtreleme Tip 2 (maksimum %10) ☐

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar dâhil,
- 4- 5 Kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

15.06.2020 İmza

Adı Soyadı: Özlem YALPA

Öğrenci No: 1721501104

Anabilim Dalı: İşletme

Programı: Yönetim ve Organizasyon

Statüsü: ☐ Y.Lisans ☐ Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

ENSTİTÜ ONAYI

UYGUNDUR.

Doç.Dr.Müjdat AVCI

Arş.Gör.Alptuğ AKSOY