

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ ANABİLİM DALI

TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ENDÜSTRİ 4.0 VE İŞGÜCÜ PİYASASI'NA YANSIMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seher Seren ÇAVDAR

MAYIS - 2019

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ ANABİLİM DALI

TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ENDÜSTRİ 4.0 VE İŞGÜCÜ PİYASASI'NA YANSIMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seher Seren ÇAVDAR


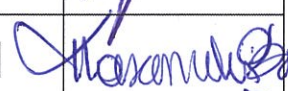
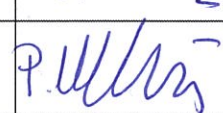
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hasan Çebi BAL

MAYIS - 2019

TRABZON

ONAY

Seher Seren ÇAVDAR tarafından hazırlanan “Endüstri 4.0 ve İşgücü Piyasası’na Yansımaları” adlı bu Çalışma 18/10/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı’nda **yüksek lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi		Karar		İmza
Unvanı- Adı ve Soyadı	Görevi	Kabul	Ret	
Prof. Dr. Güven MURAT	Başkan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Çebi BAL	Üye	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Pınar HAYALOĞLU	Üye	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

Prof. Dr. Yusuf SÜRMEŒ
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca KTÜ-Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırlanan bu Çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Seher Seren ÇAVDAR

20.05.2019

ÖNSÖZ

Endüstri tarihi, geçirdiği devrimler boyunca çeşitli teknik ve teknolojik yeniliklere sahne olarak, birçok alanda değişimi de beraberinde getirmiştir. Üretim sürecinin yapıtaşlarından olan çalışanlar ise tüm bu süreçlerden doğrudan etkilenenlerden olmuşlardır. Endüstri 4.0'la birlikte imalat aşamalarının tamamı köklü değişiklikler geçirirken; üretim merkezleri akıllı teknolojilerle donanarak, söz konusu süreçler üzerinde çalışan kontrolü minimuma inmiştir. Ayrıca önceki sanayi devrimlerinin olmazsa olmaz niteliğindeki işgücünde aranan özellikler, artık kas gücünden daha fazlası olmaktadır. Bu nedenle tezde teknolojik gelişmelerin istihdam ve meslekler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Üretim alanlarında ileri teknolojinin kullanılması talebinin artmasına karşın, işgücü varlığını korumaya çalışmaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte birçok meslek dalının yok olacağı gibi birçok yeni mesleğin de ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Bunun neticesinde işgücünün beceri ve niteliklerinin artırılarak bu istihdam alanlarına kaydırılması işsizliğe bir çözüm olarak görülmektedir. Fakat uzun vadede düşünüldüğünde; yapay zekâ ve akıllı sistemlerin gelişimiyle birlikte üretim alanlarında işgücünden tamamen bağımsız bir şekilde üretim yapılacağı gibi üretim maliyetleri ve enerji maliyetleri düşecektir. Ülkelerin ve şirketlerin rekabet gücü artacaktır. Emeğe olan talep azalacak ve minimum seviyelere inecektir. Böylece işsizliğin artarak işgücünün istihdamının azalacağı öngörülmektedir. Türkiye, bu sürecin öneminin farkındadır. Yapılan çalışmalar ile Endüstri 4.0 seviyesinin hızla yakalanacağı öngörülmektedir. Türkiye, geleceğin büyük ekonomiler arasında yer alabilmek ve rekabet avantajı sağlayabilmek için, çeşitli uygulamaları başarıyla gerçekleştirmektedir. İşgücünün olumsuz etkileneceği öngörülen bu süreçte, Türkiye teknolojik gelişmelerden ve Endüstri 4.0 getirilerinden en iyi şekilde faydalanarak, söz konusu olumsuzlukları avantaja dönüştürebilecektir.

Tez çalışmamda yardımını ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım, saygı değer hocam Dr. Öğr. Üyesi Hasan Çebi BAL'a, bu süreçte her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2019

Seher Seren ÇAVDAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IIV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT	IIX
TABLOLAR LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XI
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XIII
GİRİŞ	1-2

BİRİNCİ BÖLÜM

1. TARİHSEL SÜREÇ İÇERİSİNDE SANAYİ DEVRİMLERİ VE ENDÜSTRİ 4.0	3-22
1.1. Endüstri 4.0 Öncesi Genel durum	3
1.1.1. Otomatik Dokuma Tezgahının Toplum ile Yüzleşmesi: Endüstri 1.0.....	4
1.1.1.1. Birinci Sanayi Devriminin Toplumsal Yapıya Etkileri	6
1.1.1.2. Birinci Sanayi Devriminin Ekonomik Yapıya Etkileri	7
1.1.1.2.1. Üretime Etkileri.....	8
1.1.1.2.2. İstihdama Etkileri.....	10
1.1.2. Seri Üretime Geçiş: Endüstri 2.0	11
1.1.2.1. İkinci Sanayi Devriminin Toplumsal Yapıya Etkileri	12
1.1.2.2. İkinci Sanayi Devrimin Ekonomik Yapıya Etkileri.....	12
1.1.2.2.1. Üretime Etkileri	14
1.1.2.2.2. İstihdama Etkileri	15
1.1.3. Üretimde Dijital Çağ: Endüstri 3.0	16
1.1.3.1. Üçüncü Sanayi Devriminin Toplumsal Yapıya Etkileri	17
1.1.3.2. Üçüncü Sanayi Devriminin Ekonomik Yapıya Etkisi	18
1.1.3.2.1. Üretime Etkileri.....	19
1.1.3.2.2. İstihdama Etkileri	21

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0 VE AKILLI ÜRETİM.....	23-47
2.1. Endüstri 4.0 Kavramı	23
2.2. Endüstri 4.0'ın Amacı	23
2.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri.....	24
2.3.1. Sensörler	25
2.3.2. Büyük Veri.....	25
2.3.3. Bulut Bilişimi.....	26
2.3.4. Eklemeli Üretim (3D Yazıcılar).....	27
2.3.4.1. Uzay Araştırmaları ve Havacılık Uygulamaları	28
2.3.4.2. Otomotiv Sektörü.....	30
2.3.4.3. Diğer Kullanım Alanları	31
2.3.5. Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu.....	32
2.3.6. Nesnelerin İnterneti.....	33
2.3.7. Yapay Zekâ	35
2.3.7.1. Hukuk Alanı	35
2.3.7.2. Askeri Alan.....	37
2.3.7.3. Diğer Kullanım Alanları.....	37
2.3.7.4. Yapay Zekanın Geleceği ve Tehlikeleri	38
2.3.8. Siber-Fiziksel Sistemler	39
2.3.9. Siber Güvenlik	40
2.3.10. Arttırılmış Gerçeklik.....	40
2.3.11. Akıllı Robotlar	41
2.3.12. Akıllı Fabrikalar.....	42
2.3.12.1. Akıllı Fabrikaların Geleneksel Fabrikalardan Farklılıkları.....	43
2.3.12.2. Akıllı Fabrikaların Avantajları	44
2.3.13. Karanlık Üretim	45

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0 VE EMEK PİYASASINA ETKİSİ.....	48-88
3.1. Sanayi Devrimleri ve Türkiye	48
3.2. Türkiye'de Endüstri 4.0	50
3.2.1. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Sürecindeki Yeri.....	51
3.2.2. Türkiye'de Endüstri 4.0 Çalışmaları.....	51
3.2.2.1. Sektör Bazında Endüstri 4.0 Çalışmaları.....	51

3.2.2.2. Kalkınma Planlarında Endüstri 4.0.....	54
3.3. Endüstri 4.0'ın Ekonomik Etkileri ve Türkiye.....	56
3.3.1. Sektörel Etkileri	59
3.3.2. Lojistik Alanındaki Etkileri	60
3.3.3. Dış Ticarete Etkileri.....	62
3.3.4. Rekabet Gücüne Etkileri	63
3.3.5. AR-GE Faaliyetlerine Etkileri	64
3.4. Endüstri 4.0'ın Emek Piyasasına Yansımaları ve Türkiye.....	67
3.4.1. Çalışma Süreleri ve Biçimlerinin Esnekleştirilmesi	69
3.4.2. İşgücü Piyasası Üzerine Etkileri	72
3.4.2.1. İstihdam Üzerindeki Etkileri.....	74
3.4.2.2. İşsizlik Üzerindeki Etkileri	76
3.4.2.3. Robot Kullanımının Yaygınlaşması	78
3.4.3. Ücret ve Gelir Dağılımına Etkisi	83
3.4.4. Meslekler Üzerindeki Etkileri.....	84
SONUÇ.....	89
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ÖZET

Günümüze kadar dört önemli sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Toplumlar her aşamada bu süreçlerin etkilerini yaşamıştır. Her ekonomi için farklı bir etkiye sahip olan sanayi devrimleri küreselleşmenin ve global piyasa oluşumunun temel tetikleyicileri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada bugünlerde gelişimi devam eden ve Endüstri 4.0 olarak adlandırılan Dördüncü Sanayi Devrimi incelenmiş olup, ekonomik etkileri ile birlikte üretim süreçleri, toplum yapısı ve istihdama etkileri bakımından çeşitli verilere dayandırılarak emek piyasalarına yansımaları vurgulanmıştır. Bu çalışmanın birinci bölümünde ilk üç sanayi devriminin tarihsel süreçleri, toplumsal ve ekonomik etkileri; ikinci bölümünde Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte 4. Sanayi Devrimi süreci ve bileşenleri; üçüncü bölümünde ise Endüstri 4.0 ile birlikte gelişen teknolojinin ekonomi ve emek piyasasına yansımaları açıklanmıştır. Endüstri 4.0 ile ekonomik büyüme artacak, işsizlik ise daha önce görülmemiş boyutlarda olacaktır. Birçok ülkenin Endüstri 4.0 üzerine yaptığı çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda; Endüstri 4.0'ın rekabet piyasalarına etkileri analiz edilmiş, üretimde verimliliğin sağlanması, rekabet üstünlüğü kazanılması için bu süreçle birlikte üretim alanlarında ileri teknolojilerin kullanılmasının önemi ortaya konulmuştur. Ayrıca Türkiye'nin Endüstri 4.0 rekabetinde önde yer alan ülkelerden biri olması için atması gereken adımlar üzerinde durulmuştur. Türkiye bu sürecin getirilerini doğru şekilde değerlendirebilirse tüm olumsuz etkileri kendi adına bir avantaja döndürebilecek ve bu rekabette konumunu yükselterek ekonomik anlamda refahını yükseltebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Ekonomi, İşgücü

ABSTRACT

Four important industrial revolutions have taken place until today. Societies have experienced the effects of these processes at every stage. Industrial revolutions, which have a different impact on each economy, are among the primary triggers of globalization and global market formation. In this study, the Fourth Industrial Revolution, which is currently developing and called Industry 4.0, has been examined; and with its economic effects, its reflections on labor markets have been emphasized based on various data in terms of production processes, social structure, and employment. In the first part of this study, historical processes of the first three industrial revolutions, their social and economic effects; in the second part, 4th Industrial Revolution process and its components together with the concept of Industry 4.0; in the third part, the reflections of the technology developing with Industry 4.0 on the economy and labor market are explained. Economic growth will increase with Industry 4.0 and unemployment will be an unprecedented dimension. In line with the data obtained from the studies of many countries on Industry 4.0; The effects of Industry 4.0 on competition markets have been analyzed, and with this process, the importance of using advanced technologies in manufacturing areas has been put forward in order to ensure efficiency in production and provide a competitive advantage. It has also been focused on the steps to be taken by Turkey to be one of the leading situated countries in the Industry 4.0 competition. If Turkey can correctly evaluate the benefits of this process, it will be able to turn all adverse effects into an advantage for itself and improve its economic well-being by raising its position in this competition.

Keywords: Industry 4.0, Economy, Labor

TABLolar LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1	Karanlık Üretimde İnsan Operasyonları İçin Gerekli Olabilecek Alanlar.....	47
2	Dijital Dönüşüm Hedefleri	56
3	Almanya, Japonya ve Türkiye Ekonomi Profilleri (2018).....	57
4	Almanya, Japonya ve Türkiye'nin 2016 ve 2018 Yılları Ekonomik Performans Göstergelerinin Karşılaştırılması.....	58
5	Bilim, Teknoloji ve Yenilik Hedefleri ve Ar-Ge ve Yenilik Alanındaki Hedefler	66
6	Günün ve Geleceğin Meslekleri	86
7	İşverenlerin Gelecek 10 Yılda Ön Plana Çıkmasını Beklediği Meslekler.....	86
8	En Fazla İstihdam Artışı Beklenen Meslekler	87
9	Geleceğin Meslekleri.....	88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1	Endüstri Devrimlerinde Dönüm Noktası Niteliği Taşıyan Buluşlar	3
2	Endüstri 4.0 Bileşenleri ile Entegre Olan Akıllı Fabrika Kavramı	43



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik Nr.	Grafik Adı	Sayfa Nr.
1	Türkiye'nin Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçindeki Payı, 2009-2017	65
2	Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Üretim Sektörlerinde ve Bilgi Yoğun Hizmet Sektörlerinde İstihdam, 2018	75
3	İşsizlik Oranları- 2018 (OECD).....	77
4	Dünyada 2015-2017 Arası Endüstrilerin Yıllık Robot Arzları.....	79
5	Dünya Yıllık Endüstriyel Robot Arzındaki En Geniş 15 Pazar.....	80
6	En Çok Robot İşçi Bulunduran Ülkeler Sıralaması	82
7	Türkiye'de Çalışanların Mezun Oldukları Eğitim Durumuna Göre Mesleklerinin Bilgisayarlar Tarafından Yapılma İhtimali.....	85

KISALTMALAR LİSTESİ

3D	: Three Dimensional- Üç Boyutlu
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Agri-IoT	: IoT in Agriculture- Tarımda Nesnelerin İnterneti
Ar-Ge	: AR-GE Araştırma ve Geliştirme
BİT	: Bilgi İletişim Teknolojileri
BM	: Birleşmiş Milletler
CAD	: BDT Computer-Aided Design- Bilgisayar Destekli Tasarım
CAGR	: Compound Annual Growth Rate- Bileşik Yıllık Büyüme Oranı
CAMPS	: Cloud, Analytics, Mobility, Productivity, Security- Bulut bilişim, Büyük veri analizi, Mobil dünya, Üretkenlik, Güvenlik
CEO	: Chief Executive Officer- Baş Yönetici
CNC	: Computer Numerical Control- Bilgisayar Sayımlı Yönetim
CPS	: Cyber Physical Systems- Siber Fiziksel Sistemler
DARPA	: Defense Advanced Research Project Agency- İleri Savunma Araştırma Projeleri Şirketi
DMSL	: Direct Metal Laser Sintering- Doğrudan Metal Lazer Kalıplaması
EBSO	: Ege Bölgesi Sanayi Odası
E-Lojistik	: Elektronik Lojistik
ERP	: Enterprise Resource Planning- Kurumsal Kaynak Planlaması
E-ticaret	: Elektronik ticaret
GCI	: Gross Commission Income- Brüt Komisyon Geliri
GII	: Global Inovation Index- Küresel Yenilik Endeksi
GmbH	: Gesellschaft mit beschränkter Haftung- Limited Şirketi
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GTAI	: Germany Trade & Invest
IBM	: International Business Machines- Uluslararası İş Makineleri
IFR	: International Federation of Robotics- Uluslararası Robotik Federasyonu
ILO	: International Labour Organization- Uluslararası Çalışma Örgütü
IoT	: Internet of Things- Nesnelerin İnterneti Nİ
IPv6	: Internet Protocol Version 6- İnternet Protokolü Sürüm 6
IT	: Information Technology - Bilgi Teknolojileri BT

ITU	: International Telecommunication Union- Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
İHA	: İnsansız Hava Aracı
İSO	: İstanbul Sanayi Odası
İŞKUR	: Türkiye İş Kurumu
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KPMG	: Klyneld Peat Marwick Goerdeler
M2M	: Machine to Machine- Makineden Makineye
MÜSİAD	: Müstakil Sanayici ve İş adamları Derneği
NASA	: North Atlantic Space Agency- Kuzey Atlantik Uzay Ajansı
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development- Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
PLC	: Programmable Logic Controller- Programlanabilir Akıllı Kontrol Cihazı
PPP	: Purchasing Power Parity- Satın Alma Gücü Kapasitesi
RFID	: Radio-Frequency Identification- Radyo Frekansı ile Tanımlama
SEDEFED	: Sektörel Dernekler Federasyonu
S-GE	: Switzerland Global Enterprise
SLA	: Stereolithography
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
t.y.	: Tarih yok
TEYDEB	: Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı
TFP	: Total Factor Productivity- Toplam Faktör Verimliliği
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜRKONFED	: Türk Girişim ve İş Dünyası Konfederasyonu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
UHKİB	: Uludağ Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği
UK	: United Kingdom- Birleşik Krallık
UN	: United Nations
UR-GE	: Uluslararası Rekabetçiliğin Geliştirilmesinin Desteklenmesi
UUI	: ISS International Space Station- Uluslararası Uzay İstasyonu
vb.	: ve benzeri
vd.	: Ve diğerleri
WB	: World Bank- Dünya Bankası
WEF	: The World Economic Forum
WRS	: World Robot Summit- Dünya Robot Zirvesi
Yy	: Yüz yıl

GİRİŞ

Endüstri 1.0 ile gelişen üretim alanları, zamanla diğer sanayi devrimlerinin ortaya çıkmasıyla, global anlamda art arda etkiler yaratmıştır. Üretim alanlarının genişlemeye başlamasıyla ve gelişen ve geniş coğrafyalara yayılan ticaret sonucunda ekonomiler büyümüştür. Toplumların yapısında değişimler meydana gelmiştir. Mevcut olan sınıflar değişime uğramış ve üretimin önemli bir parçası olan “işçi” sınıfı oluşmuştur. Dağınık, küçük çapta ve yetersiz olan üretim alanları, Endüstri 1.0 ile daha büyük endüstrilerde ve belli merkezlerde yoğunlaşmıştır. Üretim, ihtiyacı karşılamanın ötesinde arz fazlası ile talep yaratarak, daha fazla kâr elde etme amacına dönüşmüştür. Endüstri 1.0 ile bağlarını koparmadan ortaya çıkan Endüstri 2.0 ile üretim otomatik hale gelmeye başlamıştır. Üretim sürecinde değişimler meydana gelmiştir. Üretime hâkim ve sürecin önemli bir yapı taşı olan işçi, artık bu sürece katkı sağlayan bir aktör rolüne bürünmüştür. Seri üretim bantları ile ortaya çıkan iş bölümü ve buna bağlı olarak meydana gelen uzmanlaşma sonucunda işçi; üretim sürecini artık yöneten konumdan çıkararak, üretimin bir parçası olan makinelere benzer bir üretim aracı haline gelmiştir. Buhran dönemlerinden sonra, savaş dönemlerinde başlayan ve daha sonra hız kazanan teknolojik araştırmalar meyvelerini vermiştir. Teknolojinin ve en önemlisi bilgisayarların üretim alanlarına daha fazla girmesiyle birlikte, Endüstri 3.0 süreci büyük bir hızla ilerlemiştir. Kitle iletişim araçları, uzay araştırmaları, bilgisayarlar ve internet artık gelişmeye başlamıştır ve yavaş yavaş günlük hayata yeni kullanım alanları eklemiştir. Üretim kişiselleşmeye yönelmektedir. İhtiyaçların ve tüketici taleplerinin değişim hızına bağlı olarak, üretim alanları da değişime uğramıştır. Standart üretim, yerini kişisel ve neredeyse sıfır stok üretimine bırakmıştır. İşçi taleplerinde artık ilk sırada eğitilmiş, vasıflı işçi tercihi yer almıştır. İşçi; yaratıcılığını ve yeteneğini kullanabilmek için tekrar önemli hale gelmiştir.

Global anlamda merkezi ekonomilerin olduğu günümüzde, bu merkezlerde lider ekonomiler arasında yer almak ülkelerin hedefleri arasındadır. Ekonomiye büyütme ve rekabet avantajları sağlamak, bu hedef için uygulanması gereken adımlardandır. Günümüzde ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için gerçekleştirilen birçok uygulamadan biri, teknolojik gelişmelerin takibi ve yatırım alanlarının güncellenmesidir. Geçmişten günümüze, endüstri devrimlerinin ana unsuru olan teknoloji, Endüstri 4.0 ile ileri teknoloji olarak tanımlanan bir noktaya gelmiştir. Üretim faktörleri başlı başına bir değişime zorlayan günümüz teknolojisine sahip olarak, ekonomik gelişmenin ve rekabet üstünlüğünün sağlanması, ülkelerin bu teknolojik sürece uyum sağlamaları ile mümkündür.

Endüstri 4.0 ülkelerin gelişmişlik seviyelerini artırmak ve rekabet üstünlüğünü kazanmaları için önem arz etmektedir. Teknolojik gelişmelerin temeli üzerine kurulu olan ve günümüzde

yaşanan bu süreçte lider konumda yer almak ya da ülkelerin mevcut konumlarını gelecekte daha iyi bir konuma getirmek için önemli bir araç olarak görülmektedir. Bu nedenle özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bu sürece uyum sağlamak zorundadır. Fakat ülkelerin gelişmişlik seviyeleri farklı olduğu için endüstri 4.0 her ülkede aynı düzeyde gerçekleşmemektedir. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilik ve gelişmelerin ülkelerde birçok alanda etkisi söz konusu olmuştur. Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın özellikle ekonomi ve emek piyasası üzerindeki yansımaları ele alınmıştır. Bu süreçte ülkelerin Endüstri 4.0 hedefinde gerçekleştirdikleri teknolojik gelişmelerin emek piyasasına yansımalarının ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu gelişmeler ışığında Türkiye'nin bu süreçteki konumu ile Endüstri 4.0'ın ekonomi ve emek piyasalarına mevcut etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Türkiye'nin bu sürecin daha gerisinde yer almakta olması nedeniyle oluşturduğu politikalar ve bu politikalar neticesinde varmak istenilen hedef ve konumun vurgulanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, Endüstri 4.0 öncesi; Birinci, İkinci ve Üçüncü Sanayi Devrimlerinden söz edilmektedir. Söz konusu devrim dönemlerindeki ekonomiler ve emek piyasaları incelenmiştir. Bu devrimlere yol açan buluşların ve teknolojik ilerlemelerin üretim aşamalarına getirdiği yenilikler sonucu, çalışma hayatının ve ekonomilerin nasıl etkilendiği açıklanarak; Endüstri 4.0'a giden yolun arka planında neler olduğu sunulmaya çalışılmıştır.

İkinci bölümde Endüstri 4.0'ın bileşenleri ile mevcut ve gelecekteki kullanım alanları tanıtılmıştır. Aslında başlı başına ayrı bir inceleme konusu olan Endüstri 4.0'ın bu çalışmada anlatılan teknolojik çerçevesi, söz konusu kullanım alanlarının ekonomiye ve emek piyasasına mevcut ve olası etkilerinin neler olduğu hususunda ilerleyen bölümlerde verilecek bilgilerin, somut bir temele oturtulabilmesi amaçlanmıştır.

Son bölümde, Endüstri 4.0 bileşenlerinin hangi alanlarda uygulanmaya başlandığı, Türkiye'nin bu alanda ne aşamalarda olduğu ve söz konusu uygulamaların öncü ülkelerini yakalama hususunda Türkiye'nin neler yapabileceği incelenerek; tüm bunların Türkiye ekonomisine ve emek piyasasına ne gibi etkilerinin olduğu ve olabileceği sorularına cevaplanmaya çalışılmıştır.

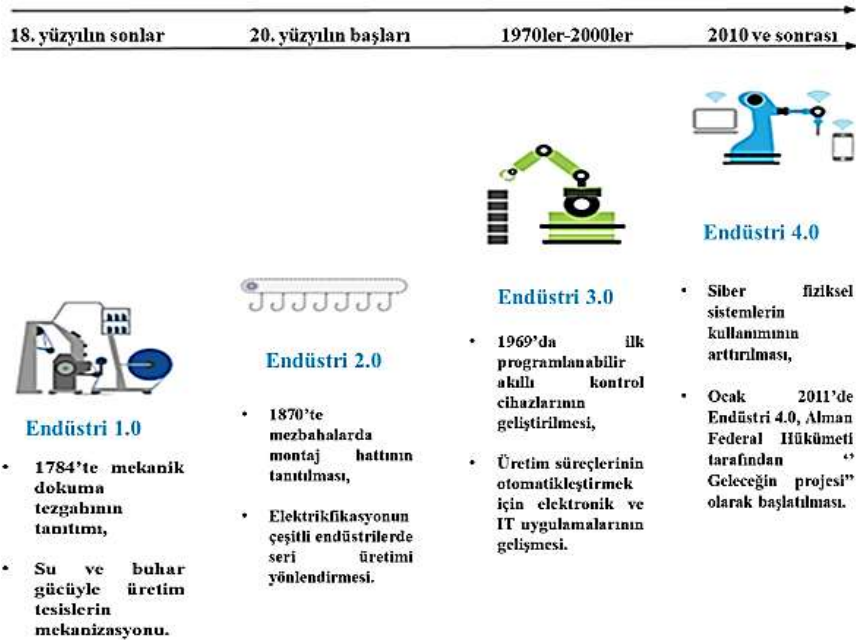
BİRİNCİ BÖLÜM

1. TARİHSEL SÜREÇ İÇERİSİNDE SANAYİ DEVRİMLERİ VE ENDÜSTRİ 4.0

1.1. Endüstri 4.0 Öncesi Genel durum

Toplumlar günümüz üretim kapasitesine ulaşabilmek için üretim süreci esnasında oluşturduğu ve şekillendirdiği üretim araçlarının; çalışma şekli, kullanım alanı, hızı, verimi ve daha birçok alanda ilerlemesini sağlamak amacıyla Sanayi Devrimleri adı altında üç süreçten geçmiştir. Her aşamada bir adım daha ileri giden insanoğlu, ilk Sanayi Devrimi ile el emeğini dokuma tezgahlarıyla buluşturmuş ve çoklu üretim aşamasına geçiş yapmıştır. Yaşanan bu süreçte buhar gücü ile çalışan makineler üretimi hızlandırmış olsa da emeğe olan talep azalmamıştır. İkinci Sanayi Devrimi ile üretim sürecine elektriğin eklenmesi ve Ford'un üretim sistemine kazandırdığı seri üretim bandı sonucunda bir sonraki aşamaya geçilmiştir. İşgücü talebinde meydana gelen değişimler sonucunda uzmanlaşma ve iş bölümü kavramı ortaya çıkmıştır. Tamamlanmış son aşama olan Üçüncü Sanayi Devrimi ile teknolojinin üretim sürecine katılması konusunda ulaşılabilecek son noktaya ulaşıldığı düşünülse de aslında günümüzde yaşanmakta olan sürecin, diğer bir adıyla Endüstri 4.0'ın, temeli atılmıştır.

Şekil 1: Endüstri Devrimlerinde Dönüm Noktası Niteliği Taşıyan Buluşlar



Kaynak: (Latinovic vd., 2016: 4).

Şekil 1’de sanayi devrimlerinin tarihsel sürecinde karşımıza çıkan buluşlar gösterilmektedir. Birinci Sanayi Devrimi ile imalathanelerin buhar gücü ile mekanikleşme süreci üretim tarihine damgasını vurmuştur. İkinci Sanayi Devriminde öne çıkan gelişme ise montaj hattı ile seri üretime geçiştir. Dördüncü Sanayi Devrimi’nin temellerini hazırlar nitelikteki Üçüncü Sanayi Devrimine adını yazdıran buluşlara baktığımızda ise bilgi iletişim teknolojileri sayesinde geliştirilen akıllı kontrol cihazı ve imalatta artık otomasyona giden süreç, belirleyici bir rol oynamaktadır. Son olarak Endüstri 4.0 ile de siber-fiziksel sistemler ve Nesnelerin İnterneti (IoT) uygulamalarıyla, sanayide “akıllı” bir çağa geçiş söz konusudur.

1.1.1. Otomatik Dokuma Tezgahının Toplum ile Yüzleşmesi: Endüstri 1.0

Sanayi Devrimi 1650-1870 yılları arasından İngiltere’de gerçekleşen, basit ifade ile imalat aşamasında ve yönetiminde meydana gelen değişimleri ifade etmektedir (Türkcan, 1981: 47–48). Bazı tarihçilere göre Sanayi Devriminin başlangıcı 18. yy ’dır. Bunun yanı sıra birçok yazara göre ise tarihte süreklilik vurgulanarak Sanayi Devriminin başlangıcı 16.yy’a kadar götürebileceği savunulmuştur. Buna bağlı olarak sanayileşmede ne şekilde ortaya çıktığı konusunda araştırmacılar ortak bir düşüncede uzlaşmış değildir. Sanayileşmede bazı araştırmacılara göre ticari ilişkilerin etkisi olduğu düşünülse de Weber, Sombart, Rostow ve Nef gibi araştırmacılar ise bu süreçte bilimsel gelişmenin önemini vurgulamaktadırlar (Bozkurt, 2014: 5-6).

Freyer, 20. yy. ortalarına kadar olan Sanayi Çağı’nı altı sanayi dalgası olarak belirlemektedir; dokuma sanayisi, demir-çelik dönemi, ulaştırma çağı, kimya çağı, elektrik sanayisi ve benzin motoru çağı (Freyer, 2018: 12):

- *Dokuma sanayisi:* İlk olarak 1775 yılında İngiltere’de başlamıştır. Bu dönemde dokuma sanayinin teknik alanındaki önemli icatları yapılmıştır. Dönemin önemli bir özelliği, bu icatlar bilim adamları tarafından yapılmamıştır. İcatlar zanaatkârlıktan yetişme teknisyenler ve meslekten olmayan kişilerce yapılmıştır. Örneğin mesleği rahiplik İngiliz Edward Cartwright mekanik dokuma tezgahını icat etmiştir.
- *Demir-çelik dönemi:* 1800 yıllarında başlamıştır. Bu dönemde büyük makine işletmesiyle demir çelik elde edilmiştir. Birçok alanda kullanılan demir-çelik bu aşamada büyük önem taşımaktadır. Organik maddelerden elde edilmiş birçok ürünün yerini almıştır. Ağaçtan yapılan direklerin yerine demir direkler, keten halat yerine çelik halatlar bunlara örnektir.
- *Ulaştırma çağı:* 1825 yılında başlamıştır.1820’li yıllarda George Stephenson lokomotif üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bu dönemde demir yolları döşenerek, ilk tren hareket etmiştir. Böylece hammaddeler dünyanın birçok noktasındaki sanayi merkezlerine ve kitlesel olarak üretilen ürünler diğer ülkelere taşınmıştır.
- *Kimya çağı:* 1850’li yıllara rastlayan bu dönem, kimya biliminin yeni sanayi alanlarının kurulmasının temel unsuru olmasıyla başlamaktadır. Böylece bilim yön verici bir etken

olarak ilk süreçte ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak ‘Yapay gübreleme yönteminin’ geliştirilmesi ile akıllı tarım doğmuştur.

- *Elektrik sanayisi:* Bu süreçte sanayiler kökünden değişmiştir. Elektrik buhar gücünün yerine geçmiştir. Aynı zamanda ulaştırma, elektrik yardımıyla yeni bir biçim almıştır. Elektrikli taşıma aracı olan tramvay bu dönemde kullanılmaya başlanmıştır.
- *Benzin motoru çağı:* Bu dalgayla birlikte ulaştırma alanında yeni bir çağ başlamıştır. İlk otomobil sergisi 1889 yılında Paris’te açılmıştır. 1894’te uluslararası boyutta ilk otomobil yarışı gerçekleştirilmiştir.

Rostow Sanayi Devriminin ortaya çıkışında daha önceki toplumlarda olmayan üç önemli özellik olduğunu iddia etmektedir. Birincisi devrimle insanların tabiatı anlayacağı ve ihtiyaçları doğrultusunda ustalıklı kullanabilecekleri inancı vardır. İkincisi, bu dönemdeki yeni bilim adamlarının sadece matematikçi değildir. Aynı zamanda araştırmacı ve deneyci niteliklere sahip olan bilim adamları alet yapanlarla ortak çalışmaktadır. Üçüncüsü ise bilim adamları, mucitler ve iş adamları aynı kulüplerde bir araya gelmektedir. Sonuç olarak dolaylı yoldan olsa da bilimin Sanayi Devrimi üzerindeki etkisi çok güçlüdür (Bozkurt, 2014: 6). 1712 yılında Thomas Newcomen atmosferik buhar makinesini icat etmiştir. Daha sonra bu makineleri kullanmakla görevli çocuk işçi Humphrey Potter, makine üzerinde düzenlemeler yapmıştır (Türkcan, 1981: 47–48). 1769 yılında James Watt daha verimli hale getirdiği buhar makinesi ile sanayileşme çağının başladığı savunulmuştur. Böylece Sanayi Devrimi süreci Buhar Çağı olarak da adlandırılmaktadır.

Sanayi Devrimi daha sonraları birçok ülkeye yayılsa da İngiltere de ortaya çıkmasının birçok nedeni vardır. İngiltere ordusu, kuvveti ve boyutuyla, güneş batmayan bir koloni krallığı inşa etmiştir. Böylece hammadde ve pazar sorununu ortadan kaldırmıştır. Oluşturulan pazar işleyişi, idarecilerce garanti altına alınmıştır. Buluşları belirleyen ve garanti altına alan ulusal bir patent mekanizması inşa edilmiştir. 18. yüzyıldan başlayarak, ekim-dikim alanlarının özel mülkiyete dönüştürülmesi hususunda muhtelif yasalar çıkarılmıştır. Ayrıca, İngiltere halkının maliyeye önem vermesi de önemli bir etkiye sahip olmuştur. Tabii buna, dönemin politik komplikasyonundan kendisini koruyan coğrafi faktörler de eklenmelidir (Merak, 2014). Sanayi Devrimi ile İngiltere’de üretimde birçok değişim meydana gelmiştir. Üretim aile üyelerinin basit aletlerle gerçekleştirildiği üretim alanlarından, makinelerin ağırlıkta olduğu fabrikalara kaymıştır. Bunu takiben ticaret ve ekonomi gibi birçok alanda gelişme sağlanmıştır. Böylece İngiltere 19. yy. ortalarına kadar diğer ülkelerden birçok alanda önde olmuştur. Bütün bunların sonucunda İngiltere Sanayi Devrimi’nde ‘Dünyanın Atölyesi’ olarak adlandırılmıştır. Bu süreçler devamında Belçika ve Fransa’da da yaşanmıştır. 19. yy. sonlarına doğru Almanya ve ABD’de sanayi devrimleri yaşanmıştır. 20. yy. başında ise Rusya ve Japonya daha sonra Çin ve Hindistan gibi ülkelerde Sanayi Devrimi’nin yansımaları görülmüştür (Günay, 2002: 5).

Sanayi devrimi ile birlikte sermayenin üretimde ve ekonomideki önemi artmış ve buna bağlı olarak gerçekleşen teknolojik gelişme temelde sermaye mallarının özelliklerinde değişme neden olmuştur (Türkcan, 1981: 47–48). Yeni teknolojilerle birlikte iş bölümü artışı yaşanmıştır. Böylece üretim ve verimlilik hızla artmıştır. Bu gelişmeler toplumun yapısında da önemli değişimlere neden olmuştur (Aktan ve Tunç, 1998: 4).

1.1.1.1. Birinci Sanayi Devriminin Toplumsal Yapıya Etkileri

Toplumlar sosyo-ekonomik gelişim açısından; ilkel toplumlardan ilk olarak tarım toplumuna, tarım toplumundan sanayi toplumuna daha sonra ise bilgi toplumuna geçiş yapmıştır. Son olarak günümüzde akıllı toplum süreci yaşanmaktadır. Sanayi toplumu, sanayi devrimi ve Fransız Devrimin sonucunda meydana gelmiştir (Aktan ve Tunç, 1998: 4).

Sanayi Devriminin ilk oluşturduğu toplumlara açıklayan toplumsal ilişkiler feodal ilişkilerdir. Diğer bir ifadeyle devrim öncesi batılı ülkelerin toplumsal koşulları feodalizmdir ve bu dönem Feodal dönem olarak adlandırılmaktadır (Sezer, 2018: 100). Feodal dönemde toplumda sınıf düzeni bulunmaktaydı. Aslında üç sınıf mevcuttu; serfler, lordlar ve köylüler. Diğerlerini ise askerler ve kilise mensupları teşkil ediyordu. Toprak malikanelere ayrılmıştı. Buralar, serflerin sürdüğü geniş araziler ve civar köylerden oluşmaktaydı. Malikanelerin sahipleri lordlardı. Arazinin bir kısmı lord için işlenmekteydi. Kalan kısımlara ise kiracılar gelmekteydi. Köylülerin çoğunluğu serflerden oluşmaktaydı. Serfler için öncelik, lordlarının gereksinimleri ve arazisiydi. Serfler lordların ve dini liderlerin ihtiyaçlarını karşılamaktaydı. Köylülerin var oluşunun, lordlar için olduğu inancı vardı. Her şey, önce lord için yapılmaktaydı ve serfler neredeyse karın tokluğuna çalışmaktaydı; bunun karşılığında lordlar, onları korumaktaydı. Serflerin çalışma şekli köleler gibi olsa da onlardan farklıydılar ve onlar gibi alınıp satılamazlardı. İşlenen toprak satıldığında, serf de onunla satılmaktaydı. Herhangi bir satış durumunda ailelerini yanlarına alabilirken, kölelerde aynı durum söz konusu değildi. Diğer bir ifadeyle köle, satılması durumunda ailesini de yanına götüremezdi. Köylüler üç sınıfa ayrılmaktaydı; serfler, lordun toprağının bir kısmını kiralayabilen serbest köylüler ve özgür insanlardan oluşmaktaydı (Huberman, 2015: 11-25).

Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesiyle birlikte değişen üretim şekilleri, ekonomik yapı ve ticari koşullar sonucunda toplumsal yapıda ve sınıflarda değişim meydana gelmiştir. Küçük üretim alanlarından büyük fabrika sistemlerine kayan üretim ile birlikte yeni bir sınıf niteliği olan 'işçi' sınıfı oluşmuştur. Sosyal düzen, radikal bir başkalaşım yaşamıştır. Endüstri, talep ettiği eforu, tarım ile uğraşan halkın kentlere gelişiyi sağlamıştır. Kas gücüne dayalı imalattan, makine temelli imalata geçilmiştir. Bu makinelerle sahip olmanın verdiği külfetle beraber, sermayeye dayalı sisteme geçilmiştir. Zanaatkarlar, fabrikalarda çalışan emekçi sınıfa dahil olmak zorunda kalmıştır. Bunlara ek olarak bu işgücü bünyesine katacak bir başka sınıf proletarya oluşmuştur (Yılmaz ve Aktaş, 2018: 50).

Devrimin gözle görülür etkilerinden birisi, sanayi kentleridir. Tarımda teknolojinin hâkim olması, halkı bu şehirlerde yaşamaya zorlamıştır (Günay, 2002: 7). Fabrikaların çevresinde kurulan yeni yerleşim yerleri, kentleşmeyi ve buna bağlı olarak çekirdek aile kavramını da beraberinde getirmiştir. Üretimin işleyiş tarzındaki değişim sadece ekonomiye ve çalışma hayatına değil, toplumların tüm sosyal ve idari yapılarına da dolaylı olarak değişim getirmiştir (Günay, 2002: 2).

Sanayileşme sonucunda oluşan genel düzen ile iş sahaları daha modern hale gelmiştir. Bu modernleşme, eski düzeni değiştirmesinin yanı sıra köhneleşmiş sosyal yaşam ve faaliyetlerin ortadan kaldırmıştır. Örneğin lonca sisteminin iş birliğini oluşturan usta-kalfa-çırak düzeninin ikamesi olarak, iş odaklı ve akılcı davranışların, değer gördüğü üretim ve yaşam şekline yansımaları görülmüştür (Erdem, 2005: 545-546).

1.1.1.2. Birinci Sanayi Devriminin Ekonomik Yapıya Etkileri

18. yy. ikinci yarısında itibaren sanayileşme büyük bir hızla gelişmektedir. Bu durum toplumların ekonomik, siyasal, sosyal ve kültürel yapılarında değişiklikler meydana getirmiştir. Bunlarla birlikte artık sanayileşme gelişmekte olan ülkeler açısından temel kalkınma politikası olmuştur (Aktan ve Tunç, 1998: 5).

Tarım alanındaki ilerlemeler, tarımdaki işgücünü minimuma indirgeyerek, nüfusu şehirlere kaydirmiştir (Gürsoy, 2011: 1). Nüfus artışının ekonomik gelişme ve sanayileşmeye genel olarak iki yönde etkisi bulunmaktadır: nüfus artışının, ucuz ve gerekli iş gücünü sağlaması bakımından sanayileşmeye olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Buna karşın nüfus artışı, milli gelir artış hızından büyükse sanayileşmeyi olumsuz etkilemektedir (Torun, 2003: 183). Sanayi Devrimi insanlık için dönüm noktalarından biri olarak kabul edilmiştir. Devrimle birlikte Batıda yaşam şekli köklü şekilde değişmiştir. Dünya tarihinde ilk defa nüfus artışı ile yaşam koşullarındaki artış aynı anda meydana gelmiştir. Böylece Sanayi Devrimi ekonomik büyümeyi sınırlamayan örnekler arasındadır (Güran, 1988 ‘den Aktaran Küçükkalay. 1997: 52).

Sanayi Devrimi ile artık ihtiyaç için üretimden ticaret ve kâr amaçlı yapılan üretime geçilmiştir. Değişim geçiren üretim alanları meydana gelmiştir. Yeni ticaret yollarının bulunması ile ticaret ve ekonomi gelişme göstermiştir. Bütün bunların artmasıyla ekonomik gelişme kontrol altına alınamayacak seviyeye gelmiştir. Bu nedenle iktisadi güçler rekabetle mücadele edebilmek ve faaliyetlerine devam edebilmeleri için birleşme kararı almışlardır. Küçük ev tipi üretim tezgâhları ve atölyeler artık büyük fabrikalar ve üretim alanları haline gelmiştir (Arslan, 2017: 5).

Diğer enerji kaynaklarına nazaran, kömürün büyük avantajları vardı. Kömürün arzında bir sınır söz konusu değildi, yani toplam kömür stoklarına kıyasla talep neredeyse yok sayılabilirdi. Hızla artan taleplere rağmen kömür fiyatlarında herhangi bir yükseliş görülmemiştir. Enerji

açısından, özütleme maliyetleri çok düşüktü ve üretim de çok etkiliydi. Ucuz enerjinin muazzam kullanılabilirliği, modern bir ekonomide elverişlidir. Aynı zamanda üretimi oldukça enerji ağırlıklı olan malzemelerin üretiminde artışa olanak sağlamıştır (Vries, 2008: 3).

Sanayileşmenin ilk olarak ortaya çıkabileceği daha geniş ekonomik ve toplumsal şartlar söz konusu olduğunda, sanayileşmeyi kapitalist piyasa ekonomisinin yükselişine bağlama konusunda bir eğilim görülmektedir. Hükümetin, halkı ağır bir şekilde vergilendirmesine ve çok büyük bir ulusal borcu olmasına rağmen, ülke içinde görünmez ele daha özgür faaliyet alanı verilebilirdi. Birçok yönden dış ekonomik ilişkilerinde İngiltere, 1840'ların sonlarına kadar gerçek bir merkantilist devleti gibi faaliyet göstermiştir. Gümrük vergisi politikaları, sömürgelerine ve yarı sömürgelerine ilişkin davranışları veya denizcilik yasalarının yalnızca 1849'da yürürlükten kaldırılmasıyla buna örnek teşkil etmektedir. Diğer sanayileşmiş ülkelerde, hükümetin sanayileşmeyi teşvik etmesi ve başlatmasındaki rolleri, bilakis, daha da büyüktür (Vries, 2008: 4).

Bu zamanlarda tekstil endüstrisi az gelişmiş ve üretim ilkel yollarla yapılıyor olsa dahi uluslararası ticarete en fazla gelir sağlayan endüstriydi. Bu nedenle tekstil endüstrisine yapılan yatırımlar arttırılmıştı. İngiltere Kralı VII. Henry ve toprak sahipleri bu durumun farkında olarak hareket etmişlerdir. Bu alanda gelir artışı sağlayabilmek ve uluslararası ticarete lider olabilmek adına birçok uygulama yapılmıştır. Kırsal alanda bulunan kamu topraklarını işleyen ve geçimini buradan sağlayan köylüler buralardan çıkarılmıştır ve bu topraklara el konulmuştur. Bu şekilde gerçekleşen toprak genişletmeler ile tekstil endüstrisinin ihtiyacı olan hammaddeyi sağlamak adına tarımsal faaliyetler arttırılmıştır (Görçün, 2017: 7).

Bu durumun sonucunda boşalan kırsal alanlar üretim ilişkilerinin değişmesine neden olmuştur. Daha sonra bu durumun farkına varan kral, çeşitli yasaklar içeren kanunlar oluştursa da bu toprakların boşalması giderek artmıştır. Buralardan ayrılan köylüler Manchester, Liverpool gibi büyük şehirlere göç etmiştir. Göçün hızla artması ile köylüler bu şehirlerdeki işsizlere kaynak oluşturmuştur. Bu ayak takımı, daha sonraki süreçlerde endüstrinin temel yapı taşı olan işçi sınıfını oluşturmuştur. Daha sonra ise bu sınıf toplumsal değişimlere liderlik eden bir başka sınıf haline gelecektir (Görçün, 2017: 8).

1.1.1.2.1. Üretime Etkeri

Sanayi Devrimi'ne kadar üretim yalnızca tarıma ve zanaata dayanmıştır. Tarımda da yalnızca insan ve hayvan gücüne dayanarak çalışmak mümkündü. Zanaatkarlar ise kulübe tipi atölyelerde çalışmaktaydı (Erdem, 2005: 544).

Orta Çağ'ın başlarında, toplumların yalnızca gerektiği kadar üretimde bulunabildikleri görülmektedir. İhtiyaçtan fazlasını oluşturmak üzere bir arz da mevcut değildir. Yalnızca

istenilenden belirli bir miktar daha fazla üretilebilmekteydi. Çoğunlukla ticaret küçük ölçekli ve takas usulüne göre yapılmıştır. Tacirlerin ticaretini kısıtlayan bazı faktörler mevcuttu. Öncelikle yollar iyi durumda değildi. Yolların durumuna aldırış etmeseler dahi, haydutlar önlerini kesip mallarına el koymaktaydı. Ayrıca her şey yolunda gitse dahi, toprakları üzerinden geçildiğinde lordlar toprakbasta parası almaktaydı. Bununla birlikte her bölgede geçerli olan paralar farklıydı. Tüm bu nedenlerden ötürü imal edilen malın belirli bir mesafeden ileriye nakli bir hayli zordu. Nakledildiğinde ise tüccar o alışverişten kazanç sağlayamayacak kadar harcamaya girmektedir (Huberman, 2015: 25).

Birinci Sanayi Devrimi başlangıcında insanlar ihtiyaç üretiminden, yoğun ticaret üretimine geçiş yapmıştır. Diğer bir deyişle ihtiyaç için üretilen ürünlerin yanında, ticaret amacıyla fazla ürün üretilmeye de başlanmıştır. Bunun sonucunda el ile üretimden, daha hızlı ve toplu olan bir üretim şekli uluslar için bir ihtiyaç haline gelmiş ve üretim dokuma tezgâhlarıyla buluşmuştur. Böylece toplumlar ilk sanayileşme anlamında devrimin temelini atmışlardır. Daha sonraki dönemlerde coğrafi keşiflerle birlikte başka ülkelerin de tekelinde olan ticaret yollarının alternatifi bulunmuştur. Bunlara bağlı olarak gelişen üretimle birlikte artan ticaret ile ülkelerin ekonomileri büyümeye başlamıştır.

Sanayi Devrimi'nde üretimin temel noktası olan makineler birçok teknik gelişmeler neticesinde oluşturulmuştur. İlk olarak dokuma tezgâhları geliştirilmiştir. Su ve buhar gücünün kullanıldığı mekanik dokuma tezgâhının bilinen yaygın ilk örneği, 1784 yılında icat edilmiştir. Fakat Mısırlı mühendis Heron, 1.yy'da ilk buhar makinesi olarak tabir edebileceğimiz buharlı tribünü icat etmiştir. Bu alet, bir küreye birbirinden farklı yönlere eğik olarak yerleştirilmiş iki borudan oluşmaktadır. Kürenin dönmesini sağlayan, sistemin içinde bulunan suyun kaynatılıp buharın borulardan çıkmasıydı (Külcü, 2016: 36). Bu ilkel örnekten endüstriyel anlamda ilk buhar gücünün kullanılmasına 18.yy'da geçilmiştir; İngiliz mühendis Thomas Savery, 1698 yılında, ticari anlamda alışverişi sağlanan ilk buhar makinesini icat etmiştir. Bu makinenin kullanım amacı, maden ocağındaki suyun boşaltılmasıydı. Makine, ihtiyacı olan su buharını sağlamak için çok yakıt harcamakta ve yüksek basınçla çalışmaktaydı. Bu durum, o zamanın teknolojisi ile güvenli değildi. Buhar makinelerinin öncüsü Savery'in makinesi verimli olmamasından dolayı çok kullanılmamıştır. Ancak sonraki makineler için bir temel olmuştur. Thomas Newcomen, 1712'de, yeni bir makine oluşturmuştur. Düşey bir pistonu olan makine bir kaldıraca bağlanmıştır, kaldıraçın diğer ucu da bir tulum baya bağlıdır. Piston, silindirin en üst noktasındayken içeri gönderilen soğuk su ile buhar yoğunlaştırılmakta; böylece atmosferik basınç, pistonu aşağı iterek suyun yükselmesini sağlamaktadır. Buharın tekrar pistonu dolmasıyla çevirim devam etmektedir. Savery makinesinden daha güvenli olsa da ihtiyaç duyulan verim sağlanamamış, yakıt tüketiminde değişiklik meydana gelmemiştir (Kırmızıgül, 2008: 4). Sanayi Devrimi'nin öncü endüstrilerinden tekstilde, John Kay adlı bir Britanyalının mucitliğini yaptığı "uçan mekik" ismi konulan cihaz, dokuma aygıtlarının süratini artırmıştır. 1733'te bulunan bu icat sonucu artan hız ile ipliğe olan talep artmıştır (Günay, 2002: 7). Gerçekleşen teknik gelişmeler neticesinde üretimin hızlanmasının yanında verimlilikte arttırılmıştır.

Sonuç olarak bu dönemde üretim, işgücünden makine gücüne geçiş yapmıştır. Zaman içerisinde çalışma şekli, kullandığı enerji ve ürettiği ürün sayısı bakımından birçok değişikliğe uğrayan makineler, son olarak buhar gücüyle işlevsellik kazanmış ve böylelikle üretim alanlarında büyük rol oynamışlardır.

1.1.1.2.2. İstihdama Etkileri

İş yaşamının tarihi ilerleyişi, insanın gelişimi ile aynı düzlemedir. Şirket ile kamu alanında çalışma, sanayi devrimi ile beraber anlam bulmuştur. Zira Endüstri 1.0'dan önce, insanların geneli parya, tutsak ya da serflerden meydana gelmiştir. Hürler, soylular, derebeyleri ya da lordlar bu tip işlerin dışında kalmıştır. İş hayatının tarihi gelişimi sanayi devriminden sonra belirmiştir (Samsun, 2017: 164-165). Sanayi devrimi ile beraber; emek, tarımdan sanayiye kaymıştır. Sonuç olarak, zanaatkârların niceliği artarken, tarım ile geçimini sağlayanlar kısmen azalmıştır (Erdem, 2005: 544).

Sanayi Devrimi'nin önemli özelliklerinden biri de üretimde büyük oranda artış ortaya çıkmış olmasıdır. Mekanik güçteki artışa bağlı olarak üretimde de artışlar yaşanmıştır. Nüfus artışı ile daha fazla tüketici ve bunun devamında daha fazla satıcı, daha büyük sermayeye sahip ve daha çok işçi istihdam eden büyük firmalar ortaya çıkmıştır (McNEIL, 1994'ten Aktaran Küçükkalay, 1997: 53). Ev tipi üretim alanlarında yapılan üretim, kimi zaman sadece gün ışığı olduğu zamanlarda, kimi zaman mevsimlik olarak yapılmıştır. Fakat Sanayi Devrimi ile oluşturulan fabrikalarda üretilen ürünlere talep fazla ve fabrika sahiplerinin kazanç sağlama arzusu yüksek olmuştur. Böylece çalışma koşullarında gerçekleştirilen düzenlemelere daha uzun süre üretim yapılmıştır. Fabrika aydınlatmaları ve enerji kaynağı olarak buharın kullanılması fabrikaların sadece ekonomik krizler dışında üretimin durdurulmamasına olanak sağlamıştır. Böylece vardiyalı olarak çalışacak birçok işçiye ihtiyaç duyulmuştur. Bunun sonucunda kadınlar ve çocuklar istihdama katılmıştır. Diğer işgücü gibi çocuklarda gece veya gündüz 12-16 saat arasında çalıştırılmıştır (Deane, 2000: 128). Bu dönemde çocukları fabrikalardan uzaklaştıracak görünürde birçok düzenleme yapılmış olsa da fiziki yapıları ve dar alanlarda rahat hareket etme kabiliyetleri nedeniyle istihdamda yer almıştır. Üretim alanı sahipleri için çocuk işçi çalıştırmanın bir diğer avantajı ise daha düşük ücretle çalışarak üretim maliyetlerinin azalmasını sağlamalarıydı. Ev tipi üretim sisteminde gün/hafta içinde çalışma zamanlarını gerektiğinde haftanın ilk günleri yoğun çalışarak işin büyük bir kısmını bitirip, kalan günlerde de günde sadece birkaç saat çalışacak şekilde kendileri belirleyebilen işçiler, Birinci Sanayi Devrimiyle birlikte belli bir tempoyla düzenli çalışma saatlerine adapte olmayı öğrenmiştir.

Sanayileşme sonucunda kentlerin büyümesiyle birçok merkez ortaya çıkmıştır. Kalabalık yerleşim yerlerinde yaşam kalitesi düşüktü. Elektrikle aydınlanma henüz yoktu ve çarpık yapılaşma sonucu sıkışık evler mevcuttu. Temiz içme suyu ve kanalizasyon sistemi bulunmamaktaydı. Manchester'da 1840'larda, 212 kişiye tek tuvalet düşmekteydi. Bunların sonucunda bulaşıcı

hastalıklar baş göstermiş ve hızla yayılmaya başlamıştır. Bütün bunlara ilave olarak, işçilerin günlük çalışma süresi 16 saati buluyordu (Günay, 2002: 9). Bütün bunlarla birlikte üretim alanı sahipleri daha fazla kar elde etme isteğiyle, maliyet azaltıcı politikalar uygulamalarına yöneltmiştir. Bu uygulamaları ilk olarak işçi sınıfı üzerinde yaparak, cinsiyet farkı ve yaş farkı gözetmeksizin ve az ücretle ağır koşullarda çalıştırmışlardır (Samsun, 2017: 167).

Makinelerin yaygınlaşması ile işinden olan ve düşük ücrete razı gelen zanaatkarlar, bir süre sonra bu duruma karşı çıkmaya başlamıştı. 18. yy 'da adını tezgâhlarının kırılmasına liderlik eden Ned Ludd'dan alan Luddit hareketi başlamıştır. Bu hareket 1811'de İngiltere'nin Nottingham bölgesinde dokuma işkolunda baş göstermiş ve diğer endüstri alanlarına yayılmıştır. Bu hareket sert biçimde şiddet kullanılarak bastırılmış ve liderlerin birçoğu idam edilmiştir İşçilerin direniş göstermesi ve bütün bu olumsuz durumlara karşı mücadele etmesi sonucunda 19.yy'da yasalarda yenilikler gerçekleştirilmiştir (Günay, 2002: 7-9).

1.1.2. Seri Üretime Geçiş: Endüstri 2.0

Bir önceki Sanayi Devrimi ile benzer noktalarının çok olmasıyla birlikte 20 yy. içerisinde İkinci Sanayi Devrimi ortaya çıkmaya başlamıştır. 1870'lerden sonrasını kapsayan İkinci Sanayi Devrimi bazı araştırmacılara göre 1914'te sonlanmaktadır (Arslan, 2017: 6). Farklılıklarından biri, birinci Sanayi Devrimi gibi etkilediği ülke İngiltere değil Amerika olmasıdır. Diğer bir farklılığı ise kullanılmamış doğal ve yapay kaynaklardan faydalanılması olmuştur (Kahyaoğlu, 2009). Bu dönemin öne çıkan ham maddeleri çelik, petrol ve elektriktir. Endüstri 2.0 ile değişen enerji kaynaklarıyla birlikte üretim süreçlerinde de değişiklik meydana gelmiştir (Arslan, 2017: 6).

20. yüzyılın başlarında ortaya çıkan İkinci Sanayi Devriminin, itici güçlerinden biri elektrik gücü ile seri üretim kapasitesinin artmasıdır (Özdoğan, 2018: 6). Diğerleri ise petrol ile içten yanmalı motorların kullanımı olmuştur. Yine bu döneme denk gelen Henry Ford'un otomotiv sektöründeki seri üretim bandı ve üretim alanlarının elektrikle çalışan sistemlere dönüşümü de sanayileşmeyi hızla geliştirmiştir. Birinci Sanayi Devriminde hâkim olan demirin yerine çelik üretiminin gelişmesi, demir yolu taşımacılığını ve ticareti hızlandırırken; ucuz gazete kâğıdı, radyo, telefon gibi diğer yeni ürünler de haberleşme ve iletişimi şekillendirmiştir (Siemens, 2016: 6). Ham çelik üretiminin maliyetinin azalmasının bir sonucu olarak makineleşmenin ve seri üretimin önünün açılmasıyla, halkın her alanda (lüks tüketim ürünleri de dahil olmak üzere) alım gücü artmıştır (Sak, 2014). Bütün bunların sonucunda bu dönemin önde gelen üreticilerinden Ford tarafından geliştirilen ve ikinci Sanayi Devriminin oluşmasında rol oynayan montaj hattı ile Fordist kitle üretimi ortaya çıkmıştır.

İkinci Sanayi Devrimi sürecinin bir diğer adı Elektrik Çağı'dır. İş sahaları ile şehirlerde elektrik 1882 senesinde, Edison'dan itibaren kullanılmaya başlamıştır. Devrim, hızla Avrupa'ya ve

Japonya'ya uzanmıştır. Birinci Sanayi Devriminde basit mekanik aletler ön plandayken İkinci Sanayi Devriminde mucitlerin fizik ve kimya dallarındaki buluşlarının teknolojiye yansıtılması ön plandadır (Çevik, 2017).

1.1.2.1. İkinci Sanayi Devriminin Toplumsal Yapıya Etkileri

İkinci Sanayi Devrimi sürecinde ortaya çıkan birçok gelişme sonucunda kentler hızla büyümeye başlamıştır. Bu durum aile yapısında değişimlere neden olmuştur. Aynı zamanda ailelerin iş ve ev yapıları farklılaşmaya başlamıştır (Taş, 2018: 1821). Kurulan dev fabrikalar toplumun merkezi haline gelmiştir. Fabrikaların bulunduğu yerlerde eğitim sistemi de fabrikanın ihtiyaç duyduğu işçi modeline göre düzenlenmiştir. Okullarda çocukların fabrika yaşamına ayak uyduracak şekilde hazırlanmaları hedeflenmiştir (Bozkurt, 2014: 17)

Bilimde meydana gelen gelişmeler ile teknolojide ortaya çıkan değişimler sonucunda toplumsal yapı da biçim ve içerik olarak değişime uğramıştır. Birinci Sanayi Devrimi sonunda telgrafın İcat edilmesiyle iletişim sektörü ortaya çıkmıştır. İkinci Sanayi Devrimi'nin başlarında telefonun kullanımı ile birlikte iletişimde teknik yöntemlere geçmiştir. Böylece yerel ve genel operatörler ortaya çıkmıştır (Arslan, 2017: 6).

Bu dönemde gerçekleşen yeni teknolojik gelişmelerle dünya biraz daha küçülmüştür. Sınırlar ortadan kalkmaya başlamıştır. Fikirler dünyaya yayılmıştır. Böylece küreselleşme hızlanmıştır. İlk Sanayi Devriminden farklı olarak İkinci Sanayi Devrimi yalnızca üretim faktörleri, miktarları veya çeşitlerini aynı zamanda insanların hayatını ve toplum yapılarını da etkilemiştir. Bu nedenle İkinci Sanayi Devrimi tüm dünyanın hayatına dokunan ilk sanayi devrimidir (Özdoğan, 2017: 6-7).

1.1.2.2. İkinci Sanayi Devrimin Ekonomik Yapıya Etkileri

İkinci Sanayi Devriminin başlangıcı olarak 1870 yılı esas alınmaktadır (Arslan, 2017: 6). Fakat İkinci Sanayi Devriminin sonu ile ilgili literatürde farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılara göre İkinci Sanayi Devrimi 1870-1914 yılları arası dönemi kapsarken, bazı araştırmacılar ise İkinci Sanayi Devriminin 1950'li yıllara kadar devam ettiğini ileri sürmektedir. Seri üretime geçişin temel alındığı İkinci Sanayi Devriminin ekonomik etkileri de olmuştur. İkinci Sanayi Devrimin kapsadığı yıllarda istikrarlı ve aynı doğrultuda devam eden bir süreç olmamıştır. Bu süreçte savaşlar, siyasi konjonktürler ve krizlerin yaşanmasıyla zaman zaman duraklamalar görülürken, uygun koşullar oluştuğunda ise gelişme devam etmiştir (Görçün, 2017: 51). Bu devrimin ekonomik etkileri incelenirken Birinci Dünya Savaşı, dünya çapında ekonomik anlamda çok büyük etkileri olan Büyük Buhran ve son olarak İkinci Dünya Savaşı temel dönüm noktaları olarak alınmaktadır.

Bu dönemde benimsenen Fordist ve Taylorist yaklaşımlar üretim faktörlerinden biri olan emeğin ucuzlamasına neden olmuştur. Emeğin ucuzlaması birçok problemi ortaya çıkarmıştır. İnsanların alım güçlerindeki düşüşler kapitalizmin temel problemi olan krizlerin oluşmasına zemin hazırlamıştır. Ölçek ekonomileri ile üretimde sürekli artışın yaşanması can sıkıcı bir boyuta ulaşmıştır. Bu dönemde ekonomik problemlerdeki artış ve sosyal huzursuzluğa milliyetçilik akımı eklenince global boyutta bir savaşın yaşanacağı sinyalleri alınmaya başlanmıştır. Rekabetin boyutu işletmeler arasından uluslararası alana genişlemiştir. Dolayısıyla 1914 yılında savaş başlamıştır. Yaşanan bu savaşın İkinci Sanayi Devrimi'ne çok büyük etkileri olmamıştır ve bir kesinti yaşanmamıştır. Bunda en önemli etken endüstrilerin teknolojilerini ve birikimlerini savaş sanayisine aktarmaları olmuştur. Savaş nedeniyle oluşan devasa talep endüstriler için büyük karları beraberinde getirmiştir. Buna bağlı olarak endüstriler savaş endüstriyel bir aktivite olarak görmüşlerdir (Görçün, 2017: 64-65).

İkinci Sanayi Devrimi sosyal ve ekonomik alanda birçok etki yaratmıştır. İkinci Sanayi Devriminde ekonomik faaliyetler artarak devam etmiştir. 20. yy'a doğru tarihteki ekonomik büyüme en yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Bu süreci başarıyla uygulayabilen ve gelişme gösteren ülkelerde ciddi boyutlarda refah artışları yaşanmıştır. Yaşam standartlarındaki artış sadece maddi boyutlarda yaşanmamıştır. Ayrıca ulaşım, sağlık ve insan temel alan sektörler ve hizmetlerde iyileşmeler yaşanmıştır (Özdoğan, 2018: 8). Sanayi Devrimi'ndeki gelişim ekonomilerin de önemli boyutlarda büyümesini sağlamıştır. 20. yy'ın başında endüstriyel üretimde en büyük pay %24 ile Birleşik Krallık'a aitti. Bu oranı %19 ile ABD, %13 ile Almanya, %9 ile Rusya ve %9 ile Fransa takip etmiştir. Avrupa %62'lik bir pay ile Sanayi Devrimi öncü role sahip olmuştur. 1913 yılında ABD'deki üretim dünya üretiminin 1/3'üne sahipti (Engelman'den aktaran Özdoğan, 2018: 10).

1929 yılında ABD'de başlayıp diğer ülkelere yayılan Büyük Burhan'ın yaşamın her alanında birçok olumsuz etkisi olmuştur (Işık ve Duman, 2012: 74). 1929 Büyük Buhranı İkinci Sanayi Devriminin kesintiye uğramasına neden olmuştur. Endüstrilerin satılamamış devasa boyutlardaki ürün envanterleri aniden çökmelerine zemin hazırlamıştır. Tedarik, üretim ve tüketim arasındaki dengenin tamamen bozulması bu dönemin en temel özelliğidir. İkinci Sanayi Devrimi'nde yaşanan ve küresel boyutta etkileri olan bir başka gelişme İkinci Dünya Savaşı kriz döneminin yarattığı durgunluk ve çöküşün ardından endüstrilerin canlanmasına neden olmuştur. Savaş döneminde endüstriler değişime giderek savaş endüstrisi haline gelmiş ve askeri materyalleri üretmeye başlamıştır. Böylece belli bir aradan sonra makineler yeniden çalışmaya başlayarak üretim bantları hareket etmiştir. Bu dönemdeki en önemli gelişme üretim bantlarında makineleri kullanılan enerjiyi üretmede fosil yakıtlarının yerine elektrik kullanılması olmuştur (Görçün, 2017: 74-76).

1.1.2.2.1. Üretime Etkleri

Birinci Sanayi Devrimi ve İkinci Sanayi Devrimini pratikte birbirinden ayıran önemli faktörler bulunmaktadır. Biri üretim kapasiteleridir bir diğeri ise bu üretim kapasitelerini arttırılmasını sağlayan yeni makinelerdir (Özdoğan, 2018: 6). Bu dönemin önemli özelliklerinden biri elektrik teknolojisinin geliştirilmesi ile üretim bantlarının kullanılmasıdır. Buhar gücüne kıyasla daha güçlü olan bu teknoloji, üretimde kullanılan makinelerin gelişmesini sağlamıştır. Böylece üretimde yüksek oranda artış kaydedilmiştir (Altay, 2016: 4). İkinci Sanayi Devriminin başlamasında Ford Motor şirketinin üretim alanlarında oluşturulan elektrik sistemleri daha fazla etkili olmuştur (Özkan vd., 2018: 6). Üretim alanlarında elektriğin kullanılması ve elektrik enerjisinin montaj hatlarını çalıştırmasıyla hem üretim biçimi hem de maliyetler tamamen değişmiştir (Dikkaya vd., 2018: 861).

Henry Ford, seri üretimin öncüsü olarak kabul edilmekte, ancak katkıları ürün platformlaması ve toplu kişiselleştirme için değerli dersler sunarak bunun ötesine geçmektedir. Üretime ilişkin olarak, Ford'un projesinin gücü, silah üretiminde (yarım yüzyıl boyunca) kullanılan seri üretimi ve et paketleme endüstrisindeki montaj hatlarını otomotiv endüstrisine benimsetmesidir. Ford titiz prensiplerle bu yöntemi ve bunun limitlerini geliştirmiştir (Alizon vd., 2009: 588-589). Böylece Ford ve mühendisleri Model T platformu adı verilen bir üretim sistemi ortaya çıkarmıştır. Montaj hattı 150 adım uzunluğunda vinç ve zincirlerden oluşturulmuştur. Hattın tamamında 140 işçi çalışmaktadır. İşçiler belirli noktalar sabit veya kısıtlı hareket halindeyken, zincir aracılığıyla bulunduğu noktaya gelen araçların montajını yapmıştır. Böylece daha önce 12 saatten uzun süre yapılan montajlama artık 3 saatten bile daha az sürede gerçekleştirilmiştir (Ford Motor Company, 2013; Bilgin, 2018'den Aktaran Dikkaya vd., 2018: 862). Böylece üründen fazla üretilip, üretim süresinin kısalmasının yanında maliyetler de azalmıştır. Ford Motor şirketinin üretim alanlarındaki otomobil üretiminde uygulamış olduğu bu sistem, üretim ölçeğinin arttırılabilmesini sağlamesini sağlamıştır. Bununla birlikte şirketin hem maliyetleri hem de fiyatları düşmüştür. Model T aracının fiyatı bütün bu gelişmeler sonucunda 1908'd e 850 dolar iken, 1913'te 600 dolara daha sonra 1916 yılında ise 360 dolara düşmüştür (Dikkaya vd., 2018: 862).

Ford bu montaj hattı ile hedeflenen kaliteyi koruyarak üretim hızının sınırlarını zorlamıştır. Model T'lerin tümü, her bir ürünün maliyetini azaltmak için; modüllerin, bileşenlerin, üretim işlemlerinin ve/veya hizmetlerinin paylaşımını destekleyen ortak bir platforma dayanmaktadır. Böylece Ford otomobillerinin %100'ünü kendi fabrikasında üreterek, üretimi tamamen kontrol etme hedefine ulaşmıştır (Alizon vd., 2009: 590-593). Ayrıca üründen fazla üretilip, maliyetlerin azaltılmasının yanında üretim süresi de kısalmıştır.

Taylor'ın sunduğu düşüncelere o devirde ilgi görmüş, önemsenmiş ve pratiğe dönüştürülmüştür. Taylor'ın ifade ettiği üzere, çalışanların işlerini geciktirmeden icra etmeleri için

gereken ortamlar oluşturulmalı ve imalat insani nedenlerden dolayı kesintiye uğramamalıdır. Bu anlayışa geçen fabrikalarda çalışanlar ise aletlerin eklentisi durumuna gelmiş ve bütünüyle pasifleşmişlerdir (Erdem, 2005: 544). Henry Ford, farklı yanları olsa da Taylor'un görüşlerini temel alan, Fordist üretim şeklini fabrikalarında uygulamaya başlamıştır.

Fakat Ford'un, Taylor'dan farkı vizyonudur. Ford'a göre, kitle üretimi kitlesel tüketimi ortaya çıkaracak ve işgücünün kullanımı için yeni bir sistem oluşturacaktır. Böylece bu üretimin, emek yönetimi ve kontrolü için yeni politikalar kısaca, yeni bir rasyonel, modernist, popülist demokratik toplumun meydana geleceğini öngörmüştür (Harvey, 1991: 126-129).

Fordist üretim şeklinin belli başlı özellikleri şöyle sıralanabilir (Saklı, 2013: 111):

- *Kitlesel Üretim ve Tüketim*: Üretim belli kesim için değil toplumun tamamı için gerçekleştirilmektedir
- *Ürünlerde Yüksek Standartlaşma*: Kitlesel üretimin gerçekleşmesi için standartlaşma zorunludur.
- *Esnek olmayan üretim süreci*: Üretim alanı standart bir malın kitlesel olarak üretilmesine uygun olarak oluşturulduğundan, ürünün özelliklerinde kolayca değişim yapmak için müsait değildir.
- *Üretimde yeni teknoloji kullanımı*: Belirli işler için işgücü yerine makine kullanılabilir. İşgücü ve teknoloji birleşimi bir üretim sürecinde verimliliğin artırılacağı öngörülmektedir.
- *Rutin işler için az vasıflı işçi kullanımı*: Seri üretim hattında, standart olarak üretilen ürünün bazı noktalarında çalışacak ve ikamesi kolay olan işgücü tercih edilecektir.
- *Bir yaşam tarzı düzenleme biçimidir*: Topluma gelir elde etme daha sonra bu geliri nasıl harcayacaklarını öğretmek yaşam biçimlerini doğrudan etkileme çabasıdır.

1.1.2.2.2. İstihdama Etkileri

Fordist üretim şeklinin hâkim olduğu üretim alanlarında; çalışanlar, endüstrinin gelişmesiyle imalata fikri olarak yarar sağlamadan, sorumlulukları dahilinde işlerini yapmıştır. Çünkü gelişen çalışma ortamı ve farklı meslek dallarının çoğalması, çalışanların yalnızca tek işte uzmanlaşma ihtiyacını doğurmuştur. Bununla beraber, daha kolay olan görevlerle kalifiye olmayan çalışanlar, dönemsel eğitimlerle sorumluluklarına ilişkin özelliklere adapte olmuştur. Fordist üretim sistemi ismiyle bilinen bu yöntemle, işin örgütlenmesi ve çalışanların uzmanlaşması sağlanmıştır (Yılmaz ve Aktaş, 2018: 51).

Bu döneme kadar üretimin her aşamasında yer alan işgücünün yeri, iş bölümü ile sınırlanmaya başlamıştır. İşçiler fabrikalarda bir ürünün bütün aşamasına hakimken, seri üretim

bandı ile artık sadece işin tek bir bölüm üzerine uzmanlaşmıştır. Charlie Chaplin, Modern Zamanlar filminde emeğin geldiği durumu ele almış ve eleştirmiştir. Chaplin işçilerin artık makinelerin bir parçası olduğunu, emeğin bütün üretim aşmasına hâkim olduğu durumdan sadece üretimin bir parçası pozisyonuna geçtiği, bir diğer deyişle makinelerle aynı konuma geldiğini göstermiştir (Siemens, 2016: 6).

Sanayileşme periyodu, makineleşmeye kayma neticesinde, seri imalatın mevcut olduğu endüstri 2.0 aracılığıyla sürmüştür. Yeni dönemde, ürünlerin denetim fonksiyonları işgücünden çekilerek, makinelere aktarılmıştır (Erol, 2002: 138). Fordist üretimle birlikte vasıfsız işgücüne olan talebin artması tecrübeli ve tecrübesiz işçi arasındaki farkı azaltmıştır. Artık işgücü de ürünler gibi standartlaşmaktadır (Öztuna, 2017: 30). Önceleri işgücü, üretimde bireysel ve duygusal olarak yer alabiliyorlardı fakat artık üretim emekçinin ruhuyla veya yetenek ve becerileriyle ilgili değildi. Böylece çalışanlar negatifleşip, keyifsizlenmekteydiler. Neticede işçi, sadece sorumluluklarının haricinde yalnız kalma hissini tatmaktadır. İşçi sorumluluklarından uzak olduğu durumlarda rahat olduğu gözlemlenmiştir. Fakat işyerinde ise tersi bir durum yaşandığı için negatifleşmektedir (Marx, 2000'den aktaran Samsun, 2017: 168).

Marx'a göre;

“İlkin, emeğin işçinin dışında olması, yani onun özüne ilişkin olmaması, demek ki emeğin de işçinin kendini olumsuzlaştırıp yadsıması, mutlu olması değil mutsuz olması gerçeğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak işçi ancak çalışmanın dışında kendi kendisinin yanında olma duygusuna sahiptir ve çalışmada kendini kendi dışında duyar. Çalışmadığı zaman kendi evinde gibidir ve çalıştığı zaman da kendini kendi evinde duymaz. Öyleyse çalışması istemli değil ama istemsizdir, zorlama çalışmadır.” Kapitalist egemenlik dünyaya yayıldıkça, bu yabancılaşma da toplumda yayılmakta ve toplumun eski biçimine ait tüm kalıpları yıkmaktadır. Yabancılaşmayı yaratan her şeyden önce, işçiyi ücretli olmaya zorlayan çalışma araçlarından yoksunluğudur. Bu durum hem işgücünün kendisine hem de emek süreci sonunda yaratılan ürünü işçiye yabancı kılar. “Bu noktada çalışma etkinliği artık insanın kendi yaratımından çıkarak, yaşamın devam için zorunlu, katlanılması gereken bir etkinlik haline getirilmiştir. Bu sürecin sonucu, insanı insan yapan özelliklerden soyutlayarak hayvansal özelliklere indirgemesidir. Artık insan, insan olmaktan çıkar.” (Marx, 1999'dan aktaran Samsun, 2017: 168-169).

Kapitalist üretim sisteminin yarattığı ilk şey yabancılaşmadır. İşgücü üretim aşamasında yer aldığı ürüne yabancılaşmıştır. Böyle emek artık üretimde önemli nokta olmaktan çıkıp beşerî bir nesneye dönüşmüştür. Diğer yandan Marx yalnızca işgücünün değil çalışmanın da farklı bir duruma dönüştürüldüğü konusuna dikkat çekmiştir (Marx, 1999'dan aktaran Samsun, 2017: 168-169).

1.1.3. Üretimde Dijital Çağ: Endüstri 3.0

20. yy'ın ilk yarısında, iki büyük dünya savaşı gerçekleşmiş ve ülkelerin sınırları değişmiştir. Böylece sanayileşme ve teknolojik gelişmeler diğer dönemlere kıyasla daha yavaş gerçekleşmiştir. Bu dönemde birçok ülkede savaşların yıkıcı etkisi olan ekonomik krizler meydana gelmiştir. Bu

nedenle krizlerin etkisinin azalması ve İkinci Dünya Savaşının bitmesiyle 1950'lerde sanayi yeniden gelişme göstermiştir. Böylece Üçüncü Sanayi Devriminin temelleri atılmıştır (EBSO, 2017: 3).

Üçüncü Sanayi Devrimi, nükleer güç ile elektronik sanayinin kullanımıyla ortaya çıkmıştır. Bu süreçte Bilgi Teknolojileri (IT) diğer sanayi devrimlerinden farklı bir dönemin oluşmasına neden olmuştur. Bilgisayar ve elektronik endüstri bu sanayi hareketlerinin kapsamına girmektedir. Bu nedenle Üçüncü Sanayi Devrimi dönemi Dijital Çağ olarak da adlandırılmaktadır (Günay, 2002: 7). Bu süreçte üretim, ekonomi, sosyal ve ekonomi gibi birçok alana etki eden unsurlar enformasyon teknolojileri ve internettir.

Elektriğin seri üretim alanlarında kullanılması ve üretim hattının geliştirilmesi Üçüncü Sanayi Devriminin başlamasına neden olan faktörler olmuştur. Üretim süreçlerinin otomatikleşmesi ile birlikte tedarik zinciri içerisinde otomasyonun gerçekleşmesi, bu dönemin en önemli özellikleridir. Üçüncü Sanayi Devrimi böylece, üretimde mekanik ve elektronik teknolojilerin yerlerini dijital teknolojinin almasına neden olan programlanabilir makinelerin kullanılmasıyla meydana gelmiştir denilmektedir. Bu devrimin, ilk iki sanayi devrimine göre nitelik açısından farklı olarak görülmesinin nedeni, temel bileşenlerinin; bilgi işlem uygulamaları, internetin daha fazla alanda kullanılması ile meydana gelen iletişim teknikleri ve bunların ortak gerçekleştirme aracı olan mikro-elektroniktir. Bu bir dijital devrim çağıdır (Çeliktaş vd., 2015).

Üçüncü Sanayi Devriminde gelişmelerin en yoğun olduğu dönem 1960'ların sonlarından 2000'lere kadar olan süreçtir. Bu dönemde insanlık aya ayak basmak gibi çığır açan ilerlemeler kat etmiştir. Aynı zamanda mobil telefonların icadı da bu dönemde gerçekleşmiştir. Daha sonraları bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin bir alette buluşması (akıllı telefon), internetin keşfi gibi gelişmeler Üçüncü Sanayi Devrimine ivme kazandırmıştır (EBSO, 2017: 3).

1.1.3.1. Üçüncü Sanayi Devriminin Toplumsal Yapıya Etkileri

Teknolojideki gelişmeler, içinde buldukları toplumların yapısını da değiştirmektedir. Aynı zamanda bilgi toplumunun gelişmesinde bu toplumun bilgi ve iletişim teknolojileriyle olan etkileşiminin neden olduğu varsayılmaktadır (Yeşilorman ve Koç, 2014: 117-118). Üçüncü Sanayi Devrimi ile birlikte teknolojiye meydana gelen gelişmelerle toplumsal yapıda değişimlere de neden olmuştur. Bu devrim ile sanayi toplumundan bilgi topluma geçiş yaşanmıştır (Fidan, 2003: 3).

Sanayi toplumlarının ortaya çıkmasına neden olan önemli faktörler buhar makine ve elektriktir. Bilgi toplumunda ise bu faktörler bilgi ve iletişim teknolojisidir. Bilgi toplumu, 1950-1960 yılları arasında ABD, Japonya ve Batı Avrupa ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde, bilgi teknolojilerinin gelişmesi ve kullanımının zamanla artmasıyla ortaya çıkmıştır. Bilgi toplumunun önemli bir özelliği, bilgi ve iletişim teknolojilerinin birçok alanda kullanılmasıdır. Bunlar tarım,

sanayi ve hizmet sektörünün yanısıra eğitim, sağlık vb. birçok alanı kapsamaktadır. Bunun sonucunda bilgi toplumundaki gelişmeler kısa zamanda üretim ve verimlilik artışını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca bu gelişmeler yeni teknolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel değişimleri de desteklemektedir. Bu gelişmeler kısa sürede diğer ülkeleri de etkilemiştir. Böylece uluslararası düzeyde ekonomik, siyasal, sosyal ve kültürel alanlarda bütünleşmeyi ortaya çıkarmıştır (Aktan ve Tunç, 1998: 6-7).

Bilgi toplumu bilginin kullanımının geniş alanlara yayıldığı veya bilgiye ulaşmanın kolay olduğu toplumdur. Sanayi toplumunun temel amacı maddi değerler üretmektir. Bilgi toplumunda ise toplumun temel amacı bilgiyi üretmektedir (Fidan, 2003: 3).

Üretim alanlarında bilgisayar, iletişim ve ulaşım teknolojilerinden yararlanılması, günlük hayatta daha küçük ve pratik teknoloji ürünlerinin de kullanılmasını sağlamıştır. Bunun sonucunda makineler artık üretim alanlarından çıkıp günlük hayata hâkim olmaya başlamıştır. Böylece günlük işlerde dahi kas gücüne olan gereksinim azalmıştır (Taş, 2018: 1822). Teknolojinin ucuzlaması ve geniş alanlara yayılması kitle tüketimini ve kitle haberleşmesinin çözülüşüne neden olurken, bir yandan da bireyin konumunu güçlendirmiştir (Bozkurt, 2014: 173).

Oluşan bu yeni toplumda, teorideki bilgiyi uygulama aşamasında, piyasadaki mal ve ürünlere doğru ve başarılı şekilde dönüştürebilenler ile ARGE faaliyetlerine daha fazla yatırım yapan şirketler ya da toplumlar başarılı olacaktır (Bozkurt, 2014: 174).

1.1.3.2. Üçüncü Sanayi Devriminin Ekonomik Yapıya Etkisi

Ulaşım sektörüyle beraber globalleşen ticaret ile her mal ve hizmette olduğu gibi, enerjinin de taşınması mümkün kılınmıştır. Ulaşım ile mal ve hizmet dağıtımının kolaylaşması ise enerjide arzı yükseltmiştir. Fakat İkinci Sanayi Devrimi sürecinde en çok kullanılan enerji kaynaklarından olan petrol rezervlerinin tükeneceği öngörülerıyla, artık yenilebilir enerji kaynakları arayışına girilmiştir. Bu doğayla barışık enerji kaynağı arayışı ile bilgi teknolojilerinin gelişimi, seri üretimde elektrik gücünden faydalanılması ve üretim hattının geliştirilmesi ile birlikte, Üçüncü Sanayi Devriminin en büyük itici güçleri olmuşlardır.

1968’de yeni üretilen komutlandırılabilen makineler, söz konusu endüstri devriminin temelini atmışlardır. Artık imalatta post-fordizm kendini göstermektedir. Komutlandırılabilen makineler ilerleyerek robotlaşırken, lider şirketler ile devletler, farklılaşan müşteri taleplerini karşılayabilecek duruma gelmektedir (Alçın, 2016: 21).

Yeni endüstri çağını hazırlayan süreçteki ilerlemeler, devrimin ana değerler dizisi ile kuramdan pratiğe aktarılışını göstermektedir. Rifkin’a göre, petrol temelli sanayi, gerileme

belirtilerini Birinci Petrol Krizi ile göstermiştir. Yeni milenyuma girildiğinde yaşanan fiyat artışlarıyla, petrol varilleri 147 dolar gibi çok yüksek seviyeye ulaşmıştır. Rifkin'in vurguladığı önem teşkil eden bir başka konu ise; rezervlerin, bu yüzyılın ilk yarısında tüketim limitinin zirvesinde olması öngörüleridir. Ona göre, bilişim devrine girildiği, ABD tarafından hala tam anlamıyla idrak edilememiştir. AB'nin bu husustaki çalışmaları ise tatmin edici düzeylere ulaşmasa bile, en azından mevcuttur (Rifkin, 2014: 29).

Sanayi sektörü yarattığı yüksek katma değer ve yüksek istihdam ile ekonomide önemli bir yere olmuştur. Fakat Üçüncü Sanayi Devrimi ile birlikte yerini hizmet sektörüne bırakmıştır. Bu eğilim özellikle gelişmiş ülkelerde daha belirgindir. Ülke ekonomilerinin gelişimi ile hizmet sektörünün ekonomideki payı doğru orantılı olarak gerçekleşmektedir. Bu durum gelişmiş ülke ekonomilerinde hizmet sektörünün payı yüksekken, sanayi ve tarımın payının az olmasıyla açıklanmaktadır. Bunun sonucunda sanayi sektöründen hizmet sektörüne geçiş eğilimi, gelişmiş ülkelerde daha fazla olmaktadır (Yılmaz ve Aktaş, 2018: 52).

Rifkin (2014), Endüstri 3.0'a kesinlikle ulaşılması gerektiğini ifade etmektedir. Ona göre, geri kalmış ve büyüme yolundaki devletler için bu, adeta köprüden önce son çıkış niteliğindedir. Önceki endüstri devrimlerine yetişememiş ve gelir düzeyi düşük devletlerin, kapitalizme adapte olabilmeleri için böyle bir şansın önlerine yarım asırda bir geldiğini belirten Rifkin; bu devletlerin yalnızca diğer devletlerle eş güdümlü olabilmeleri amacıyla dahi olsa, revize edilebilir enerji rezervlerinden faydalanmaları gerektiğini belirtmiştir (Rifkin, 2014: 341).

Rifkin'a göre, yeni endüstri devrimine adaptasyon sürecinde, önceki devrimlerdeki gibi zorlu süreçler mevcut değildir. Endüstri 3.0, daha ziyade fiziksel devrimi nitelemektedir. Bunun sebebi, Endüstri 3.0 ile gelen yeniliklerin yalnızca çalışma biçimine değil, toplumların dünya görüşlerinde ve ideallerinde de radikal izler bırakacak olmasıdır. Söz konusu devrime uyum sağlamak, ancak bu yönleriyle güçtür. Halihazırda bulunan sistemin kurucuları ve bu düzenden çıkar sağlayanlar, otoritenin artık bireylere indirgeneceğinden rahatsız olmaktadır. Fakat, iktisadi gelişmelerle daha çok zarar gördüğü, eski düzenin daha fazla ilerleyemeyeceği ortadadır. Bu durumda, bu yeni çağı küresel olarak yaşayabilmek adına, sistem kurucuların ve çıkar sağlayanların, bu durumun önemini farkında olmaları gerekir (Rifkin, 2014: 184-186).

1.1.3.2.1. Üretime Etkileri

1970'lerden itibaren yeni bir üretim biçimi ortaya çıkmıştı; Post-Fordist Üretim Biçimi. Böylece emek ve işgücü yeniden tanımlanmıştır. Fordist üretimde iş bölümünün katı bir biçimde uygulamaya konduğu, sendikalaşma ve iş güvencesinin olduğu, hiyerarşinin uygulandığı büyük şirketler üretiminden, iş bölümünün daha esnek olduğu sendikalaşmanın önemini azaldığı, farklılaşmış ücretlendirmenin olduğu Post-Fordist üretim sisteme geçilmiştir (Öztuna, 2017: 32).

En iyi ve ucuz ürün talebinde bulunan tüketicilerin farklılaşan ürün taleplerini kitle üretimi karşılayamaz hale gelmiştir. Montaj hattı kullanımı bu dönemde azalmaya başlamıştır. Teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşması ile birlikte üreticiler kolay bir şekilde ürün niteliklerinde değişiklikler yapıp üretim alanlarını buna uyumlu hale getirebilmektedir. Esnekleşen üretim şekilleriyle birlikte, üretilen ürüne talep yaratma uğraşları yerini, talepler doğrultusunda ürün üretme çabasına bırakmıştır. Kitlesele üretim şekli, zamanla özel sipariş üzerine üretim sistemine geçiş yapmaya başlamıştır.

Post-Fordist esnek üretim biçiminin özellikleri şöyle sıralanabilmektedir (Saklı, 2013: 117-118; Dağdelen, 2005: 3-14):

- *Esnek üretim biçimi*: Tüketici talepleri doğrultusunda değişebilen üretim alanları oluşturulmuştur.
- *Küçük ölçekli üretim*: Fordist üretim şeklinde olduğu gibi büyük ölçekli üretim şekli terkedilerek, yerine birçok küçük işletmeler tarafından gerçekleştirilen küçük ölçekli üretim gerçekleştirilmektedir.
- *Ürün farklılaştırması*: Standartlaşmış tek tip ürün üretimi yerine, tüketici isteklerine göre değişen ürün nitelikleri oluşturulmuştur.
- *Sıfır stok*: Tüketim tercihleri ve taleplerin sürekli değişim halinde olması sonucunda sıfır stok denilen bir üretim tarzı benimsenmiştir.
- *Üretim esnasında kalite denetimi*: Üretim sonucunda gerçekleşen kalite kontrollünün maliyetleri aza indirilmek adına üretim sırasında kalite kontrolleri gerçekleştirilmiştir.
- *Üretim sürecinin parçalanması*: Üretim süreci bölümlere ayrılarak farklı departmanlarda üretim gerçekleştirilmektedir.
- *İşgücünün uzmanlaşması ve çoklu görevler yüklenmesi*: İşgücüne tek bir konuda yetkinlik vererek dar bir uzmanlık sağlanmasının aksine, daha geniş bilgi ve yetenek edindirilmesi düşüncesi ile birden fazla görev verilmektedir.
- *İşgücünün niteliğine göre iş güvencesi ve farklılaştırılmış ücret*: İşgücünün yetkinlik, vasıf ve eğitim durumuna göre iş güvencesi sağlanması ve yine bu kriterlere göre ücretler verilmesidir. Yüksek iş güvencesi ile fazla ücretler, ancak çok vasıflı işgücü için söz konusudur.
- *Sendikalaşmanın öneminin azalması*: Sendikal düşüncelerin esnek işgücü anlayışına zıt bir durum olduğu sebebiyle, sendikaların işgücü merkezli fazla talepleri yerine, işletme merkezli düşünceler meydana gelmektedir.
- *Eski üretim alanları ve bacalı sanayilerin yanında bilgisayar temelli yatırımların ortaya çıkması*: Yüksek teknolojinin üretim alanlarında yer almasıyla birlikte küçük işletmelerin üretim imkânları artmaktadır.

- *Mavi yakalı işçi sınıfı yerine beyaz yakalı işgücü:* Mavi yakalı olarak adlandırılan geleneksel işçi sınıfını yerini, beyaz yakalı olarak adlandırılan; profesyonel, teknik, yönetici ve diğer hizmet sektörü işgücü şeklinde bir mesleki yapıya bırakmıştır.
- *Yeni teknolojik gelişmeler ile kadın emeğinin çalışma alanlarında yer alması:* Gelişen teknolojilerin kullanılması ile birlikte ağır ve kas gücüne ihtiyaç duyulmayan işlerde artış meydana gelmiş ve bu alanlarda kadın istihdamının gerçekleşmektedir.
- *Çok uluslu işletmelerin egemenliği ve özerkliği:* Üretim sürecinin globalleşmesi sonucunda, çokuluslu şirketler meydana gelmiştir. Bu şirketlerin zamanla dünya ekonomisindeki yetkinlikleri artmıştır. Bu tür şirketlerin ulusal olmanın ötesinde, özerk ya da belli global kurallar sınırında faaliyet gösterme isteği gözlenmektedir.
- *Esnek toplumlar arası iş bölümü:* Küresel üretimin oluşturup, düzenleyebileceği bir şekilde yeni ve esnek toplumlar arası iş bölümü meydana gelmiştir.

1.1.3.2.2. İstihdama Etkileri

Birinci dalga ve ikinci dalga kavramlarına benzer olarak, işgücünün nitelik farklılıklarına paralel şekilde farklı toplum tipi görülmektedir. Tahmin edileceği üzere bu farklı toplum tipi “üçüncü dalga” (third wave) ismini taşımaktadır. Başka bir deyişle “enformasyon toplumu” nu nitelendirmektedir. Bu dönemdeki işgücü ise “enformasyon işçisi” olarak nitelendirilmektedir. Şüphesiz ki “endüstri işçisi”nden çok büyük farklılıklar göstermektedirler (Erdem, 2005: 544).

Bilgi işçisi olarak da adlandırılan bu dönemin işgücü, önceki sanayi devrimlerinde üretimde yer alan işgücünden farklıdır. Vasıflı işgücüne olan talep artmıştır. Kitle üretimin sisteminde gerçekleşen aşırı işbölümü yerine işçinin faaliyet alanı geniş tutulmuştur. Standart üretimden uzaklaşmaya başlandığı için işçilerin yaratıcılığı desteklenmiştir. Böylece dikey örgütlenme şekli terk edilmiştir (Bozkurt, 2014: 186-190). Makinenin bir parçası olarak görülen işçi artık işin yaratıcısı ve uygulayıcısı olabilecek konuma gelmiştir. Ürün üretiminde standarttan uzaklaşmasıyla birlikte, yaratıcılık ve eğitim yüksek olduğu vasıflı işgücüne olan talep artmıştır. Artık birçok işi makinelerin ve gelişmiş robotların yapılmaya başladığı, internet ve bilgisayar gibi teknolojik gelişmeler neticesinde sanal ticaretlerin oluşturulduğu, butik üretimlerin gerçekleştiği üretim alanlarında daha az işgücüne ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır.

Bilgi çağında Toplum Gözetim ve Disiplin Mekanizmasının üç karakteristiğinden bahsedilebilir. Bunlar; denetim, gözetleme ve ıslah karakteristikleridir (Foucault, 1995: 253-254). Bu karakteristiklerin en çarpıcısı ise kişiselleştirilmiş denetimdir. Günümüzde kişisellik adaptasyonu beraberinde getirirken, otoritenin, kişinin mahremiyetine müdahale ederek ortaya çıkmasını da doğurmaktadır. Böyle bir otoritenin sonucu mahiyetinde ortaya çıkan iş ilişkileri alanında, teknik denetim metotlarının ayırıcı özelliği, görünmezlikleridir. Çağdaş kapitalizmde bu

görünmezlik, sorumluluklar yerine getirilmediğinde bireye yaptırımı da beraberinde getirmektedir (Dolgun, 2008'den aktaran Samsun, 2017: 191-192). Denetim özellikleriyle öne çıkan bilgi toplumunda, iş hayatı inovatifleşmiştir. Böylece denetim, saydam bir nitelik kazanarak güçlenmiştir. Yararlılık açısından ise denetim hiçbir zorluk teşkil etmeden git gide genişlemektedir. Böylece, personelde her zaman izlendiği hissi ve bilgisi bulunmaktadır. Böylece çalışanlar sorumluluklarını yerine getirmediklerinde yaptırımla karşılaşacaklarını bilmektedir (Foucault, 1995: 187). Taylor'un yaklaşımdaki gibi üretim alanlarındaki fiziksel şartlarının değişmesiyle sağlanan denetim mekanizması ile bilgi çağında, kişilerin hayatlarının bütününe yayılarak ve benimsetilerek oluşturulan denetim mekanizması birbirinden farklı olduğu görülmektedir (Samsun, 2017: 191-192).

Uzmanlara göre, bilgi teknolojilerinin iş hayatına etkisi iki türlü meydana gelebilir. İlki nitelikli işgücünün bilgi düzeyindeki yükseliştir. Diğer, bu işgücünün bilgi iktisadının temelini teşkil edeceği öngörüsüdür. Bunun neticesinde alt seviye mesleklerin yok alacağı ve emeğin otonom olacağı belirtilerek, kreatif nitelik taşıyan mesleklerin çoğalacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca ortaya çıkacak yeni çalışma kollarının, mevcut birtakım meslekleri yok ederek, bazı kesimleri işsiz bırakacağı ve emeğin ücretini düşüreceği de varsayılmaktadır (Kumar, 2013: 37). Dijital Çağ'ın bir getirisi olarak globalleşen çalışmaları denetlemek üzere birtakım yeni meslek dalları belirmiştir. Bunlardan biri AR-GE olup, ürünü yaratıcı bir şekilde mükemmelleştirmeyi hedeflemektedir. Diğerleri ise muhasebe ve pazarlama gibi yeni alanlardır (Freeman ve Louça, 2013: 394). İşgücünün ise bu olguyu benimsediği gözlemlenmektedir. Fakat çalışanın nitelik ve otonomunda yükseliş yaşanacağına kesin gözüyle bakılmamaktadır (Kumar, 2013: 37).

Bu gelişmelerin sonucunda 1951 yılında ABD'de mavi yakalılar bütün istihdamın %50'sini oluştururken, daha sonraki yıllarda bu oran %20'lere gerilemiştir. O yıllarda istihdamda mavi yakalılarının payının zamanla azalacağı öngörülmüştür. 1956 yılında ilk kez beyaz yakalılarının sayısı mavi yakalıları geçmiştir. Bilim insanı, teknisyen, öğretmen vb. teknik ve profesyonel meslek sayısı yükselmeye başlamıştır (Aktan ve Tunç, 1998: 7). İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, 1970'e değin süren bir Altın Çağ mevcuttur. İktidarlar, iş yaşamını ve işçiyi koruyucu düzenlemeler getirmişlerdir. Ayrıca işgücünü organize edecek ve ileriye taşıyacak kurumlar oluşturmuştur. Sosyal güvenlik ile çalışma bakanlıkları bunun kapsamındadır. Sonuç olarak çalışanlar, pek çok bireysel ve toplu haklar kazanmıştır. Toplu haklar arasında sendikacılık, grev gibi haklar yer almaktadır. Bireysel haklar kapsamında ise çeşitli sigortalar, iş zamanı çizelgesinin belirlenmesi ve ücretli izinler gibi haklar mevcuttur (Erdem, 2005: 545).

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0 VE AKILLI ÜRETİM

2.1. Endüstri 4.0 Kavramı

Endüstri 4.0; şirketler, AR-GE merkezleri ve üniversiteler için önemli bir konu niteliği taşısa da tanımı konusunda genel anlamda fikir birliği sağlanamamıştır. Bununla Birlikte Literatürde ise Endüstri 4.0'a ilişkin çeşitli tanımlamalar yapılmıştır (Hermann, 2016: 8). Yapılan tanımlamalar ilk olarak birbirine bağlı 3 faktör için kullanılmıştır. Bunlar; *“basit tekniklerin sayısallaştırılması ve uyumu, karmaşık ekonomik ilişki ağlarının tanımlanması, ürün ve hizmetlerin sayısallaştırılmasıdır.”* (Zezulka, 2016: 3).

Dördüncü Sanayi Devrimi veya Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda sunulan projelerden biri olarak ortaya çıkmıştır. Ekim 2012 yılında ise Robert Bosch GmbH ve Henning Kagermann bir çalışma grubu oluşturmuştur. Bu grup Dördüncü Sanayi Devrimi üzerine öneri dosyası hazırlamıştır. Daha sonra bu dosyayı Almanya Federal Hükümeti'ne takdim etmişlerdir. 8 Nisan 2013 tarihinde Hannover Fuarı'nda bu grup Endüstri 4.0 raporunu tekrar gündeme getirilmiştir (Elibol, 2017: 44-45).

Günümüzde yaşanmakta olan Endüstri 4.0 süreci, üretim ve tüketim ilişkilerini yeniden düzenleyecek bir yapı içermektedir. Tüketicinin anlık ihtiyaçlarına cevap verebilecek üretim sistemleri ile birlikte sürekli iletişim ve koordinasyon halindeki otomasyon sistemlerini de tanımlamaktadır (Alçın, 2016: 20).

2.2. Endüstri 4.0'ın Amacı

Endüstri 4.0'ın temel amacı bilgi teknolojilerini ve endüstriyi bir araya getirmektir. Ana bileşenlerinden ikincijisi yeni nesil yazılım ve donanımdır. Günümüz klasik donanımlarının dışında yer alan bu teknolojilerin maliyeti, kapladığı yer, ürettiği ısı ve enerji harcamaları minimum seviyelerdedir. Diğer yandan yüksek güvenlikle çalışan bu donanımlar ve onları çalıştıracak yazılım ve işletim sistemlerinin kaynak ve bellek durumu bakımından tasarruflu olması amaçlanmaktadır. İkinci bileşense nesnelere internetidir. Bu teknoloji, dünya üzerindeki internete bağlı bütün elektronik cihazların karşılıklı veri transferi amacıyla kullanıldığı, bir araçla bütünleşmiş, sensörlerle entegre edilmiş, akıllı elektronik sistemdir (Siemens, 2016: 12).

Endüstri 4.0 ile büyük ölçekli firmalar, robotların kendi çevrelerini anlayabilecekleri, aynı zamanda robotları ve üretim alanlarını uzaktan kontrol edilebilecekleri endüstriyel bir ağ kurabileceklerdir. Küçük ve orta ölçekli üreticiler için Endüstri 4.0 robotları, birçok görevi yapabilen ve çok çeşitli ürün kapasitesinde ve değişen üretim koşullarında çalışabilecek durumda bulunan makineler ortaya çıkaracaktır (Morgan 2017'den aktaran Öztuna, 2017: 53).

Endüstri 4.0 ile tüketicilerin üreten tüketici konumuna geçişi amaçlanmaktadır. Teknoloji ve sosyal medya, kişilerin kendi duygu, düşünce ve fikirlerini aktarmasına ve diğer kişilerle ortak çalışma gerçekleştirmesine olanak sağlayan bir araçtır (Banger, 2018: 12). Endüstri 4.0'ın temel amaçlarından biri ise yeni teknolojiler uygun kurumlar, standartlar ve normlarla bir araya gelirse, dünyanın her yerindeki insanlar için özgürlük, sağlık, eğitim vb. alanların iyileştirilmesinde ve istedikleri hayat standartlarını gerçekleştirilmesinde daha fazla avantaj sağlamaktır (Schwab ve Davis, 2019: 29-30).

2.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri

Dördüncü Sanayi Devriminin geri planında, bu sürece liderlik eden birçok teknolojik gelişme mevcuttur. Bu teknolojik gelişmelerin bir kısmı Endüstri 3.0 sürecinde ortaya çıkmasına ve bu teknolojilerin üretimi yapılmasına rağmen Endüstri 4.0 için de önem arz etmektedir. Endüstri 4.0; bulut bilişimi, büyük veri, yapay zekâ, arttırılmış gerçeklik vb. yazılım ve donanım bileşenli teknolojiler ile 3D (üç boyutlu) yazıcılar ve robotların bulunduğu, aynı zamanda işgücünün iletişim kurarak üretime katıldığı bir sistemdir (Özdoğan, 2018: 75).

Literatürde Endüstri 4.0 bileşenleri hakkında tam anlamıyla bir sıralama belirlenmese de büyük ölçüde görüş birliği sağlanmıştır. Aşağıda verilen listede bileşenlere ihtiyaç doğrultusunda ekleme yapmak mümkündür (Banger, 2018: 36; Avcı, 2019: 15):

- Sensörler
- Büyük veri
- Bulut bilişimi
- Eklemeli üretim (3D yazıcılar)
- Nesnelerin İnterneti
- Siber-Fiziksel sistemler
- Siber güvenlik
- Arttırılmış gerçeklik
- Akıllı Robotlar
- Akıllı fabrikalar
- Karanlık üretim

2.3.1. Sensörler

Sensörler, ısı, ışık, ses, kuvvet, elektrik, uzaklık ve pH vb. fiziksel ya da kimyasallar uyarıları veriye dönüştüren algılayıcılardır (Şener ve Elevli, 2017: 27). Canlıların çevrelerini anlamak için kullandıkları duyu özelliklerine benzer olarak, makineler de üzerlerine entegre edilen sensörler yardımıyla sıcaklık, hareket, titreşim vb. durumları algılanmaktadır (Banger, 2018: 39). Sensörler Endüstri 4.0 sürecinden önceki dönemlerde kullanılmakta olan teknolojilerdir. Fakat Endüstri 4.0'ın birçok bileşeniyle bir araya geldiğinde kullanım bakımından büyük önem oluşturmaktadır.

Sensörler, Endüstri 4.0 için anahtar görevindedir. Bunun nedeni, kullanıldığı makinede ve üretimde, bunlar hakkında bilgileri ve verileri elde etmesidir. Sensörlerin kullanılabilirliği açısından bazı sorunlar vardır. Kullanılmakta olan sensörlerin birçoğu üretim süreciyle doğrudan bütünleştirilmemektedir. Bundan dolayı çevrimiçi veri iletişimi özelliği yoktur. Entegrasyonu ve çevrimiçi veri gönderimi yapabilenler ise günümüzde pahalıdır. Bunun sonucunda araştırma-geliştirme faaliyetleri ile algılanan verilerin anında çözümlenmesini yapabilen Akıllı sensörler (IO-Link) üzerinde çalışılmaktadır. Akıllı sensörler nispeten daha ucuz ve daha kolay entegre edilebilmektedir. Akıllı sensörler çift taraflı iletişimi sağlamaktadır. Bir üretim alanında arızalanan makinenin yetkili işgücü tarafından fark edilmediği düşünüldüğünde sonuçta diğer makinelerde de üretimde aksama olacaktır. Sensörler bu noktada devreye girerek çevrimiçi olarak görevlilerle iletişime geçip durumu bildirmektedir. Böylece arızaya önceden müdahale edilebilmektedir (Kesayak, 2018).

2.3.2. Büyük Veri

Birçok kaynaktan alınan verilerin anlamlı bir şekilde dönüştürülmüş hali, büyük veriler şeklinde ifade edilmektedir. Bunlara medya paylaşımları, ağ günlükleri, video, dosya gibi basit kaynaklar da eklenebilir. Web sunucularının istatistikleri, sosyal medya yayınları, bloglar, iklim algılayıcılarından alınan veriler, hatta operatörlerden alınan arama kayıtları büyük boyutta bilgiden meydana gelmektedir. Büyük veriler sayesinde organizasyonların sahip oldukları bilgileri arttırarak ve çalışanların bu verilerden yararlanması sağlanarak, üretim sürecindeki sorunların, kusurların ve yetersizliklerin eş zamanlı tespiti ve algılanmaları kolaylaşacaktır. Diğer bir deyişle, değişiklik gösteren birçok kaynaktan alınan verilerin çeşitli şekillerde değerlendirilmesini sağlamak, kurumsal müşteri bazlı yönetim sistemlerinde eş zamanlı karar alma aşamalarını standart hale getirmek ve böylece geleceği planlamaktır (Davutoğlu vd., 2017: 552).

Büyük veri, karar alma süreci açısından öneme sahiptir. Değişik sektörlerde ve uygulama alanlarında daha güvenilir ve daha çabuk karar alma süreci oluşturmaktadır. İnsanlar için zor ve karmaşık olabilecek otomatik karar alma sürecini kolaylaştırabilmektedir. Resmi kullanımına bakıldığında şirket ve hükümet açısından, gerçekleşen eş zamanlı hizmetler ve müşteri ilişkileri,

otomatik vergi ödemeleri vb. alanlarda yardımcı olabilmektedir. Fakat bu kullanım sürecinde avantajlar ve riskler bulunmaktadır. Bu süreçteki veriler ve algoritmaların güvenilir olması, sistemin doğru çalışması açısından önemlidir. Kişisel verilerin güvenliği açısından, iş ve hukuk alanında belirli ilkeler oluşturulmalıdır. Bu nedenle kişisel verilerin ihlali sonrasında belirli bir yaptırım olmalıdır. Büyük verinin kullanımı, bilgilerin dosyalanması gibi manuel olarak gerçekleştirilen işlemlerin yerini alması sonucunda, bu işlerin artık ek maliyet oluşturmamasına ve gereksizleşmesine neden olacaktır. Bununla birlikte büyük veriler, yeni işlerin ortaya çıkmasını ve fırsatların oluşmasını sağlamaktadır (Schwab, 2016: 156-157).

Endüstri 4.0 ile üretim gerçekleştiren birçok organizasyon için sadece kendi sahip olduğu veri tabanları yeterli olmamaya başlamıştır. Bugünkü organizasyonlarda, işletme dışı kaynaklardan elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle oluşan yeni bilgilerin ayıklanması, üretim aşamasında bir ihtiyaç haline gelmiştir. Klasik veri tabanı sistemleri, bugün bu ihtiyaçlar açısından yetersiz durumda kalmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması için özellikle büyük ölçekli organizasyonların yatırımlarının önemli bir bölümünü büyük veri alanı oluşturmaktadır. Büyük veri kullanımı ile organizasyonunun mevcut durumu ve üretim süreci değerlendirilerek sonuçların elde edilmesinin yanısıra sadece mevcut duruma ve geçmişe yönelik değil, gelecek tahminlerine yönelik veriler elde edilmesini sağlamaktadır (Lee vd., 2014: 8).

Büyük veri bileşeninin kullanımıyla birlikte kaynak kullanımında verimliliğinin artması, ürün kalitesini artırma veya ürünün kalite standardının korunmasına katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte işletmeler büyük veri bileşenlerini doğru bir şekilde analiz ettiklerinde önemli kararlarını doğru bir şekilde alabilmekte, risk değerlendirmelerini doğru yapabilmekte ve yenilik denemelerine olanak sağlayabilmektedir. Endüstri 4.0 yüksek rekabetin bulunduğu piyasalardaki işletmelerin, lider olabilmek için fark yaratmaları gerektirmektedir. Doğru ve önemli bilgilere bu teknoloji sayesinde kısa sürede hâkim olmaları ve bu sayede hızlı değişim için bu bilgi kullanımını sağlamaları önemlidir (Davutoğlu vd., 2017: 552).

2.3.3. Bulut Bilişimi

Bulut bilişimi, internete merkezli bilgi işlem yaklaşımıdır. İnternete bağlı olan büyük sunucu bilgisayarlar ve yazılımlar üzerinden, bilgi işlem işlerinin büyük bir ağ üzerinden paylaşılarak yapılmasını sağlamaktadır (Öztuna, 2017: 58). Bu uygulamanın işleyişi şu şekildedir; oluşturulan verilerin veya programların taşınabilir veya somut bir sunucu yerine bulut adı verilen sanal sunucuda depolanmasıdır. Böylelikle internet bağlantısı olan cihazlar ile bu veri ve programlara erişim sağlanabilir. Bu hizmetlere “Bulut Bilişimi/ Bulut Teknolojisi” (Cloud Computing) adı verilmektedir (EBSO, 2015: 22).

Bulut bilişim ile organizasyonların yetki verdiği kullanıcılar, üretim için önemli uygulamalara elektronik aletlerle internet yoluyla uzaktan erişebilmektedir. Böylece bu uygulamaların üretim alanlarında sabit tek bir konumda tutulmasına ve üretim sürecine sadece o noktalardan erişimin sağlanmasına gerek duyulmamaktadır. Bu sayede maliyetin azalması açısından ekonomik erişim süresinin belirli bir sınırı olmadığı için, esnek ve ulaşımın kolay olduğu hızlı veri yönetimi gerçekleşmektedir. Bu kullanımla, altyapı yatırımlarına gerek olmadan geniş bir yelpazeyi kapsayan bulut bilişim sayesinde birçok iş yükünden kurtulup, daha iş odaklı ve verimli çalışılması sağlanmaktadır. Diğer yandan, bulut bilişimi, Endüstri 4.0 unsurlarının üretim açısından en önemlilerinden biridir. Bu açıdan Endüstri 4.0'a geçiş süresinde, akıllı cihazlar arasında kullanılan nesnelere interneti ve büyük veri ile geniş depolama alanının kullanımına ek olarak, bulut bilişimi uygulamasının, sanayide yeni bir çağ başlatacağı düşünülmektedir. Bu sayede üretimin ve verimliliğin artacağı, maliyetlerin azalacağı öngörülmektedir (Eldem, 2017: 14).

Bulut bilişimi teknolojilerinin temel özellikleri şunlardır (Banger, 2018: 99-100):

- Geniş ağ erişimi; Sisteme tanımlanan kullanıcılar buluttaki verileri standart yöntemleri kullanarak farklı aygıtlardan bağımsız olarak erişim sağlayabilir.
- Sisteme kolay dahil olma: Bulut bilişimi ile donanım ve yazılım yatırımı yapmaya gerek olmadığından, sermaye harcamaları azalacaktır.
- Konum özgürlüğü: Verilere her yerden erişim sağlanabilmektedir.
- Çok sayıda kullanıcı: Veriler çok sayıda kullanıcının bulunduğu bir havuz arasında paylaşılmaktadır.
- Güvenilirlik: Verilere ve hesaplamalara erişim güvenilirdir.

Günümüzde işletmeler; kurum içi uygulamalarda ve değerlendirmelerde, bulut uygulamaları kullanılmaktadır. Fakat gelecekte bu tarz uygulamaların artık işletmeler arası ürün bilgilerinin paylaşılmasında kullanılması gerekecektir. Bulut teknolojileri zamanla gelişme göstererek; kapasitelerinde, (paralel olarak da) hızlarında artış meydana gelecektir. Bu gelişmeler sonucunda bulut uygulamalarında bulunan veri arttırılması ile yapılabilecek işlemler artacak ve üretim verilerine dair hizmetler artış gösterecektir. Böylece üretim aşamasının takibi ve denetimi bulut uygulamalarıyla gerçekleştirilecek duruma gelecektir (TÜSİAD, 2016: 29).

2.3.4. Eklemeli Üretim (3D Yazıcılar)

3D yazıcılar bilgisayar ortamında oluşturulan herhangi bir ürün tasarımının üç boyutlu olarak basımını sağlayan makinelerdir (Özdoğan, 2017: 76). 3D yazıcılar ilk kez 1984'te oluşturulmuştur. Ancak 2006 yılına kadar geçen 20 yıllık sürede bu teknoloji, üretimde sadece hızlı prototipleme

dışında pek kullanılmamıştır. 2006 yılında Rerap¹ projesi birçok alanda ilgi görmeye başlamıştır. Uzmanlara göre bu teknoloji insanoğlu için yeni bir çağ açacak, böylece yeni başlangıçlar ortaya çıkacaktır. Söz konusu teknolojinin ilk uygulaması 1984 yılında ortaya çıkmıştır (EBSO, 2015: 10). 3D yazıcı teknoloji ile karmaşık aletlerin depolanması ve kurulumu aşamalarındaki zorluklar ortadan kalkmıştır. Ürünlerin tek bir komutla üretilmesini sağlayan bu teknoloji ile maliyetler azaltılmıştır (Banger, 2018: 49).

Tasarımı gerçekleşen ürünler, 3D yazıcılar ile daha çabuk ve basit bir şekilde üretilebilir hale gelmiştir. Endüstriyel tasarımda; mimarlık, eğitim gibi birçok alanda ve tıp gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Bunu birlikte 3D yazıcılar, komplike şekiller ve çok önemli detaya sahip ürünlerin üretiminde bile başarılı sonuçlar vermiştir (Baş ve Yapıcı, 2015: 199).

Görçün'e göre, 3D yazıcılar kullanım alanı olarak bakıldığında küçük portatifleri ile günlük hayatta kullanımı yaygınlaşmaya başlayacaktır. Ürünü şekillendiren kişi, nesneyi daha iyi algılayacak ve hatalar azalacaktır. Ürünün fotoğrafları bilgisayar ortamına aktarıldığında ona ait sayısal veriler ve ölçüler otomatik olarak algılanacak böylece gerçek ürünle uyumlu hale gelecektir. Bunun sonucunda üretilmek istenen ürünün sadece verilerinin üretim sürecine eklenmesiyle, üretim başlayabilecektir. Buna ilave olarak geçmişten bugüne kadar endüstrilerin, gerçekleştirmek amacıyla yoğun çaba sarf ettiği sıfır stok olgusunun gerçekleşmesi muhtemel olacaktır. 3D yazıcıların uygulanma nedeni, tasarlanan ürünlerin istendiği şekilde ve zamanda hızlıca üretilmesidir. Bunun sonucunda üretimin vazgeçilmez öğeleri olan üretim ve tedarik maliyeti azaltılıp, toplam faydada artış sağlanabilecektir (Görçün, 2017: 194-195). İşletmeler, yeni yeni başladıkları 3D yazıcıların kullanımıyla, ürünlerin veya parçalarının aslına uygun portatifini üretip, hata düzeltmeleri ve benzeri olguları daha hızlı algılayıp, zaman ve gelir gider oranında kâr sağlayıp ürünü üretebilmektedirler. Bu uygulama ileride karmaşık tasarımlarda, özel ürünlerin az miktarda üretilmesi için yaygın olarak kullanılması öngörülmektedir. Sonuç olarak bu teknoloji, üretimde stok fazlası sorunlarının çözümünde, üretim maliyetlerinin azaltılmasında, üretim aşamasına geçiş sürecinin hızlı ilerlemesinde ve benzeri birçok konuda avantaj sağlayacaktır (TUSİAD, 2016: 29).

2.3.4.1. Uzay Araştırmaları ve Havacılık Uygulamaları

19 Aralık 2014 tarihinde, Made In Space'teki Chen ve meslektaşları, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (UUİ) bir somun anahtarını 3D yazıcıdan çıkararak tarihte bir ilki gerçekleştirmiştir. UUİ komutanı Barry Wilmore'un somun anahtarına ihtiyacı olduğunun radyo iletişimi aracılığıyla öğrenilmesi üzerine, NASA (Kuzey Atlantik Uzay Ajansı) Ames Kampüsü'ndeki CAD (Destekli Tasarım) ile parça tasarlanarak bir g-code'a dönüştürülmüştür. Bu g-code, bir NASA ve Made In

¹ Rerap: Kelime açılımı replicating (kopyalama) rapid (seri, çabuk) prototyper. İlk genel amaçlı kendini kopyalayabilen üretim makinesidir.

Space ortak yazılım kombinasyonu kullanılarak NASA'ya gönderilmiştir. NASA da bu kodu Huntsville Operasyon Destek Merkezi'nden UUI'ye göndermiştir. UUI'nin Columbus laboratuvar modülünde bulunan Yerçekimsiz Havasız Bilim Kabini'nde bulunan 3D yazıcı, parçanın kodunu alarak, uzay istasyonunda çıktı almıştır. Böylece dünyada tasarlanan bir nesne, ilk kez dijital olarak uzaya gönderilmiş ve uzayda üretilmiştir. Aslında bu, fiziksel olarak somun anahtarını astronotlara ulaştırmanın kaybettireceği büyük zaman ve maliyetten kaçınmak için yapılmıştır; bir başka uçuşla bir nesnenin ulaşmasını beklemek aylar, hatta yıllar sürebilirken, dijital veriler ışık hızında hareket etmektedir (Wheeler, 2014).

Havacılık alanında 3D yazıcılar genellikle küçük ve yedek parçaların üretiminde kullanılmaktadır. Örneğin Boeing 787 "Dreamliner" uçağının parçalarının bir kısmı 30 adet 3D yazıcıda üretilmiştir. Havacılık uygulamalarında katmanlı üretim konusunda önemli gelişmeler yaşanmaktadır (Özdoğan, 2018: 79). Avusturyalı bilim insanları bir jet motorunu 3D yazıcı ile üretebilmiştir. Monash Üniversitesi, Emaero Mühendislik, Federal Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Organizasyonu (CSIRO) ve Deakin Üniversitesi'nin ortaklaşa araştırmaları ile 3D yazıcı ile yapılan ilk jet motoru üretilmiştir. Motor, ilk kez 2015 yılında Avustralya'nın Geelong kentinde organize edilen Avustralya Uluslararası Havacılık Fuarı Avalon Airshow'da sunulmuştur. Bu teknoloji ile üretilen jet motoru, diğer üretimlerde üretilenlere kıyasla daha hızlı üretilmesinin yanında daha az yakıt harcamıştır (HH, 2015'ten aktaran Kahraman, 2017: 97).

2015 yılında, havacılık ve savunma sanayii, 3D Baskı'nın 4,9 milyar dolarlık küresel gelirinin yaklaşık %16'sına katkıda bulunmuştur. Katmanlı üretim, uçaklarda kullanılan parçalar için tasarım gereksinimlerini tartışarak, ortak (ve çok yaygın olmayan) havacılık uygulamaları için tasarım önerileri vermektedir. 3D baskı, havacılık endüstrisindeki uygulamalar için tasarım, iş akışının tüm aşamalarında uygulanmaktadır. Havacılık ve uzay endüstrisindeki tasarımlar, genellikle bir uçağın bir bileşenini gösteren konsept modeller olarak başlamıştır. Bunlar genellikle düzenli olarak, havacılık için kritik öneme sahip olan aerodinamik testler için kullanılmaktadır. SLA (Stereolithography) ve Malzeme Püskürtme; yüksek detaylarda, pürüzsüz, ölçekli havacılık tasarım modelleri üretmek için kullanılmaktadır. Doğru tasarım modelleri, tasarım amacının açıkça iletilmesini ve bir konseptin genel biçimini göstermesini sağlamaktadır. 3D baskı kullanarak prototipleme, havacılık endüstrisinde artık yaygın bir durumdur. 3D baskı için mühendislik malzemeleri de prototip performansının tam olarak test edilmesine ve onaylanmasına olanak sağlamaktadır. Bu doğrulama, üretim aşamasındaki yüksek maliyetli aletlere yatırım yaparken riski azaltarak, 5.000 ila 10.000 parça arasında üretilecek parçalar için gerekli bileşenleri sağlayabilmektedir. Havacılık endüstrisindeki üretim hacimleri genellikle büyük olduğundan (yılında 70.000'den fazla parça) 3D baskı, ağırlıklı olarak, uç parçalarının üretimi yerine prototipleme çözümü olarak kullanılmaktadır (Artley, t.y.).

Endüstriyel yazıcıların boyutundaki iyileştirmeler, basabildikleri hız ve mevcut olan malzemeler; 3D baskısının artık birçok orta ölçekli üretim çalışması, özellikle de yüksek kaliteli iç yapı üretimi için uygun bir seçenek haline getirmiştir. 3D yazıcıların maliyetleri düşürme alanında da havacılık sektörüne büyük katkıları mevcuttur; bir uçak ortalama olarak ayda 75.000 mil seyahat etmektedir; 3D yazıcılarda tasarlanan tek bir parça hava sürtünmesini %2,1 oranında azaltarak, yakıt maliyetini de %5,41 oranında düşürmektedir. Bu gibi göze küçük görünen oranlar, havacılık sektöründe hayat kurtarıcı bir etkiye sahiptir. Parçalar, belirli bir uçağa göre (özel, hafif braket) veya uçağın tipine göre (kargo, yolcu ve hatta helikopter) uyarlanabilmektedir. 3D baskı ayrıca birçok özel havacılık bileşeninin parça birleştirme ve topoloji optimizasyonunu sağlamaktadır. Her bir uçak için şirketler, diğer imalat işlemlerine kıyasla genellikle maliyet ve teslimat süresinde %60-90 oranında düşüşle; yüzlerce 3D baskılı demir baş, model, kalıp ve göstergeye sahip olabilmektedir. 3D yazıcıyla üretilenler arasında yer tutucular ve montaj destekleri de havacılıkta önemli bir yere sahiptir. Yer tutucular, üretim sırasında montaj aşamasına hazırlanırken, üretilen diğer parçaların yerini tutan yedek parçalardır. Montaj destekleri ise çok önemli parçaların uçağın iç duvarına monte edilmesini sağlayan düşük hacimli metal desteklerdir. Son derece hassas olan yüksek detaylı görsel prototipleme yöntemi ise aerodinamik testler ve analizler için, tekerlekleri ve tam iç pano tasarımlarını kontrol edecek hafif gövde tasarımları ve kapı kolu tasarımları gibi işlevselliğinin üzerinde estetiği de olması gereken havacılık bileşenlerini üretmek üzere kullanılmaktadır. Tüm bunların sayesinde, geleneksel üretime alternatif olarak 3D yazıcılar, havacılığın tüm yelpazelerinde avantajlar sunmaktadır: Az atık içeren özel malzemelerden yararlanılarak maliyet tasarrufu sağlanmaktadır. Üretim aşamasında belirli montajlamaların yapılabilmesi sayesinde, montaj için gereken çalışma süresi kısalmaktadır. Optimize edilebilen geometri sayesinde, geleneksel çerçevenin dışında, daha yüksek performanslı yeni tasarımlar geliştirilmektedir. Hafif bileşenler sayesinde ise proje ömrü boyunca yakıt tasarrufu sağlanmaktadır (Artley, t.y.)

2.3.4.2. Otomotiv Sektörü

Sanal olarak tasarlanan üç boyutlu veriyi somut olarak gerçek nesne halinde üretebilen makineler olan 3D yazıcıların, ayrı tür ve teknikte basım işlemi yaptıkları alanlardan biri de otomotiv sektörüdür. Bu teknoloji küçük elektronik parçalar ile birlikte önem arz eden motor haricindeki parçaları da basabilmektedir. Aynı zamanda maliyet azaltıcı avantajı olan bu makineler, her yıl %25-30 oranında büyüme sağlamaktadır ve 4 milyar dolarlık pazara sahiptir. 3D yazıcılar aynı zamanda otomotiv sektörünün problemlerinden biri olan kapasite sorununa da çözüm olmaktadır. Üretilen ürününün tasarlanmasını, geliştirmesini, kalite standardının sağlanmasını ve verimliliğinin yükseltilmesini gerçekleştirmektedir. Büyük boyutlardaki ürünlerin bu tarz konularda standart sağlaması, prototip bir örneğinin oluşturulması ile oluşacak kar ve zararların tahminin yapılmasını kolaylaştıracak ve pazara çıkma sürecini hızlandıracaktır. Böylece sektördeki

değişimler, yeni fikirler ve tasarımlar hızla gerçek prototiplerle, modellere, son ürün ve parçalara hızla dönüşecektir (Davutoğlu vd., 2017: 554).

SEMA otomotiv şirketi 2014 yılında seyircilerin önünde 3D yazıcı ile 44 saatte, LM3D Swim'i üretmiştir. Bu üretim yöntemi ile üretiminden sonra yollara çıkabilecek bir otomobil ortaya çıkaran Local Motors'dur. Bununla birlikte 3D yazıcı teknolojisinin büyüklüğünün, endüstri için ne kadar önemli olduğunu anlaşılmaktadır (Goehrke, 2015).

2.3.4.3. Diğer Kullanım Alanları

3D yazıcılarla üretilen ürünlerin çoğu özel üretimde yer almaktadır. Kişiye göre farklı özellikler gösteren ürünler üretilebilmektedir. Bu nedenle daha çok kişisel üretim alanında kullanılmaktadır. Sağlık sektöründe 3D yazıcılar devrim yaratan teknolojilerdir. Üretilen ürünün bir vücut uzvu olduğu düşünüldüğünde bu noktada onun ölçüleri ve özellikleri farklılık gösterecektir. Protez el-kol ve diş üretiminde kullanılmaktadır (Çınar, 2016: 33).

Birçok alanda kullanılmaya başlayan 3D yazıcılar, ürünlerin kişiselleştirilmesinde ve üretimin hızlanmasında önemli bir etki yaratmıştır. Seri üretimin en büyük rakip araçlarından biri olarak görülen 3D yazılar, gün geçtikçe portatif hale gelmekte ve böylece devasa üretimlerden kişisel/tipi üretimlere geçiş yapmaktadır. Sağlık sektöründen sonra önem arz eden sektörlerden biri de gıda sektörüdür.

3D gıda yazıcıları ile kurabiye hamuru çalışmaları, Fab@Home modeli ile başlamıştır. Bu çalışmada; basım işleminde kullanılacak olan ham maddenin akışkanlığında ve pişirme sonrası mevcut durumunu koruma değerleri açısından, tereyağı, yumurta sarısı ve şeker gibi hamur malzemelerinin kullanılan ölçüleri önemlidir. Burada ısı durumunu stabil tutabilen kurabiye tarifi oluşturulmuş ve buzdolabında dinlendirilmiştir. Bu hammaddelerin kullanıldığı kurabiye basımı gerçekleştirilmiştir (Lipton vd., 2010: 810). Singapur Üniversitesinde oluşturulan bir çalışmada, un, tereyağı, şeker ve yumurtanın beyaz kısmından meydana gelen içeriği ile bisküvi hamuru oluşturulmuştur. Bu karışım 3D yazıcı ile basımı gerçekleştirildikten sonra şekli bozulmayan bisküvi hamurları geliştirilmiştir (Sun vd., 2015: 316).

3D yazıcılar tekstil materyallerinin esneklik özelliklerini artırmaktadır. Tekstil ürünlerinin üretiminde kalıp ve örnek oluşturulması uzun sürmektedir. Fakat bu teknolojinin kullanılmasıyla dizayn üç boyutlu yazıcılarla tasarım kademesinde, kişinin vücut taramasıyla ürünün vücuda tam olacak şekilde üretilmesini sağlamaktadır. Bu tarama süreci şu şekilde gerçekleşmektedir; öncelikle tasarımcı, kişinin kol ve bacakları dışında vücudunun taramasını yapmaktadır. Sonra sanal ortamda belli düzenlemelerle en uygun kalıpta üç boyutlu olarak çıktı alınabilecek bir model oluşturulmuştur. Taramalar esnasında insan vücudunda 30 noktada ölçülen verilerle örnek model

çizilmektedir (Reilly, 2014). 3D bir kalıp oluşturmak için insan vücudunun 360 derece olarak taranması gerekmektedir. İlk kalıplar ayakta duran bir insan için alınmakta, daha sonra oturan, koşan veya diğer hareketleri yapan insan için farklı seçenekte çizimler geliştirilmektedir. Sonraki aşamalarda vücudun bölümleri oluşmakta ve bu bölümler üzerinden bilgisayarda tasarımcı, giysinin öğelerini meydana getirmektedir.

2005 yılında, Janne Kyttänen, “Freedom of Creation” ismiyle inceleme ve dizayn amacıyla üç boyutlu sistemlerden faydalanan bir grup kurmuştur. Şirket haline gelen bir grup dünyanın en büyük üç boyutlu tasarım şirketleri arasında yer almaktadır. 3D yazıcılar sayesinde tek, emsalsiz ürünleri yeniden baskı ile kolayca tekrar üretilebildiğini söyleyen Kyttänen’in Beyaz Drape Elbisesi New York Teknoloji Enstitüsü’nde yer almaktadır. Ayrıca ürünün kopyaları online olarak satılmaktadır (Kuhn ve Minuzzi, 2015: 5). 3D yazıcılar birçok alanda olduğu gibi moda sektöründe de dönüşümler ve yenilikler ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, takı ve aksesuarlarda çeşitliliğin artmasını ve müşteri tercihleri doğrultusunda üretim yapılmasını sağlamaktadır (Yıldıran, 2016: 156).

Eğitimde de kullanılmaya başlanan 3D yazıcılar, öğrenme tabanlı ürünlerin üretimini kolaylaştırmış ve bunun yanında öğrenci tabanlı öğrenme sürecinin zenginleşmesini sağlamıştır; böylece bilgi, beceri ve yetenek geliştirme amacını desteklemiştir (Öztuna, 2017: 64). 3D yazıcıların yer aldığı öğrenme ortamlarında öğrenciler bilgisayarlarla tasarım yapmayı öğrenebilmektedir. Böylece öğrencilerde görsel medya okur-yazarlıklarının gelişmesi sağlanacaktır (Verner ve Merksamer, 2015). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı'nın 6-7-8. Sınıfları kapsayan yeni müfredatında yer alan “Teknoloji ve Tasarım Dersleri” nde de 3D yazıcılar, ders ögesi olarak önem kazanmıştır. Örneğin, laboratuvarında Araştır-Kurgula-Tasarla-Üret gibi kademeleri olarak görülen derslerin, ‘üret’ adımı 3D yazıcılar yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

3D yazıcıların kişisel ve özel üretimi artırması ile günümüzde aktif olan sanal alışverişin üretim aşamasında yenilikler meydana getirmiştir. Sanal şirketlerin tercihler ve istekler doğrultusunda emsalsiz ürünler üretmesi, rekabeti artırmaktadır. Bu durum sanal ortam dışında ticaret yapan şirketler için de geçerlidir.

2.3.5. Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu

İşletmelerin büyümesindeki en önemli etken ekonomidir. Şirketler varlıklarını korumak, riskleri düşürmek, büyüme hızını arttırmak, piyasa değerlerini maksimize etmek istemektedir. Bu hedef doğrultusunda şirketler birleşerek temelde iki çeşit olan yatay ve dikey entegrasyon kavramını ortaya çıkarmıştır. Yatay entegrasyon, müşteri kitlesi aynı olan, farklı şirketlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Buradaki amaç, ortak müşteri kitlesine hitap eden şirketlerin pazar payını arttırmaktır. Dikey entegrasyon, aynı sektör içerisinde farklı alt sektörlerdeki müşterilere

hitap eden şirketler bir araya gelmektedir. Dikey entegrasyon ise üç çeşittir: Geriye doğru dikey entegrasyon, ileriye doğru dikey entegrasyon ve dengeli entegrasyon (Özsoylu, 2017: 60).

Yatay entegrasyon, üretim ve organize aşamasındaki her adımın birbiri ile aynı zamanda farklı firmaların üretim ve organize aşamasındaki adımlar ile kesintiye uğramayan bir bağlantıyı ifade etmektedir. Bu entegrasyon şirketin birçok noktasında üretimin değişik aşamalarında yer almaktadır. Ham madde tedarikinden ürünlerin tasarımından, üretimine, pazarlamasından ve nakliyesine kadar her aşamayı içine almakta ve baştan sona bütünlük bir sistem oluşturmaktadır. Dikey entegrasyon, süreçler arası değil, süreçlerin tamamında yer alan altyapıda kesintiye uğramayan iletişim ve bilgi akışı sağlanmasıdır. Fabrikalardaki asansörler, vanalar, kontrol panelleri, üretim yönetim sistemi, kurumsal kaynak planlama yazılımları vb. birimlerin entegrasyonu buna örnektir (Soylu, 2018: 48).

Kısaca yatay entegrasyon, *“iş ortakları ve müşteriler gibi farklı aktörler ile iş ve işbirliği modellerinin entegrasyonunu içeren değer yaratma ağlarının oluşturulması”* anlamına gelirken, dikey ağlar *“akıllı üretim sistemleri, akıllı ürünler, akıllı lojistik ağları, üretim ve pazarlama ile hizmet gibi alanlarla ilgilidir”* (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 470).

Günümüzde bilgi teknolojilerinin birçoğu tam anlamıyla entegre olmamaktadır. Firmalar, tedarikçiler ve tüketiciler nadiren birbirlerine tam anlamıyla bağlıdır. Aynı durum mühendislik ile ilgili tasarım, üretim ve hizmet bağlantılarında da geçerlidir. Fakat firma genelinde global veri entegrasyon ağları geliştikçe, firmalar, birimler ve yetkinlikler daha uyumlu hale gelecektir (Altay, 2016: 8).

Dikey ve yatay entegrasyonun meydana getirdiği Endüstri 4.0 ile üretim süreçlerinde değişimlere ve oluşan hatalara anında tepki verilebilmektedir. Bu teknoloji ile kişiselleştirilmiş müşteri odaklı üretim kolay olarak gerçekleştirilebilmektedir. Kullanılan kaynak verimliliği yüksek olmaktadır. Aynı zamanda global tedarik zincirinde optimizasyona ulaşılmasına olanak sağlanmaktadır. Diğer yandan şirketler daha esnek hale gelmektedir. İstenilen değişimler basit ara yüz yenilemeleriyle bile gerçekleştirilebilmektedir (Siemens Türkiye, 2016: 10).

2.3.6. Nesnelerin İnterneti

Makinelerin bilgisayarlar ve internet teknolojilerindeki yeni gelişmeler sayesinde koordine edilebilir hale gelmesi, yeni sanayi devrimini ortaya çıkarmıştır. “Nesnelerin interneti” kavramı olarak bilinen bu yeni sistem sayesinde fabrikaların kendini yönetebilir olması ile ileri düzey teknolojiye geçilmiştir. Diğer bir ifade ile makinelerin; emeğin ikamesi olarak, üretim sürecine hâkim bir şekilde kendiliğinden organize edebilir olması olarak ifade edilebilir (EBSO, 2015: 7).

Nesnelerin interneti "*benzersiz bir şekilde adreslendirilebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları*" olarak tanımlanmaktadır (Güler, 2018: 528).

Nesnelerin interneti kavramının ortaya çıkış sürecine baktığımızda; 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki bir grup akademisyenin başka bir katta yer alan ve kamera yardımıyla görüntüsü alınan kahve makinesine ait dakikada üç defa güncellenen görüntüleri internet aracılığıyla paylaşması ilk örneklerden biridir (Armentia ve ark., 2012: 2). Daha sonra Nesnelerin interneti kavramı 1999 yılında Kevin Ashton P&G şirketi için Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisinin faydalarıyla ilgili sunumunda kullanılmıştır (Ashton, 2009). 2005 yılında Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'nce (ITU) bununla ilgili ilk rapor yayınlanmıştır. Bu raporda Nesnelerin internetinin; nesnelere tanımlama, hissetme, düşünme ve onları küçültme (nanoteknoloji) gibi gelişmeleri birleştirerek, yeryüzündeki nesnelere hem fiziksel hem de akılsal olarak bağlayacağını savunmuştur (Yiğitbaşı, 2011: 7).

Nesnelerin interneti; nesnelere, insanlar ve bulut bilişimi teknolojisinin kullanılarak internet aracılığıyla (internetin de) birbirine bağlanmasıdır. Bu kullanılan bağlantı ve kullanım alanlarına yenilerinin eklenmesi ile yeni iş modelleri oluşmaktadır. Araştırmacılar 20 milyar cihazın 2020 yılına kadar internete bağlanacağını öngörmektedir. Buradaki nesne ibaresi ID'ye (kimlik) sahip olup internet aracılığıyla iletişim kurabilen, ölçüm veya denetleme yapabilen akıllı cihazlardır. IoT (Nesnelerin İnterneti) ve M2M (Makineden Makineye) arasında farklılık vardır. Makine-Makine bağlantısı, makinelerin yalnızca kendi aralarında bağlantılı olduğu kapalı ve özel bir bağlantıdır. IoT ise bu bağlantının içine insan ögesinin girmesiyle birlikte, bağlantının kamusal servis sağlayıcılar aracılığıyla bağlanmasıdır (Eldem, 2017: 14).

Nesnelerin internetinin üretim alanlarında kullanımının, doğrudan ve dolaylı olarak sağlayabileceği avantajlar şu şekilde belirtilmektedir (Uzunöz, 2017: 155).

- Üretim alanlarında yapılan üretim ve yönetim süreci akıllı robotlar tarafından gerçekleştirilecektir. Herhangi bir hata veya arıza durumunda üretim otomatik durdurulabilecektir. Böylece üretim pratikleşebilecektir.
- Tedarik zinciri akıllı hale gelecektir. Zincir üzerine konumlandırılacak akıllı sensör ve akıllı etiketler ile zincirin tamamında ürünler kendini yönetebilecektir.
- Akıllı ölçüm araçları ile uygun değer belirlenerek gereksiz enerji harcaması yapılmayacaktır. Bunun sonucunda altyapı maliyetlerinin azaltılması sağlanabilecektir.
- Akıllı fabrikalarda üretimin robotik teknoloji ile yapılması durumunda işgücü ihtiyacı azalacaktır.
- Bütün bunların sonucunda, maliyetler ve harcamalarda meydana gelen azalma ile kazanç ve kâr artışı sağlanacağı öngörülmektedir.

2.3.7. Yapay Zekâ

Endüstri 4.0 ile üretim alanlarına giren yapay zekâ aslında 19. yy. ikinci yarısında oluşturulmuş ve günümüzde gelişimine devam etmektedir. Yapay zekâ ile cihazların gelecekte karşılaştırma yapma, önceki bilgilerden faydalanma, dizayn etme, kavrama ile öğrenme, diyalog kurma ve cisimlerin yerlerini değiştirme yetilerini kazanması amaçlanmaktadır. Böylece daha zeki ve verimli makinelere erişilebilecektir. Makine öğrenmesi algoritmaları, bu araştırma alanlarında büyük önem arz etmektedir. Onlar sayesinde makineler, ilk defa önlerine çıkan sorunlar için geçmiş tecrübelerine göre bir çözüme varmaktadır (Pirim, 2006: 84).

Bu teknolojinin mucidi Alan Mathison Turing'dir. Kendisi "Makineler düşünebilir mi?" problemiğini öne sürerek bu konuyu tartışmaya açan kişidir. Ayrıca İkinci Dünya Savaşı zamanında Almanya'nın algoritmalarını bulma araştırmaları yapan matematik uzmanları arasında en bilinen kişidir. Onun ürettiği prototipe ek olarak Bombe ile Colossus bilgisayarları sayesinde bu alanda yeni bir kavram ortaya çıkmıştır. Buna makine zekâsı denilmektedir. Tüm bu fikirlerin başlangıç noktası, insan zekâsıdır. Zaman ilerledikçe günümüz bilgisayarları, yaşamımızdaki sorunları ortadan kaldırma amacıyla donanımlarını geliştirerek, herkesin ulaşabileceği araçlar olmuşlardır. Halihazırda, Turing'in ismini taşıyan testi geçebilen yazılımlar, mükafatlandırılmaktadır. Söz konusu test yapay zekâyla çoklu sohbete dayalıdır. Daha önce hiç karşılaşmamış her bir kişinin, diğerinden farklı bir mekânda olduğu ve yazılı iletişimle gerçekleşen bu testin bitiminde; kişilerin, hangi sohbetlerini yapay zekâyla yapmış olabileceklerini tahmin etmeleri istenmektedir. Mevcut testlerin birçoğunda tahminlerin yanlış çıktığı belirtilmektedir (Reis, 2017: 11).

Yapay zekâ terimini türetenlerin asıl amacı, bilgisayarları geliştirmek ve zekileştirmektir. Ancak zaman içinde bu kavramın anlamı genişletilmiştir. Üretim alanlarına, hizmetlere ve günlük hayata entegre olmaya başlayan yapay zekâ, birçok alanlarda kullanılmaya başlanmıştır (Adalı, 2017: 10). Akıllı telefonlarda kullanılan siri uygulaması, hukuk alanında kullanılan danışman avukat robotlar, askeri alanlarda kullanılan sistemler yapay zekanın kullanım alanlarına örnektir.

2.3.7.1. Hukuk Alanı

Yapay Zekâ kullanımının hem hukuk mesleği hem de kanunların bazı alanları için önemli etkileri olmaktadır (Watson, 2018, 6). ABD'de Hukuk Hizmetlerinde Teknolojik İnovasyonu Yakalama Kanunu Raporu yapay zekâ ile ilgili bir bölüm içermektedir (Chittenden, 2017). Yapay Zekâ'nın kullanımına ilk olarak Amerikalı Baker & Hostetler hukuk firması tarafından başlanmıştır ve IBM'nin geliştirdiği Ross adındaki yapay zekâyı kullanılmıştır. Bu yapay zekâ ilk etapta bünyeleri dahilindeki avukatlara destek sağlamak üzere kullanılmıştır. Ardından ise ülkenin bir numaralı dolandırıcısı Bernard Madoff'a karşı kendisinden faydalandığında, Ross'tan edinilen

bilgilerin önem taşıdığı belirtilmiştir. Ross'un ayrıca diğer firmalarla da protokoller düzenlediği belirtilmektedir (Dülger, 2018, 9). Andrew Arruda şirketi ise Ross'u belirli hukuk dallarında kalifiye etmek üzere hukuk çalışmalarına dahil etmiştir (ABD'de robot avukat göreve başlıyor (2016), <https://www.cnnturk.com/bilim-teknoloji/teknoloji/abdde-robot-avukat-goreve-basliyor>).

Bir başka yapay zekâ avukat örneği ise yine İngiltere'de geliştirilmiş olan DoNotPay isimli bir bottur. Bu yapay zekâ yazılımı ise sürekli park cezası alan bir genç tarafından, bu cezalara saniyeler içerisinde itiraz etmek üzere tasarlanmıştır (Yeşil, (t.y) <http://www.ilsaederji.com/robot-hakim-ve-bazi-yapay-zekali-hukukcular/>). Başarısını ise %60'ın üzerinde bir oranla, bir seneden kısa bir sürede 160.000 davayı kazanarak ispatlamıştır.

Luminance ise hukuk mesleğinin yapay zekâ platformudur: makine öğrenimi bilim dalındaki son teknolojik gelişmeleri kullanarak, avukatların, hacimleri katlanarak artmakta olan kurumsal belgeleri incelemesine yardımcı olmaktadır. Organizasyon, Eylül 2015'te, Cambridge Üniversitesi'nden makine öğrenimi uzmanları tarafından kurulmuştur ve yapay zekâ teknikleri için yıllarca süren araştırma ve geliştirmeler uygulamaya aktarılmıştır. Önde gelen matematikçiler, bilgisayarlı görme uzmanları ve veri güvenliği uzmanları; belgeleri okumak, anlamak ve daha hızlı ve daha doğru bir inceleme sunmak için kendi kendine öğrenme algoritmasını geliştirmek üzere avukatlarla birlikte çalışmışlardır. Daha sonra, Luminance, yasal bir ekibin çalışmalarını sorunsuz bir şekilde artıran teknolojiyi oluşturmak için dünyadaki en iyi avukatların bazılarıyla iş birliği yaparak daha da geliştirilmiştir. Ürün 18 aydan daha kısa bir süre önce piyasaya sürüldüğünden beri, Luminance, dünya genelinde 75'ten fazla hukuk firması tarafından kabul görmüştür. Başlangıçta birleşme ve satın alma durum tespiti için sözleşme incelemesini desteklemeye odaklanan Luminance, 5 kıtada 23 ülkeyi kapsayan müşteri portföyü ile yüzlerce işlemde kullanılmıştır. Şirketin, Londra'da bulunan ve önde gelen hukuk şirketlerinin hızla büyüyen uluslararası müşteri tabanını desteklemek için Chicago ve Singapur'da yeni ofisleri bulunmaktadır (Luminance (t.y.) <https://www.aiia.net/events-legalaiforum/sponsors/luminance>). Luminance'in müşteri portföyü arasında küresel çapta en büyük 100 hukuk şirketinin 10'u ve dört büyük danışmanlık şirketinin üçü yer almaktadır. Şirketin bu hızlı başarısı sürpriz olarak değerlendirilmemektedir. Mevcut teknolojisi, önemli bilgileri veya anormallikleri tespit ederek sözleşmeleri ve yasal belgeleri okuyup anlama üzerine geliştirilmiştir. Bunu yapması için herhangi bir talimat verilmesi gerekmemektedir. Ayrıca her dildeki belgeler arasında geçiş yapabilmektedir. Şirketin CEO'su Emily Foges, bir stajyer yerine, yapay zekanın belgeler arasında dolaşmasını sağlayarak; hukuk büroları tarafından kullanılmasının ardındaki ilk bir saat içinde bilgiyi bulabilmektedir. Elbette, bu tür zaman tasarrufları, teknolojinin ve özellikle de yapay zekanın, avukatların yerini alma korkularını artırmaktadır (Jee, 2018).

2.3.7.2. Askeri Alan

Yapay zekanın kullanımı birçok alanda mevcuttur. Fakat günümüzde en çok konuşulan ve görüş ayrılıklarının olduğu alan askeri alandır. Günümüzde yapay zekâ kullanım alanı olarak askeri alan, geniş bir bölümü oluşturmaktadır. Basit örnekleri yüz tanıma sistemleri, İHA'lar (İnsansız Hava Aracı), daha ileri noktada ise yapay zekâ robotlarıdır. Bu durumun tartışma konusu olan kısmı ise öldürme yetkisinin yapay zekâ robotlarına verilmesi durumudur. Bu yetki henüz robotlara ait değildir. Bu alanın insan etkilerinin tehlikelerinden dolayı robot kullanımı yatırımları büyük ölçüde desteklenmektedir. Fakat gelecekte savaş veya belirli tehlikeli durumlarda robot kullanımının gerçekleşmesi muhtemeldir. Bu durumlarda robotlara verilen yetkilerin sınırları önemlidir; insan ve robotların karşı karşıya kaldığı bir durumda robotun sahip olduğu yetki öldürmek mi yoksa sadece etkisiz hale getirmek mi olacaktır. Bu konuda karar verilmesi gerekecektir. İnsan yönetiminde olmayan bir yapay zekâ robotun; tehdit unsurlarını fark ettiği anda, karar alma ve tepki mekanizmalarını kullanma aşamasında nasıl bir yetki verilmesi gerektiği tartışma konusu olmaktadır. Bu konuda sınırlama uygulanması gerektiğini savunanlarının yanında, ne olursa olsun yapay bir ürünün insanı tehlikeye atacak herhangi bir duruma neden olmaması gerektiğini düşünenler de mevcuttur.

Robotlara yetki verilmemesi durumunu savunanlar arasında, Elon Musk ve Mustafa Süleyman yer almaktadır. Onların da aralarında olduğu birçok akademisyen Birleşmiş Milletler'e (kısaca: BM) 'Katil Robotu yasaklama' çağrısı yapmıştır (Sarığöz ve Çağlar, 2018: 38).

2.3.7.3. Diğer Kullanım Alanları

Yapay zekâ bugün sağlık alanında kullanılmaya başlayan yeni teknolojilerden biridir ve hızla yayılmaktadır. Hastalık teşhisi, olası risklerin öngörülmesi gibi birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Giyilebilir teknolojilerdeki sensörler yardımıyla elde edilen veriler sayesinde uyku kalitesi tahmin edilebilmektedir. Sistemde yer alan geçmiş sağlık kayıtlarından gelecekteki hastalık riskleri öngörülebilmektedir. Örneğin röntgen filmlerinin otomatik analiz edilip teşhis konulmasına yardımcı olan görüntü tanıma teknolojisi mevcuttur. Bunların yanında Babylon Health'in sahip olduğu yapay zekâ robotu, intern doktorların bitirme sınavında 100 üzerinden son beş yılın ortalaması olan 72 puanı 82 puan ile geride bırakmıştır (Sarığöz ve Çağlar, 2018: 38).

Yapay zekâ sayesinde şirketler, satışlarını artırmak amacıyla uzun vadede çalışabilecekleri müşterileri tespit edebilmektedir. Algoritmalar sayesinde ise her müşteriye özel kişiselleştirilmiş ürün yelpazesi sunulabilmektedir. Ayrıca mallarını doğru depolara ulaştırarak, lojistik faaliyetlerini de yönetilebilmektedir.

Bilgisayar destekli eğitim sistemleri yardımıyla yöneticiler, ekiplerine istedikleri alanlarda eğitim sunabilmektedir. İngilizcede “intelligent tutoring systems” (Akıllı Öğretim Sistemleri) adı verilen bu teknoloji, halihazırda Amerikan ordusu teknisyenleri SHERLOCK yazılımı sayesinde faydalanabilmektedir. Ayrıca DARPA acentesi (İleri Savunma Araştırma Projeleri Şirketi) de bu teknolojiyi çalışanlarına sunmaktadır. Yüksek öğrenim kurumları henüz söz konusu gelişmeyi yakalama konusunda geriden gelseler bile, bu yeni teknolojinin kısa süre içerisinde öğretim elemanlarına yardım etmek üzere bu kurumlarda olabilecekleri öngörülmektedir. Üstelik doğal dil işleme alanındaki ilerlemeler sayesinde de her bir öğrenciye yönelik kişiselleştirilmiş sınav imkanlarının önü açılmaktadır. Bu günlerde yapay zekanın yaygınlaşmasının ve gelişmesinin olası sonuçları üzerine basında sıkça komplo teorileri kurulmaktadır. Fakat bu konuda, kütüphane ile enformasyon bilimi (LIS) alanındaki gelişmelerden pek de bahsedilmemektedir (Arlitsch ve Newell, 2017: 791). Sohbet botları (chatbots), müşterilerin sorularına doğru çözümler bulmak ve onlara bilgi aktarımında bulunmak gibi fonksiyonlara sahiptir (Yıldız ve Yıldırım, 2018: 29).

Büyük ekonomiye sahip devletlerin hemen hepsi halihazırda türlü tarım temelli operasyonlarını sürdürmek üzere, tarım kurumlarının bünyelerinde yapay zekâyı barındırmaktadır. Böylece, meteoroloji verisi gibi birçok veriden yola çıkarak, ürünlerini ne zaman dizecekleri ile ne zaman ilaçlama yapacakları ya da gübre kullanacakları gibi hususları belirleyebilmektedir (Kerkhof, vd., 2015: 22). Hayvanlar üzerinde ise yapay zekâ sayesinde çeşitli sağlık kontrolleri yapılabilmekte ve sağlık durumları gözetim altında tutulabilmektedir (Bucci vd., 2018: 3).

2.3.7.4. Yapay Zekanın Geleceği ve Tehlikeleri

Birçok bilim insanı, akademisyen ve girişimci yapay zekanın geldiği noktayı göz önüne alarak, ilerde yapay zekanın geleceği nokta ve yapacakları açısından insanlığı uyarmaktadır. Şu an aktif olarak verimli ve olumlu yönleriyle kullanılan bu teknolojinin, gelişimini tamamladığında ve insan zihninin boyutlarına ulaştığında tehlikeli olacağı öngörülmektedir. Tesla firmasının sahibi Elon Musk’a göre yapay zekâ insanlık için ‘en büyük tehdit’ olarak belirtilmiştir. Bununla birlikte, Musk insanlığın sonunun bir yapay zekâ ile yüzleşmesiyle mi sonlanacağını merak ettiğini belirtmiştir. Oxford Üniversitesi Profesörü Nick Bostrom da önümüzdeki yüzyılda yapay zekâ hakimiyetinde bir kıyamet yaşayabileceğimizi kaydetmiştir. Google’ın başmühendisi Ray Kurzweil de yapay zekadan tedirgin olduğunu ifade etmiştir. Kurzweil, süper-zekâ yazılımlarını sınırlandırılmaya gücü bulunan ahlak kodları oluşturmanın çok zor olabileceğini söylemiştir (Yapay zekâ insanlığın sonu olacak korkusu gerçekçi mi? 2014, https://www.bbc.com/turkce/haberler/2014/12/141204_yapay_zeka_insanligin_sonu).

Gelişen teknoloji ile yapay zekâ kullanımı günlük hayatımızda yerini almaya başlamıştır. Bunun yanında birçok kurumsal alanda yardımcı rol üstlenmektedir. Yukarıda bahsedilen robot avukatlar, sağlık alanındaki yapay zekâ tabanlı makineler, genel özellikleri asıl iş yapan işgücüne

yardımcı role sahiptir. Fakat ilerleyen zamanlarda yapay zekanın daha geniş alanlara yayılacağı ve yardımcı rolden çıkacağı öngörülmektedir. İstihdam alanında emek önceliğini ortadan kaldırıp işsizliği artıracığı, sanal piyasalarda girişimci rolüyle rekabet piyasalarında yer alacağı düşünülmektedir. Burada sadece yapay zekanın bir otorite veya karar sahibi olarak tehlike arz edeceğini düşünmek, daha uzak gelecek için geçerli olabilmektedir. Bunun yansırı yakın gelecekte yapay zekanın kötüye kullanılması durumu da yine tehlike oluşturacaktır.

Yapay zekanın hukuk alanındaki tehlikeleri incelendiğinde; günümüzde gelişmekte olan yapay zekâ robotlarının hukuk alanında yer almaya başladığı görülmektedir. İşlerini ellerinden alacağı düşünülen bu robotlara karşı kendi alanlarında söz sahibi olmaya devam etmek isteyen avukatların, işlerinde gerçekten iyi ve iddialı oldukları, kendi alanlarında yüksek derecede uzmanlaştıkları, iş sorumluluklarını tam anlamıyla yerine getirdikleri ve yapay zekâyı bir girdi olarak kullanmayı başardıkları sürece bu hızlı teknolojik değişime uyum sağlayabilecekleri öngörülmektedir. Aksi takdirde, yasal uygulamalarda yapay zekâ avukatlığının ilerlemesinde, hukuk ve avukatlık etiğinde dahi etkili bir engel görülmemektedir. Avukatlar, yapay zekâyı bir girdi olarak benimsemeye devam edecek olmalarının yanı sıra, hukuk alanında uzman olmayan kişilerin bu alanda yasal hizmetler sunmalarını engelleyemeyeceklerdir (McGinnis ve Pearce, 2014: 3065).

2.3.8. Siber-Fiziksel Sistemler

Siber-fiziksel sistem, ileri derecede zeki ve esnek yazılımlarla makineleri kontrol etmeyi ifade etmektedir (Kobara, 2016: 788). Söz konusu sistem, maddesel aygıtları siber teknoloji bilimiyle birleştirme aracılığıyla daha fazla akıllı hale getirmektedir (Lee, 2006). Siber saha ve maddesel gezegeni birleştiren sistemlere siber-fiziksel sistemler (CPS) denilmektedir. Söz konusu sistemler, maddesel gezegendeki aksiyonları internet servisleriyle edinerek, küresel anlamda nesnelere karşılıklı etkileşimlerini kapsamaktadır (Alçın, 2016: 24).

Siber-fiziksel sistemler nesnelere internetinin ortaya çıkmasına esas olarak olanak sağlayan, söz konusu son teknolojidir. Reformist ve erişilebilir bu teknoloji bilimleri, reel ve nominal alemleri birbirinden ayıran hatları yok etmek üzere geliştirilmiştir (Soylu, 2018: 46). CPS'in getirdiği yenilikler sayesinde, halihazırdaki çalışma ve satış biçimlerinin değişmesi nedeniyle; çeşitli endüstrilerin de değişim geçireceği öngörülmektedir (MacDougall, 2014: 8).

Endüstri açısından, bu son teknolojik gelişmelerle siber-fiziksel alem ilişkileri, “Akıllı Fabrikalar” ve benzeri şekillerde makinelere aktarılmaktadır. Bu üretim merkezlerindeki otomasyon sayesinde donanımlar, yapılacak işlemleri tespit ederek, bir sorun oluşması durumunda gerekli alanlardaki eksiklikleri tamamlamaktadır. Siber-fiziksel sistemler sayesinde yeni üretim alanları inşa edilmeden, simülasyon tekniğiyle kontrol edilip, kâr getiren veya getirmeyen yönleri

belirlenerek Ar-Ge ile satış alanlarında önemli gelişmeler meydana gelebilmektedir. Nihayetinde Dördüncü Sanayi Devrimi ile siber fiziksel sistemler, geleceği hızlandırmakta, yenilikçi yaklaşımlar sunmakta ve verimliliği artırmaktadır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 426).

2.3.9. Siber Güvenlik

Siber güvenlik sistemleri, internete bağlı bulunan bütün sistemlerin güvenliğinin sağlanması ve internet üzerinden gerçekleştirilen siber saldırıların engellenmesi için oluşturulan yazılımsal özel güvenlik uygulamalarıdır. Neredeyse tüm nesnelerin ağına bağlı hale gelmeleri ve internet üzerinden çalışmaları sonucunda gizlilik ve güvenlik sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle siber güvenlik sistemleri hayati bir önem taşımaktadır (Avcı, 2019: 31, Banger, 2018: 45).

Yeni sanayi devrimiyle birlikte, güvenliği ihlal yöntemlerinin de “akıllanması”, beraberinde güvenliği sağlama yöntemlerinin de insan gücünden makinelere aktarılmasına neden olmuştur. Bu son sanayi devriminde başı çeken Almanya’daki Deutsche Telekom’un dört yıl önce duyurduğu Siber Güvenlik Raporu, firmaların %90 oranında maruz kaldıkları tehlikeler karşısında yalnızca %60 oranında tedbirli bulduklarını ifade edilmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte bu tehlikelere karşı daha kısa sürede daha fazla olacağını bildirmiştir (Arıksoy, 2016: 2).

Endüstri 4.0’a kadar olan süreçte, veri kaybı ya da deformasyonu sorunları mevcutken, artık bunlara verilerin ele geçirilmesi ve üçüncü şahıslarca kötü amaçlı kullanımı da eklenmiştir. Bu bağlamda mevcut bilgileri koruma ihtiyacıyla, bilişim güvenliği kavramı ortaya çıkmıştır. Böylece teknolojik aletler ve içerdikleri bilgiler koruma altına alınabilmektedir. Bu bilgilerin sunduğu imkân değerlendirebilmeyi sağlayan hukuksal yapı, verilerin verimli servislerle kullanımının önünü açarken, güvenliğini de garanti etmelidir. Bireysel bilgilerin yanı sıra, şirketler dahilindeki tüm bilgilerin de güvenliği garanti edilmelidir. Tüm bu nedenlerden dolayı, yakın gelecekte hukuk alanında gerekli düzenlemelerin hayata geçirilmesi hususu kaçınılmaz olmuştur (Özsoylu, 2017: 53).

2.3.10. Arttırılmış Gerçeklik

Arttırılmış gerçeklik, gerçek dünyanın işitsel ve görsel verilerinin bilgisayarda işlenerek, sanal alanda bir realite oluşturmasıdır. Bu sayede insan, kendisine sunulan sanallığın ve realitenin kesişim noktasında, simülasyonla da desteklenebilen bir algı ve etkileşim alanına sahip olmaktadır. Etkileşimlerin anlık olabildiği bu teknolojiyle, reel ve dijital sahalar bir harmoni yakalamaktadır (Kahraman, 2016).

Arttırılmış gerçekliğin ilk örnekleri başa takılan görüntüleyici aygıtlar gibi temel seviyede giyilebilir araçlardan meydana gelmekteydi. Günümüzde ise hologramlar, mobil programlar ve

akıllı gözlüklerin gelişim aşaması devam etmektedir. Bu teknoloji askeri alan, eğitim, insan bilimi, sanat, eğlence vb. birçok alanda kullanılmaktadır (Öztuna, 2017: 78-79). Şirketler, kısaca artırılmış gerçekliğin simülasyonla desteklendiği bu gelişme sayesinde, istedikleri verilere rahatça erişme imkanına sahip olmaktadır (Davutoğlu vd., 2017: 554).

Artırılmış realiteden faydalanan işletmeler, ürün seçme ile onarım direktifleri iletilme benzeri türlü servislere yardım etmektedir. Şimdilik yeni olan bu gelişmeler sayesinde firmalar, personellerinden, anlık veri iletimi ile karar verme alanlarında önümüzdeki yıllarda yüksek miktarda faydalanabileceklerdir (TÜSİAD, 2016: 30). Iowa State Üniversitesi tarafından yapılan araştırmada artırılmış gerçeklik kullanılan üretim alanlarında çalışan hataları %30-90 oranında azalmaktadır. Diğer yandan montajlama süresini de kısalttığı ortaya çıkmıştır. Bütün bunların sonucunda artırılmış gerçekliğin sanayide dönüştürücü bir teknoloji olduğu öngörülmektedir (Öztuna, 2017: 79).

2.3.11. Akıllı Robotlar

Günümüzde gelişen teknoloji neticesinde robotlar daha adapte edilebilir, değiştirilebilir ve esnekleştirilebilir hale gelebilmektedir. Karmaşık biyolojik formlardan ilham alınarak robotların yapısal ve fonksiyonel dizaynı oluşturulmuştur. Robotların çevrelerini kavrama ve tepkimeye bulunma gibi yetenekleri, sensör teknolojinin geliştirilmesiyle sağlanmaktadır. Eskiden farklı olarak robotlar bulut teknoloji ile farklı ortamlardan bilgiye erişebilmektedir. Böylece diğer robotlarla iletişim sağlayabilmekte ve robotların oluşturduğu ağ sistemlerine ulaşabilmektedir (Schwab, 2016: 25-26).

Sanal ortamda daha önce programlanmış görevleri yerine getiren elektro-mekanik cihazlar, akıllı robotlardır. Bunlar tek bir merkeze bağlı veya özgür çalışabilmektedir. Bu merkez işgücü olarak bir operatör ya da bilgisayar programına bağlı olabilir (EBSO, 2015: 20). Akıllı robotların bulunduğu üretim ortamı genellikle esnektir ve üretim esnasında diğer gerekli olan malzeme, makine ve bileşenler ile etkileşim haline geçmektedir. Böylece üretimde verimlilik artışı sağlamaktadır. Endüstri 4.0'ın unsurlarından biri olarak bu teknoloji, günümüzde endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Akıllı robot teknolojisi literatürde, robotik ya da mekatronik şeklinde isimlendirilmektedir. Mekatronik, ilk kez Japonya'da, mekanik ve elektronik sözcüklerinin birleştirilmesinden ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak bu teknoloji, imalat sanayiinin neredeyse bütün alanlarında kullanılmaktadır. Özellikle otomotiv sanayinde karşımıza çıkmaktadır (Davutoğlu vd., 2017: 554).

Gelişmiş sensörler, yapay zekâ algoritmaları ve daha birçok teknoloji sayesinde, birçok koşulla uyumlu çalışan, esnek robotlar üretilmektedir. Geçtiğimiz dönemlerde üretim alanı, robotlara göre düzenlenmekteydi. Artık bu sayede robotlar her üretim alanına ve sistemine uyum

sağlamaktadır. Esnek yapıları ve gelişmiş sanal görüşlerine sahip robotlar parçaları ayırt ederek, her biri için farklı hareket kabiliyetine sahiptir. Ayrıca bu özellikleriyle işgücüyü aynı ortamda çalışma yetenekleri mevcuttur (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 427).

Üretim süreçlerinde verimin artırılması akıllı robotlar ile gerçekleştirildiğinde, bu durumun robotların işgücünün ikamesi sonucunda emeğe olan talebin ortadan kalkmasına neden olacağı düşünülmektedir. Ancak, yakın geleceğin üretim alanlarında işçilerin nitelikleri, eğitim durumlarına göre değerlendirilecektir. Bu sistemin olanak sağladığı durumlardan biri de robotların ve işgücünün 24 saat boyunca sisteme bağlı çalışabilmeleri olacaktır. Bu donanıma sahip üretim alanlarında oluşabilecek bir sorunda yetkili, işgücünün elektronik cihazları aracılığıyla eş zamanlı olarak haberdar olmaları mümkündür. Yetkili kişi sadece haberdar olmayacak, aynı zamanda sorunun nedeninin nerede olduğu gibi bilgilere de hâkim olacaktır. Bu 24 saat kayıta olan ve çözüm önerisi sunan kamera sistemi ile gerçekleştirilecektir (King, 2015: 2).

2.3.12. Akıllı Fabrikalar

Akıllı fabrikalar komplike üretim aşamalarını çabuk ve hatasız olarak yöneten, ürünün hatasız, kaliteli ve uzun ömürlü olduğu, gelişmiş teknolojinin entegre edildiği, otonom robotlarla üretim yapan fabrikalardır. Burada emek, otonom robotlar, kendi aralarında iletişimi olan makineler ve tüm üretim araçları birbiriyle etkileşim halindedir. Buradaki iletişim halinde olan makineler, siber güvenlik aracılığıyla güvenli bir üretim gerçekleştirmektedir. Oluşan hatalarda üretimi otomatik olarak durdurabilmekte ve sorunu düzeltme açısından çözüm üretebilmektedir. Sonuç olarak bu fabrikalarda üretim; tam vaktinde üretim yapılmasıyla, makinelerin kendi üretim kaynaklarını planlamasıyla meydana gelmektedir (Davutoğlu vd., 2017: 554).

Gelişmiş sanayilere sahip ülkelerin çoğu, teknoloji ve yenilik ağırlıklı üretimi desteklemek ve ona yönlendirmek için, yerel girişimlere yatırım yapmaktadır. Bunların çoğu endüstri 4.0 ile akıllı üretimin ilke olarak kullanıldığı üretimin olduğu günlere ulaşmak için yapılmaktadır (Lu, 2017). Akıllı fabrika konsepti, endüstriyel veya imalat işlemlerinin geleneksel standartlara göre farklı bir şekilde organize edileceği anlamına gelmektedir. Akıllı imalat programında, üretim sürecine dahil olan tüm bireysel adımlar tam olarak bağlanacak ve entegre edilecektir. Etkilenecek süreçlerden bazıları fabrika ve üretim planlama, lojistik ürün geliştirme, kurumsal kaynak planlama ve üretim yürütme sistemleridir. Ayrıca, akıllı bir fabrikada, tesis makine ve ekipmanları, kendi optimizasyonlarını sağlayarak ve özerk karar alma yoluyla üretim sürecinin iyileştirilmesini sağlayacaktır (Tomas, 2017).

2.3.12.1. Akıllı Fabrikaların Geleneksel Fabrikalardan Farklılıkları

Geleneksel fabrikalardan farklı olarak akıllı fabrikalar Endüstri 4.0 sürecini gerçekleştirecek olan etmenlerden biridir. Bu fabrikalar üç unsurdan meydana gelmektedir. Birincisi, üretim alanındaki bütün sistem, bilgisayar, makine ve araçları birbirleri ile ilişkilendiren dikey entegrasyondur. İkicisi akıllı fabrika tedarikçilerle ve yardımcı sanayi ile ağ bağlantısı sayesinde bütünlük sağlanmaktadır. Üçüncüsü ise fabrikadaki sistemlerin ve süreçlerin aynı ara yüz üzerinden baştan sona dijital mühendislik sistemleri ile bütünleşmesidir (Banger, 2016'dan aktaran Öztuna, 2017: 81).

Şekil 2: Endüstri 4.0 Bileşenleri ile Entegre Olan Akıllı Fabrika Kavramı



Kaynak: Endüstri 4.0 Tarihine Yolculuk, 2017, <https://ioturkiye.com/2017/08/endustri-4-0-tarihine-yolculuk/>

Şekil 2'de, Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikaların nasıl entegre oldukları görsel olarak anlatılmıştır. Akıllı fabrikalar Endüstri 4.0 ile meydana gelen ileri teknolojilerin üretim alanlarına uygulanmasıyla meydana gelmektedir. Bu üretim alanlarında emeğin yanında yoğun teknolojinin kullanıldığı üretim gerçekleşmektedir. Bu fabrikalardaki akıllı robotlarla birlikte, nesnelerin interneti, bulut bilişimi, 3D yazıcılar, büyük veriler gibi birçok teknoloji ve uygulama üretim aşamalarının büyük bölümünde yer almaktadır.

Endüstri 4.0'ın üretim süreçlerinin, üreticiler ve çalışan işgücü üzerinde büyük etkisi olacağı öngörülmektedir. Çünkü işgücü ile gerçekleştirilen bütün üretim şekilleri değişiklik göstermektedir. Ayrıca geleneksel üretim alanlarının yerini kendine kendine üretim yapabilen, sürekli öğrenen akıllı fabrika almaya başlamıştır (Prinz vd., 2016'dan aktaran Şekkeli ve Bakan: 2018: 211). Akıllı fabrikanın geleneksel fabrikalardan farkları şunlardır (Şekkeli ve Bakan, 2018: 212):

- *Üretim şekli:* Geleneksel fabrikada işgücü daha yoğundur. Üretim işgücünün bilgi, yetenek ve uzmanlığına bağlıdır. Bu karşılık akıllı fabrikalar ise internet merkezlidir.

Diğer bir ifadeyle üretim, nesnelerin ve üretim araçlarının internet üzerinden birbiriyle etkileşimine bağlıdır.

- *Üretim aşaması:* Geleneksel fabrikadaki üretim aşamalarında makineler birbirlerinden bağımsız çalışmaktadır. Akıllı fabrikada ise makineler birbirine bağlı ve birbirleriyle iletişim halinde işlev görmektedir.
- *Stok:* Geleneksel fabrikada üretim stoklama odaklıdır. Akıllı fabrikada ise müşteri merkezli tam zamanlı üretim yapıldığı için stok bulundurulmaz.
- *Karar süreci:* Geleneksel fabrikada karar süreci insan odaklı yapılırken, akıllı fabrikada bu süreç yapay zekaya sahip robotlar tarafından yapılmaktadır.
- *Kaynak kullanımı:* Geleneksel fabrikada seri üretim gerçekleştirebilmek için, önceden hesaplanmış, uygulanmış ve yapılandırılmış kaynaklar kullanılmaktadır. Akıllı fabrikada ise çok çeşitli özelliklerde az sayıda ürün üretmek için, farklı kaynaklar birlikte kullanılmaktadır.
- *Örgüt yapısı:* Geleneksel fabrikada örgüt yapısı piramit şeklindedir. Kademeler arasında yönetim katmanları vardır. Akıllı fabrikadaki örgüt yapısında ise bilgi paylaşımı hızlanmış ve yaygınlaşmıştır. Böylece örgütsel piramitte yönetim katmanları yoktur.
- *Yönlendirme:* Geleneksel fabrikada üretim hattı sabit olduğu için üretimde değişiklik yapılmak istenmesi durumunda sistem durdurularak manuel olarak yeniden yapılandırılmaktadır. Akıllı fabrikada ise çeşitli ürünlerin üretimi arasında geçiş sağlamak adına kaynak ve hattın yönü otomatik şekilde değiştirilebilmektedir.
- *Kontrol:* Geleneksel fabrikalarda makineler yapmaları gereken görevler için önceden yapılandırılmıştır. Akıllı fabrikada ise kontrol sistemi birden fazla sisteme dağıtılmıştır. Bu akıllı sistemler organize olmak için aralarında iletişim kurmaktadır.
- *Bileşenler:* Geleneksel fabrikada ölçüm ve hata bulmak için kullanılan sensörler bulunurken, akıllı fabrikada akıllı sensörler kendi görevlerinin farkındadır ve öngörü sahibidir.

2.3.12.2. Akıllı Fabrikaların Avantajları

Akıllı fabrikaların bir mal ya da hizmetin oluşturulmasında en önemli unsurlardan olan enerji açısından faydaları mevcuttur. Enerjinin etkili kullanılması maliyetlerin azaltılmasını sağlamaktadır. Endüstri 4.0 sonucunda ileri teknolojiler ile akıllı şebekeler oluşturularak güç ve enerji kullanımı iyileştirilmektedir. Akıllı fabrikaların, 'üretim alanlarında artan görünürlük' ile diğer üretim alanlarından üstünlüğe sahiptir. Bu özelliği ile kalite güvence aşamalarının düzenlenmesi için yeni imkanlar sağlamaktadır. Bozulan veya eskiyen üretim araçlarının ve parçalarının denetim ve kontrolü ile üretimde problem oluşmadan bakım ve tamiri en iyi şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır (Banger, 2018: 182).

Akıllı fabrikalar ileri teknoloji ile donatılmış olmalarının verdiği avantaj ile üretim aşamalarında ve üretim alanlarında büyük fayda sağlamaktadır. Bu faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şekkeli ve Bakan, 2018: 213-214):

- Yüksek Rekabet Gücü
- Performans Etkinliği
- Yüksek Üretkenlik
- Daha Düşük Maliyetler
- Yüksek Kalite
- İnovatif İş Modelleri
- Çalışma Koşullarında İyileşme
- Daha Çok Esneklik
- Yüksek Güvenlik

Sonuç olarak akıllı fabrikalar maliyetlerin azaltılmasına, gelirlerin artmasına vve müşteri tatminini sağlamaktadır. Aynı zamanda bu sistemler önceki Sanayi Devrimlerinde görülmemiş yeni bir döneme geçildiğini işaret etmektedir (Banger, 2018: 183).

2.3.13. Karanlık Üretim

Karanlık üretim, fabrikaların herhangi bir insan müdahalesi olmadan tamamen bağımsız olarak çalıştığı bir üretim sürecinde kullanılan kavramdır. Üretim, kelimenin tam anlamıyla, üretim, aydınlatma veya ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme gibi insan gerekliliklerinden arınmış olarak gerçekleşmektedir (Tomas, 2017).

Tam otomatik fabrikalarda tek bir mühendis ekibi veya bir grup insan, robotlarla genellikle etkileşimi gerçekleştirmektedir. Karanlık üretim ise sadece makinelerin, tamamen kendi kendine yeterli olduğu üretimi ifade etmektedir. Otomatik süreçler veya robotları fabrikalara getirmek dışında, insanlık işlerinden kurtulan makinelerle üretim, büyük çapta meydana gelen bir olgudur. İş açısından bakıldığında, başlangıçta yüksek sermaye harcamasından sonra işletme giderlerini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Üretici, insan hatası nedeniyle oluşan maliyetlerden ve işgücü ücretlerinden kurtulmaktadır. Ancak asıl soru, insan emeğini bilgisayarla değiştirmenin toplum üzerinde ne tür bir etkisi olduğudur. Birçoğu, şirketler tarafından elde edilen potansiyel finansal faydalar olmasının yanında işsizliğin hem birey hem de toplum açısından kısa vadede olumsuz etkilerinin olacağı düşünülmektedir (Tomas, 2017).

Karanlık üretimin ilk denemesi Çin’de kurulan cep telefonu üreten bir fabrikadır. Bu üretim alanında kullanılan bir robot 6-8 işgücünün yapabileceği işlevi yapmaktadır. Genel müdür tarafından, bu donanımına sahip olunmadan önce fabrikada 650 işçi varken, bu teknolojiden sonra

60'a düştüğü açıklanmıştır. Aynı şekilde hatalı üretim oranı, %25'lerden %5 oranlarına gerilemiştir (Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim (t.y.), <http://www.iot.gen.tr/2017/05/03/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>).

Karanlık üretim, üretici için birçok fayda sağlamaktadır. Bunları şu şekilde sırlayabiliriz (Alkan 2017: Akben ve Avşar, 2018: 32).

- *Artan verimlilik:* Üretim esnasında robot hata oranı düşük olması durumunda verimlilikte artış gerçekleşmektedir.
- *Makine kullanımı ile azalan işgücü kullanımı:* Makine kullanımı iyi planlandığında, işgücüyle yapılan üretimde ortaya çıkan boş zaman değerlendirilebilmektedir.
- *İşgücü maliyetinde düşüş:* Yukarıda bahsedilen birçok insanın yaptığı işi bir makinenin yapması durumunda emek talebi azalmaktadır.
- *Durmuyan üretim:* İyi yapılan organizasyon planlaması ile üretimin 24 saat devam etmesidir.
- *Enerji verimlilik artışı:* Sistem yüksek enerji tabanlı görünse de kullanım ve harcama oranına bakıldığında az enerjiyi daha verimli kullandığı görülmektedir.
- *Rekabet üstünlüğü:* Hızlı ve hatasız üretim sonucunda rekabet üstünlüğü kazanılmaktadır.
- *Yüksek nitelikli çalışanlarla verimlilik artışı:* Yönetim Ar-Ge faaliyetlerinde çalışan işgücünün yüksek vasıflı olması ile onarım ve benzeri sorunlarla ilgilenmek yerine, kendi işlerine odaklanmaları, verim artışı sağlamaktadır.

Karanlık üretim; günümüz fabrikalarıyla kıyaslandığında, üretim teknikleri açısından mükemmelliği yansıtmaktadır. Diğer teknolojik gelişmelerde olduğu gibi karanlık üretim tarzı üretim yapan fabrikalar, geçmişte insanlık tarafından düşünülmekteydi. Varlığını, yeni kazanmış olan bu üretim günümüzde birçok alanda hizmet vermeye başlamıştır. Burada üretim 24 saat devam etmektedir. Üretici için zaman ve kâr kaybı yaşanmamaktadır. Aynı zaman da bu teknoloji, artan nüfusla doğru orantılı olarak artan talebin karşılanmasında hızlı çözüm sunmaktadır.

Karanlık üretim teorisi, pratikte bazı farklılıklarla meydana gelmektedir. Üretim sürecinin yönetimi eskisi gibi devam edecekse, insan operasyonlarına ihtiyaç duyulacaktır. Tablo 1 'de yer alan süreçte yönetim alanlarında işgücüne ihtiyaç duyulmaya devam edilebilir (Tomas, 2017). Tablo 1'e göre, karanlık fabrika uygulamalarında minimuma indirgenecek insan gücüne rağmen; teknolojinin, insanın henüz yerini tutamayacağı çalışma alanları belirtilmiştir.

Tablo 1: Karanlık Üretimde İnsan Operasyonları İçin Gerekli Olabilecek Alanlar²

Yönetim	Yeni ürün üretim uygulaması
Üretim planlama ve koordinasyon	Üretim ve işleme sistemlerinin izlenmesi
Sistem yönetimi; elektrik, su tesisatı ve haberleşme dahil	Sistem kurulumu, yeniden düzenleme ve yükseltme
Acil durum ve rutin bakım	Kalite kontrol

Kaynak: Tomas, 2017

Henüz tam anlamıyla yaygınlaşmış olmasa da zamanla giderek işgücüne olan ihtiyaç azalacaktır. Bu durum işgücü için olumsuz bir sonuç olarak görülse de karanlık fabrikaların kurulumunda, tamir onarım ve düzenlemelerinde yeni işgücüne ihtiyaç duyulacaktır. Şu an kullanım olarak vazgeçilmez Endüstri 4.0 bileşenlerinden olmasa da karanlık fabrikalar getirileri ve kârlı sonuçları açısından, gelişen otomasyon sistemleriyle birlikte, üretimde tercih edilen yöntemlerden olacaktır (Alkan, 2016).

² (Tomas, 2017) kaynağında yer alan liste tablo haline getirilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0 VE EMEK PİYASASINA ETKİSİ

3.1. Sanayi Devrimleri ve Türkiye

1850'lerden sonra sanayileşme sürecinde devlet liderliğinde özel sektörde fabrika oluşturulması önemli hale gelmiştir. Osmanlı'nın küresel sisteme entegre olmasının önemli bir unsuru olan dokuma atölyeleri sayısı bu dönemde hızla yükselmiştir. 20. yüzyılın başında oluşturulan fabrikalar belirli bir kapasitede, kömür enerjisi ile çalışmaktaydı. Dokuma fabrikaları ise hem barındırdığı çalışan sayısı hem de kapasiteleri ile diğer fabrikaların önüne geçmekteydi (Kozal, 2019: 162).

1923'te düzenlenmiş olan İzmir İktisat Kongresi ile sanayileşme süreci nitelik kazanmıştır. Bu dönemde yabancı sermayedarları ağırlıklı olarak üretim alanlarında bulunmaktadır. Sanayinin tamamen yabancıların hakimiyetinde olmaması adına, Kongrede devletin sanayi yatırımları yapması gerektiği ve tekellerin sadece devlete ait olması gerektiği belirtilmiştir. Kongre sonuç raporunda sanayi grubu taleplerde bulunmuştur. Bu talepler, Teşvik-i Sanayi Kanununun kapsamının genişletilmesi, ulaşım yatırımlarının artırılması, bankaların kurulması ve sanayide, üretim alanlarında yer alacak nitelikte işgücü oluşturulması gibi uygulamaların gerçekleşmesidir (Ökçün, 1997: 142-143). Cumhuriyetin ilanından sonra Türkiye, 1939 yılına kadar ekonomiyi güçlendirmek adına tarım, sanayi ve ticaret alanlarında yatırımlar gerçekleştirmiştir. Ancak İkinci Dünya Savaşı'nın olumsuz ekonomik sonuçlarından etkilenmiştir. Yatırımlar yavaşlamıştır ve devlet ekonomi üzerindeki etkisini arttırmak amacıyla tedbirler almıştır. 1945'te II. Dünya Savaşı'nın sonlanmasına karşın dünya ekonomisinde uzun bir durgunluk süreci gerçeklemiştir. Türkiye'de bu durumdan 1950 yılına kadar etkilenmiştir (Kozal, 2019: 162).

Beş Yıllık Kalkınma Plan'larının ilki, 1963'te faaliyete geçmiştir. Böylece yatırımlar tarım dışı sanayiye yoğunlaştırılmıştır. Ardından, tekrar 5'er yıllık planlar ile teşvikler hayata geçirilmiştir. Bu sayede organize sanayi bölgelerinin sayısının fazlaştırılması hedeflenmiştir. 1968-1972 döneminde gerçekleştirilen İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planında sanayi alanında sadece büyükşehirleri değil diğer illeri de kapsayan bir düzenleme getirilmiştir. Sanayi alanında petrokimya, çimento, makine, cam sanayilerinin kurulması ve kırsalın desteklenmesi gibi politikalar uygulanmıştır ve başarıya ulaşılmıştır. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1973-1978) ise önceki planda elde edilen başarının artırılması gerektiği vurgulanmıştır. Sanayi-tarım ilişkisinde

sanayi bitkileri ve yağlı tohumlar üretimine devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Bu plan döneminde komşu ülkelerle olan ilişkilerin kuvvetlendirilmesi ve bu durumun sonuçlarının ülke ekonomisine yarar sağlaması amaçlanmıştır. Sanayi ağırlıklı yatırımlar önem kazanmıştır (Doğan, 2013: 217).

1978-1984 yıllarında uygulanan Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında bir önceki kalkınma planının ekonomik ve toplumsal sonuçları değerlendirilerek bu doğrultuda ana hedef ve politikalar belirlenmiştir. Bu dönemde kamu kesiminde ağırlıklı olarak sanayileşmeye stratejisi oluşturulmuştur. Ödemeler dengesi iyileştirilerek ekonominin kendine yeterli hale getirilmesi hedeflenmiştir (Tüzünkan, 2015: 94).

1984-1989 yıllarını kapsayan Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda hızlı ekonomik büyüme hedeflenmiştir. Bu kalkınma planıyla amaç toplum refahının artırılmasıdır. Uygulanan politikalarda ihracat ve ithalat önemli konular olmuştur. Türkiye'de yatırımlarda yer alması ve sanayiye desteklemesi amacıyla yabancı sermayeyi teşvik kanunu tekrar düzenlenmiştir. 1990-1994 döneminde uygulanan Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında sanayileşmenin, kalkınmadaki ana unsur olduğu belirtilmiş ve sanayinin rekabet piyasasında yer almadaki etkin rolü ele alınmıştır. Küresel pazarlarda yer almanın Türkiye'nin yararına olacağı düşünülmüştür. Böylece küçük ölçekte olan sanayinin modern büyük ölçekli sanayilere geçişinin sağlanması için çalışmalara başlanmıştır. Bunlarla birlikte enflasyon düşürülmesi gerektiği, sahip olunan kaynakların imalat sanayine yönlendirilmesi ve sosyal politikaya daha fazla önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir. (Tüzünkan, 2015: 94-95).

1996-2000 yıllarında uygulanan Yedinci Kalkınma Planı'nda, 1994 yılındaki krize rağmen önceki planın sonuçlarının olumlu ortaya çıkmasıyla benzer konularda daha ileri hedefler belirlenmiştir. Ekonomik kalkınmanın anahtarı olduğu düşünülen sanayinin desteklenmesi için oluşturulan kaynakların ve onların denetiminde etkili olmak hedeflenmiştir. Türkiye sanayisindeki rekabet gücünün eksikliği azaltılması tekrar gündeme getirilmiştir. Sanayide rekabet gücünü sağlamak için liberal ekonomi politikaları uygulanmıştır. Sanayide yer alacak olan işgücünü yetiştirmek için mesleki eğitime vurgu yapılmıştır. 2001-2005 dönemini kapsayan Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda sanayide kullanılan hammadde ve enerji ihtiyacı konusu ele alınmıştır. Kaynak ihtiyaçlarının da ha hızlı, güvenli ve ucuz olması için doğal kaynak kullanımının artırılması üzerinde durulmuştur. 2000'den önce Türkiye'nin büyümesi için sanayi önemli bir etken olmuş ve kalkınma için önemli bir unsur olarak kabul edilmiştir. Fakat Türkiye 2001 yılındaki ekonomik krizden olumsuz etkilenmiştir. Bunun sonucunda ekonomik adımlar bu süreçte daha dar kapsamlı olmuş ve daha az risk politikası uygulanmıştır (Doğan, 2013: 218).

2013 yılında Onuncu Kalkınma Planı hazırlanmıştır. Planda Endüstri 4.0 ile teknoloji ağırlıklı üretimin gerçekleşmesi ile bu doğrultudaki amaç ve hedeflere yönelik politikalar belirlenmiştir. Üretim alanlarında akıllı ürünlerin kullanılması ve Türkiye'nin bu kapsamda diğer ülkelerden

geride kalması sonucunda 2019 yılında 11. Kalkınma Planı oluşturulmuştur. Bu plan ile dijital dönüşüm sağlanması için sanayiden, eğitime, sosyal güvenlik, toplumsal yaşama kadar birçok noktada amaç ve hedefler belirlenmiştir.

Türkiye'nin dijital değişim altyapısının hazırlanması başta olmak üzere büyük sını ve siber projelerde yer almayı amaçlayan Dijital Dönüşüm Ofisleri, Türkiye'de 10 Temmuz 2018 tarihinde Cumhurbaşkanlığı'na bağlı olarak kurulmuştur (Orkçu, 2018: <https://www.bik.gov.tr/cumhurbaskanligi-dijital-donusum-ofisi-kuruldu/>). Sanayi ve Teknoloji Bakanı; TÜSİAD Genel Merkezinde yaptığı konuşmasında, Ankara ve Bursa'da model fabrikaların faaliyete başlayacağını bildirmişti (Anadolu Ajansı [AA], 2018, <https://www.cnnturk.com/ekonomi/turkiye/bakan-varank-tusiadin-sanayide-dijital-donusum-etkinliginde-konusuyor>). 2018-2019 akademik yılı başlarken Cumhurbaşkanı'nın yaptığı konuşmada; dijital dönüşüm ofislerinin teknolojik gelişimimizin önemli bir parçası olduğu ifade edilerek, bu sayede teknoloji lider devletlerin içinde yer alma hedeflerinden bahsedilmiştir (TCCB, 2018).

3.2. Türkiye'de Endüstri 4.0

Araştırmacılara göre, Türkiye'de genel anlamda bu yeni sürece dair bilinç azken; elektronik, yazılım ve malzeme piyasalarında farkındalık fazladır. Şirketlerin yarısı, sistemlerinde 5 seneye kadar Endüstri 4.0 uygulamalarını hayata geçirmeye hazır hale getirmeyi hedeflemektedir. Türkiye'nin uygulama olarak içinde bulunduğu sanayi devri analiz edildiğinde ise Endüstri 2.0 ile 3.0 arasında yer aldığı gözlemlenmektedir. Katma değerinin en yüksek seviyede olması beklenen otomasyon, robotikler ve katkı üretimi teknolojilerinin; ilerilik bakımından ilk sırada gelen malzeme, bilgisayar, elektronik, otomotiv ve beyaz eşya sektörlerinde önemli yer tutacağı beklenmektedir (Hollanda Innovation Network, 2017).

Türkiye'de hızla ilerleyen sektörlerden biri otomotiv sektörüdür. Bu nedenle Endüstri 4.0 teknolojileri ilk olarak bu sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Böylece ürünlerin üretilmesi kısalarak, piyasa arzı hızlanmaktadır. Bunun gibi gelişmelerin ve yeniliklerin geri kalan sektörlerde aynı hızda ve etkide uygulanması için devlet ve özel sektör tarafından birçok forum ve farkındalık çalışmaları düzenlenmektedir. Türkiye'de, Endüstri 4.0 sürecine ayak uydurulması anlamında birçok hedef belirlenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda ilk olarak yapılması gereken yeni teknolojik altyapıların belirlenip uygulanmasıdır. Aynı zamanda burada çalışacak uzman işgücünün oluşturulması gerekmektedir. Global pazarlarda rekabet gücünün olması için Endüstri 4.0 getirilerini uygulamak önemlidir. Çünkü inovatif olmayan işletmeler kısa sürede piyasadan çekilecektir. İşletmelerin dijital değişimlerini tamamlamış olmaları, bu devrimin hayata geçirilmesinde hız kazanılmasına anlamına gelmektedir. Bu değişim hem altyapıda hem de organizasyon kültürü anlayışında gerçekleştirmelidir. Bunun gerçekleşmemesi durumunda işletmelerin yeni çağı yakalaması zorlaşacaktır. Ayrıca Türkiye belirlediği hedeflere ulaşmada gecikirse

Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlaması zaman alacak ve yapması gerekenler fazlalaşacaktır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 428).

3.2.1. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Sürecindeki Yeri

Günümüzde küresel olarak rekabet üstünlüğünü elde etmek ve bu gücü koruyabilmek için her ekonomik güçte olduğu gibi Türkiye'nin de önemli bir hedefi Endüstri 4.0 sürecinin gerekliliklerini yerine getirmektir. Bu başarabilmek için ilk olarak Türkiye kendi içerisinde bir durum tespiti yapıp, sonuçlara göre bir yol haritası oluşturması gerekmektedir (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 428).

Türkiye son 20 yılda, dünyanın önemli şirketlerinin üretim merkezi stratejisinde önemli bir yere sahiptir. Fakat Endüstri 4.0 sürecinde bu durum Türkiye açısından bir tehdit oluşturmaktadır. Çünkü Endüstri 4.0 ile işgücünün üretimdeki önemi ve katılımı zamanla azalmaktadır. Böylece gelişmiş ülkeler açısından Türkiye'de üretim alanlarını oluşturmak, kendi ülkelerinde oluşturmaktan daha fazla maliyetli olacaktır. Bu nedenle Türkiye'nin Endüstri 4.0 sürecine hızlı bir şekilde ayak uydurması gerekmektedir. Özellikle ileri teknoloji konusunda gerçekleştireceği yenilik ve dönüşümler, Türkiye'nin ekonomik büyüme hızını arttıracaktır (Turkish Time Dergisi, 2015'ten Aktaran Koca, 2018: 250).

Türkiye karşılaştırmalı olarak avantajlı olduğu küresel rekabet gücünde kayıp ve azalma sonucunda küresel pazar payında bir düşüş gerçekleştirebilecektir. Bunun sonucunda artan işsizlik ve işgücü niteliğinde azalış meydana gelebilecektir. Bu durumda, Türkiye, yatırım oranlarının az olduğu ve düşük katma değeri olan üretim ile iktisadi kısır döngü yaşayabilecektir. Endüstri 4.0 ile küresel rekabet gücünü yükseltici yatırımlar oluşturarak, küresel pazar payı arttırabilecek ve vasıflı işgücünü yükseltebilecektir (TÜSİAD, 2016: 37).

3.2.2. Türkiye'de Endüstri 4.0 Çalışmaları

3.2.2.1. Sektör Bazında Endüstri 4.0 Çalışmaları

Türkiye'de Endüstri 4.0 kapsamında birçok sektör çalışması yapılmaktadır. Bunlar (Avcı, 2019: 183-184):

- *Japon Mitsubishi Electric Şirketinin Çalışmaları:* Türkiye'deki Fabrika otomasyon sistemleri, ileri robot teknolojileri, CNC-Mekatronik sistemleri, klima sistemleri, uydular, Marmara Ray projesinde kullanılan otomasyon teknolojisi çalışmasıdır. Firma, Doğuş şirketi ve Bursa Teknik Üniversitesi'nde Robot eğitim merkezi kurmanın yanısıra Karadeniz Teknik Üniversitesi Otomasyon Laboratuvarına ürün desteğinde bulunmuştur.

- *Alman Bosch Şirketinin çalışmaları:* 2014 yılında, firma Bursa Fabrikasında beyaz eşya üretimi sektöründe Endüstri 4.0 ile ilgili organizasyon çalışmaları gerçekleştirmiştir. Bu fabrikada Endüstri 4.0'ın getirileri olan son üretim teknolojileri kullanılmıştır. Ayrıca üretim alanında lojistik robotlar ve üretim malzemeleri ihtiyaca göre hızlıca yeniden düzenlenebilecektir.
- *Zorlu Holding Çalışmaları:* Vestel, dijital dönüşüm süreçlerini uygulayan öncü firmalar arasındadır. Akıllı ev ve şehir gelişmelerini takip edip akıllı ürünler üretmektedir. Aynı zamanda Türkiye'de ürettiği akıllı tahtalar ve tabletler ile eğitimde dijital devrim ortaya çıkarmıştır.
- *Ford Otosan Şirketinin Çalışmaları:* Ford Otosan birçok üretim sürecinde otomasyon ve robot kullanmaktadır. Tedarik zincirinde dijital dönüşüm entegrasyonu gerçekleştirmiştir. Ayrıca 2014 yılında geleceğin eğitilmiş insan kaynaklarını yetiştirmek için Kocaeli Üniversitesi ile büyük bir yatırım yapmıştır. Şirket yöneticileri ve akademisyenler tarafından Türkiye'de ilk defa hayata geçirilen sertifika programı ile "Endüstriyel Robot Programcılığı" ilk mezunlarını vermiştir.

Türkiye'nin Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 süreçlerini geriden takip etmesi ve sonradan entegre olması sorunu, Endüstri 4.0 sürecine gereken yoğun ilginin verilememesi sonucunu doğurmuştur (Öztemel ve Gürsev, 2018: 9). İlk olarak geçtiğimiz on yılda karşımıza çıkmaya başlayan ve daha çok ürünler için kullanılan "akıllı" kavramı, Endüstri 4.0 sürecinde bu sefer bu ürünlerin üretim merkezleri, yani fabrikalar için görülmektedir. Bu yeni süreçte; akıllı ürünler bir problemle karşılaştıklarında yazılımları gereği iletişime geçebildikleri gibi, akıllı fabrikalarda da gelişmiş teknoloji sayesinde üretim hattının bir bölümünde yaşanan sorun, makineler aracılığıyla ilgili birime bildirilebilmekte ve duruma yine makineler aracılığıyla müdahale edilerek çözülebilmektedir. İşgücünü asgariye indirgeyen bu yüksek otomasyon sayesinde fabrikaların ışıksız ortamda da çalışabilmesi mümkün olacağından, bu fabrikalara "karanlık fabrikalar" da denmektedir (The Economist, 2017: <https://www.economist.com/business/2017/01/14/adidas-high-tech-factory-brings-production-back-to-germany>). İlk olarak 2013'te dünya liderleri tarafından bu alanda çalışmalara başlanırken, Türkiye'de "akıllı fabrikalar" terimine duyulan ilgi, iki yıl sonra ortaya çıkmıştır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 430).

2016 Şubat ayında dönemin Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanı tarafından gerçekleştirilen konuşmada, Türkiye'nin yeni endüstri çağının fırsatlarını kaçırmamak için Endüstri 4.0'a giden yol haritası üzerine çalışmaların başladığı vurgulanmıştır. Bu çalışmaların tanımlandığı "25 Öncelikli Dönüşüm Programı" ve "64. Hükümet Programı ve Eylem Planı" çerçevesinde, Türkiye'nin merkezinde olduğu Afro-Avrasya bölgesinin lideri konumuna getirilmesi amaçlanmaktadır. Son Başbakan ise konuşmasında, bu amaçlara ulaşma hususundaki atılımlara devlet tarafından büyük ölçüde yardım yapılacağı vurgulanmıştır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 428). Bu bağlamda 2016

yılında görüşmelerine başlanılan “Endüstride Dijital Dönüştürme Platformu” hayata geçirilmiştir. Dönemin Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanı; bu alandaki yatırımların Türkiye’nin piyasada rekabet edebilirliği açısından hayati önem taşıdığını ve bu yönde fabrika ve KOBİ’lere Ar-Ge ile inovasyon yardımlarının titizlikle yapılacağını belirtmiştir (Özlu, 2017: 32-36).

Söz konusu dönüşüm ile ilgili TÜSİAD’ın yol haritasına baktığımızda ise 2030’a gelindiğinde Endüstri 4.0 bağlamında ulaşması amaçlanan 10 stratejik hedef olduğu görülmektedir. “Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası” kapsamında ifade edilen bu hedefler; bulut platformu servisi, büyük veri analizi, siber güvenlik, simülasyon çözümleri, nesnelerin interneti, yenilikçi sensörler, katmanlı üretim ve akıllı fabrikalar gibi başlıkları içermektedir (TÜSİAD, 2016: 5- 6).

Günümüzde birçok yükseköğretim kurumunda çalışmalarını sürdüren robot laboratuvarları mevcuttur (Kılıç ve Alkan, 2018: 44). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu’nun (TÜBİTAK) “Avrupa Komisyonu ile Horizon 2020 Programı” çerçevesinde; yükseköğretim kurumlarına, Ar-Ge faaliyetlerine ve KOBİ’lere 80 milyar Euro destek sağlanmıştır. İstanbul Belediyesi’nin; Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı yardımıyla, bünyesinde barındırdığı akıllı bina ve akıllı enerji projeleriyle Türkiye’de ilk örnek niteliğinde oluşturduğu organize sanayi bölgesinin altyapısı 2016’da oluşturulmuştur. 2,3 milyon m²’lik yer kaplayan bölgede, Microsoft ile ortak yürütülen eğitim programları da hayata geçirilmiştir (Switzerland Global Enterprise [S-GE], 2017: 37).

İstanbul Sanayi Odası (İSO)’nın 2017 yılındaki toplantısında, 2025 tarihine kadar “geleceğin rekabeti”ni yönetecek fabrikaların %80-%100 oranlarında insansız bir şekilde üretim yapacağı vurgulanmıştır (İSO, 2017: <http://www.iso.org.tr/haberler/meclis-konusmasi/iso-mart-ayi-meclisinde-4uncu-sanayi-devrimi-ve-akilli-fabrikalar-konusuldu/>).

Türkiye’deki ilk pilot dijital fabrikayı hayata geçiren Siemens’tir (Ersoy, 2017). İlk “karanlık fabrika” çalışmaları ise, Bosch’un üretim asistanı APAS’ın ışık tuttuğu dönüşüm sürecine dahil olan Ermetal tarafından, pilot il niteliğine kavuşacak Bursa’da başlatılmıştır. Uludağ Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği (UHKİB)’nin, Ticaret Bakanlığı tarafından yapılan UR-GE (Uluslararası Rekabetçiliğin Geliştirilmesinin Desteklenmesi) yardımıyla “Hazır Giyim ve Konfeksiyon Sektöründe Endüstri 4.0 Entegrasyonu” isimli projeyi hayata geçirmeyi ve böylece AB ve Afrika pazarlarındaki rekabet güçlerini artırarak, dünya tekstil sektöründeki %3,4’lük hacmini de büyütmeyi hedeflemektedir (Hazır giyim sektörü Endüstri 4.0’a entegre oluyor , 2019: <https://www.dunya.com/ihracat/hazir-giyim-sektoru-endustri-40a-entegre-oluyor-haberi-438127>). Doğupres, yaptıkları yatırımların gelecek 3 yıl içinde sonuç vereceğini ifade etmektedir. Yapay zekâ altyapısına sahip karanlık fabrikalarının parça parça faaliyete geçeceğini bildiren Doğupres, coğrafyamız koşullarının; Almanya desteğiyle süratle Avrupa’nın diğer ülkelerinde de hayat

bulmaya başlayan şartlarıyla benzer olmadığını da vurgulamıştır. Sedeso'nun akıllı fabrika alanındaki faaliyetine bakıldığında ise bir TÜBİTAK TEYDEB (Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı) projesi olan, tamamen yerli "akıllı transpalet" imalatı gerçekleştirilmektedir (Ermetal, Bursa'nın İnsansız İlk 'Karanlık Fabrikasını Kuruyor, 2017, <https://www.istekobi.com.tr/kobi-bilgi-merkezi/haberler/ermetal-bursa-nin-insansiz-ilk-karanlik-fabrika-sini-kuruyor-h44002.aspx>).

Nisan 2019'da Manisa'da Türk ve Japon iş ortaklığı (İnci GS Yuasa) ile açılan akü fabrikasının alt yapısı da son teknolojilerden oluşmaktadır. İnci Holding ve GS Yuasa ortaklığında açılan fabrikanın bölge istihdamına katkı yapacağı beklenmektedir (Bayram, 2019).

S-GE'nin Türkiye pazarındaki fırsatları değerlendirmek üzere hazırladığı raporunda; Arçelik ve Vestel, akıllı fabrikalara örnek gösterilmiştir. Bunun yanında küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin birçoğunun dijital dönüşüme ayak uyduramaması durumunda piyasadan silinecekleri de öngörülmektedir (S-GE, 2017: 33-35).

3.2.2.2. Kalkınma Planlarında Endüstri 4.0

Türkiye'de Endüstri 4.0 kalkınma planlarında dijital dönüşüm başlığı altında ele alınmıştır. Onuncu Kalkınma Planında (2014-2018), Endüstri 4.0 adına birçok konu içerisinde hedef ve politika belirlenmektedir.

Ar-Ge ve yenilik politikası ile teknoloji ve yenilik düzenlemelerinin özel sektör merkezli arttırılarak fayda sağlanması ve yenilik temelli bir ekosistem ortaya çıkarılarak araştırma sonuçlarının ticarileştirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda marka haline gelmiş teknoloji yoğun mallarla Türkiye'nin küresel olarak yüksek rekabet gücüne sahip olmasına destek vermek hedefler arasındadır. Bütün bunlara yönelik politikalar belirlenmiştir. Bu politikaların ikisi şunlardır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 85).

- Teknoloji geliştirme merkezlerinin yapısal durumu ve işleyişi; teknolojik gelişmelerin en verimli hale gelmesi amacıyla üniversite-sanayi ortaklığı, firmaların ortak AR-GE ve yenilik çalışmaları maksimum düzeye çıkarılabilecektir.
- AR-GE çalışmaları, araştırma altyapıları ve araştırmacı istihdamı açısından hem bölgesel hem küresel olarak işbirliği oluşturulacak. Bu amaç ile kritik teknolojilerin nakillerinin kolaylaştırılmasına, içselleştirilmesine ve dünyadaki örnek teknolojilerle rekabette bulunabilecek konumda olmasına önem verilecektir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT), ülkeler için rekabet gücünün sağlanması, refah seviyesinin artırılması ve vasıflı istihdamın oluşturulması açısından önemi giderek artmaktadır.

Küresel anlamda yaygınlaşan BİT kullanımı ile bilgi yoğun mal ve hizmetlere olan talep yükselmekte ve bilgi temelli ekonomilere geçiş hızlanmaktadır. Türkiye bu geçişi hızlandırmak için BİT 'inden etkili bir araç olarak yararlanılması ve bu teknolojilerin oluşturulmasında milli katma değer artırılması hedeflenmektedir. Bu hedefi gerçekleştirmek amacıyla Onuncu Kalkınma Planının belirlenen politikalar yer almaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 85-86):

- BİT 'in kullanımı ile sağlanacak olan ekonomik ve sosyal faydaları noktasında farkındalık arttırılacak ve bu teknolojilerle ilgili beceriler geliştirilecektir.
- BİT sektörünün gereksinimleri için eğitim ve istihdam programları düzenlenecektir.
- İnternet ekonomisinin gelişimi için ihtiyaç duyulan teknik, hukuki ve idari altyapılar oluşturulacaktır. Milli internet atılımlarının ilk olarak bölge ülkeleri olmak üzere yurtdışına açılması desteklenecektir.
- Kişisel verilerin korunması ve ulusal bilgi güvenliği sağlanması alanlarında hukuki altyapı neticelendirilecektir.

Dijital dönüşümün sağlanması için belirlenen öncelikli sektörlerde üretkenliğin ve rekabet gücünün artırılması amaçlanmıştır. Bu amaçtan yola çıkarak 11. Kalkınma Planında Dijital dönüşüm için belirlenmiş politika ve tedbirleri şu şekilde sıralamak mümkündür (SBB, 2019: 76-78):

- İmalat sanayinde dijital dönüşümü sağlamaya yönelik işbirliği ve bilgi paylaşımı güçlendirilecektir. Böylece arayüzlerin ve standartların belirlenmesi ve farkındalığın artırılması gerçekleştirilecektir.
- Öncelikli sektörler pilot seçilerek, sanayinin dijital dönüşümü aşamasında gereksinim duyulan akıllı mal ve sistemlerin geliştirilmesi ve kullanımı gerçekleştirilecektir.
- Öncelikli sektörlerle yönelik endüstriyel bulut sistemlerinin kurulması desteklenecektir.
- Yerli yazılım şirketleri olgunluk seviyesi yükseltilecektir.
- Yazılım alanında yerli katma değer artırılması ve güvenlik tehlikelerinin minimum seviyeye indirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, açık kaynak kodlu yazılım ekosistemi geliştirilecek ve burada çalışmak üzere vasıflı işgücü oluşturulacaktır.
- Yapay zekâ teknolojilerinin üretiminin ve kullanımının genişletmek için milli politika belirlenecektir.
- Ulusal siber güvenliğin gerçekleştirilmesi için düzenlemeler yapılacaktır. Kurumsal yapılanmalar sağlanacak ve teknik altyapı iyileştirilecektir.
- Toplumda siber güvenlik bilinci oluşturulacaktır.
- Güvenli internet kullanımı ve toplumun yasadışı faaliyetlerden korunması amacıyla çalışmalar yapılacaktır.
- Dijital verilerin yüksek katma değer yaratması sağlanacak şekilde kullanılması amacıyla yöntemler belirlenecektir.

- Kişisel verilerin korunması amacıyla yapılan mevcut düzenlemeler, uluslararası kabul görmüş yeni yaklaşımların standartlarında ve gelişmiş teknolojiler ile güncellenecektir.
- İnternet erişimi ve kullanımında ülke geneli (gelire, cinsiyete, bölgeye, yaş gruplarına göre) farklılıklar azaltılacaktır.
- Dijital dönüşüm ekosistemi oluşturulması için, kamu, özel sektör, üniversiteler ve STK'lar arasındaki işbirliği geliştirilecektir.

Tablo 2: Dijital Dönüşüm Hedefleri

Yıl	2018	2023
Öncelikli Sektörlerde Endüstriyel Bulut Platformu Üzerinden Hizmet Alan KOBİ Sayısı (Kümülatif)	-	10.000
Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezi Sayısı (Kümülatif)	1	14
Öncelikli Sektörlerde Faaliyet Gösteren KOBİ'lerin Yerli Ürün ve Hizmet Sağlayıcılarla İşbirliği İçerisinde Geliştirdikleri Dijitalleşme Proje Sayısı (Kümülatif)	-	20.000

Kaynak: SBB, 2019: 78

Tablo 2'de Türkiye'nin 2018 yılına ait öncül sektörlerdeki mevcut verileri yer alırken 11. Kalkınma Planı politikaların gerçekleşmesi neticesinde öngörülen 2023 hedef verileri yer almaktadır. Belirlenen öncelikli sektörlerde ve alanlarda teknolojik dönüşüm gerçekleştirilmesi ve rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda gelecekte yüksek katma değer potansiyeline sahip olduğu düşünülen kritik teknoloji alanlarında, teknoloji üretimi ve uyum sağlama becerisinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amacın gerçekleşmesine yönelik belirlenene politikalar ise aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (SBB, 2019: 81-82):

- Türkiye'de Milli Teknoloji Hamlesinin yapılması amacıyla Endüstri 4.0 bileşenlerine (yapay zekâ, nesnelere interneti, artırılmış, biyoteknoloji, kuantum vb.) ilişkin gelişim yol haritası hazırlanacaktır. İhtiyaç duyulan altyapının oluşturulması, gerekli olan vasıflı işgücünün oluşturulması ve toplumsal yönelimin bu alanları merkez alması sağlanacaktır.
 - Kritik teknolojilerde işgücü kapasitesi artırılabilecektir.
 - Kritik teknolojilerde araştırma altyapısı kuvvetlendirilecektir.
 - Kritik teknolojilerde özel sektörün kapasitesi artırılabilecektir.

3.3. Endüstri 4.0'ın Ekonomik Etkileri ve Türkiye

Çeşitli bileşenlerden oluşan Endüstri 4.0'ın farklı çalışma alanlarına etki etmesiyle özellikle gelişen ülkeler teknolojinin getirdiği yeni bir ekonomik sıçrayış fırsatı yakalamaktadırlar (Özkan vd., 2018: 3-4). Makro ve mikro düzeyde büyük değişimlere neden olan Endüstri 4.0 ile üstel ilerleyen teknolojinin, kısa vadede büyümeyi hızlandırmadığı ise bir gerçektir. Bu konuda mevcut olan iki farklı görüşten biri, bu yeni çağın ekonomik fayda alanında mevcut olandan fazlasını getirmeyeceğini savunurken; ikincisi ise uzun vadede edinilen verimlilik sonucu büyümenin

hızlanacağını öne sürmektedir. Marjinal maliyeti olmayan bu yeni çağ imalatları fiyatların asgariye inmesine yol açarken, rekabeti ise artırmaktadır. Bu nedenle verimliliğin kısa vadede düşük görünebileceği belirtilmektedir (Schwab, 2016: 38). Aslında bu açıklama ile ikinci görüşü savunanların iddia ettiği gibi, uzun vadedeki büyüme hızının yüksek oranda artışı muhtemeldir. Bir başka görüşe göre de esas olarak, ürün ve hizmet talebindeki yükselişin sağlanmasıyla Endüstri 4.0'ın potansiyel verimlilik yükselişleri ortaya çıkmaktadır (Özkan vd., 2018: 14).

Tablo 3: Almanya, Japonya ve Türkiye Ekonomi Profilleri (2018)

	Almanya	Japonya	Türkiye
Nüfus (milyon)	82.1	127.5	80.7
GSYH (PPP ³)	4,149.6	5,405.1	2,132.7
Kişi Başına GSYH (PPP\$)	50,425.2	42,831.5	26,892.9
GSYH Büyümesi (2017, yıllık oran)	%2,5	%1,7	%7,4
Gelir Grubu Ortalaması	Yüksek	Yüksek	Üst Orta

Kaynak: Global Innovation Index [GII], 2018: 257, 273, 333; Bosma ve Kelly, 2018: 79-110

Tablo 3'ü incelendiğinde; Türkiye'nin GSYH'sinin ve kişi başına GSYH'sinin, Almanya ve Japonya'nınkinin neredeyse yarısı olduğu görülmektedir. Tüm ülkeler açık ekonomilere sahiptir. Ekonomilerinin güçlülüğünün temelinde Almanya ve Japonya, Türkiye'ye nazaran daha güçlü rekabet gücüne sahip ülkelerdir. Türkiye'de durum; yüksek teknolojileri üretim sürecine ekleme ile rekabet üstünlüğünün sağlanmaya çalışılması olarak görülmektedir. Ayrıca Türkiye dünyanın en büyük 20 ekonomisi içindedir. Ancak kişi başına düşen gelir konusunda tablo olumlu değildir (Ersoy, 2017). 2018 verilerine göre kendi kıtasında rekabetçilikte 82,2 puanla zirvede olan Alman ekonomisi, küresel rekabette ise üçüncüdür. İnovasyon alanında da 87,5 puanla zirvede olan Almanya'nın, sektör canlılık puanı ise 81,6'dır. Bu başarılı verilere sahip olmasının altında yatan temel sosyal ve eğitim anlayışının yanı sıra Almanya, bilgi iletişim teknolojileri sıralamasında ise 31.'dir (The World Economic Forum [WEF], 2018: 29).

³ PPP: Purchasing Power Parity (Satın Alma Gücü Paritesi).

Tablo 4: Almanya, Japonya ve Türkiye'nin 2016 ve 2018 Yılları Ekonomik Performans Göstergelerinin Karşılaştırılması

Ülkeler	Yıllar		Genel	Kurumlar	Altyapı	Ürün piyasası	Emek piyasası	Pazar büyüklüğü	İş canlılığı	Yenilik kabiliyeti
Almanya	2018	Başarı puanı (B.p.)	83	73	90	72	74	86	82	88
		Sıralama (S.)	3	16	7	11	12	5	2	1
	2016	B.p.	5.6	5.3	6.0	5.3	5.0	6.0	5.6	5.6
		S.	5	21	10	11	14	5	5	5
Japonya	2018	B.p.	82	71	91	73	71	87	76	79
		S.	5	20	5	5	18	4	14	6
	2016	B.p.	5.5	5.4	6.3	5.2	4.8	6.1	5.7	5.4
		S.	8	17	4	13	22	4	3	8
Türkiye	2018	B.p.	62	53	73	55	51	79	57	44
		S.	61	71	50	76	111	13	76	47
	2016	B.p.	4.4	3.8	4.5	4.5	3.4	5.5	4.0	3.3
		S.	55	71	53	53	127	14	67	69

Kaynak: WEF, 2018: 239, 307, 567; WEF, 2016: 186, 216, 346.

Tablo 4'te, Dünya Ekonomik Forumu'nun 2018 ve 2016 karşılaştırmalı verilerini incelendiğinde şunları söylemek mümkündür; 7'lik puan sisteminde Türkiye'nin 2016 yılında aldığı 4,4'lük başarı puanı, 100'lük puanlama sisteminde yaklaşık olarak 63 puana (62,85) karşılık gelmektedir. İki yıl sonra bu ekonomik performans puanınının 62'ye düşmesi, Türkiye'nin dünya sıralamasında 6 sıra geriye düşmesine neden olmuştur. Almanya ve Japonya ise iki yılda puanlarını sırasıyla 3 ve 3,43 değerlerinde artırarak, yerlerini dünya sıralamasında sırasıyla iki ve üç sıra yukarı taşımışlardır.

Ülkelerin yeni teknolojileri kalıcı olacak uygulamaya geçirebilmeleri için olmazsa olmaz nitelikte olan altyapı gelişmelerine bakıldığında ise; Almanya ve Türkiye'nin kendilerini üçer sıra yukarı taşıdıklarını görülmekte, Japonya'nın bu alanda bir sıra gerilediğini görülmektedir. Yukarıdaki karşılaştırma verilerine göre Türkiye'nin 2016 yılına göre en büyük ilerleme kaydettiği alan olarak yenilik kabiliyetini görmekteyiz. Türkiye bu alanda gelişen performansıyla sıralamadaki yerini 22 sıra ileriye taşımayı başarmıştır. Türkiye'nin her iki yılda da ilk 15'te yer almayı başardığı alan ise pazar büyüklüğüdür.

Tablo verilerine göre Japonya'nın performans gerilemesi yaşadığı alanların altyapı, kurumlar ve iş canlılığı olduğu görülmektedir. Türkiye'nin altyapı, emek piyasası, pazar büyüklüğü ve yenilik kabiliyeti alanlarında performans ilerlemesi kaydettiği görülürken; Endüstri 4.0 uygulamalarını kalıcı olarak hayata geçirebilmesi için gerekli olan ekonomik endeksi yakalamak üzere performansını diğer ekonomik rekabet alanlarında da artırmasının hayati önem taşıdığını söylemek gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'de bulunan yaklaşık 200 otomasyon firmasının içinde,

dünya genelinde lider konumda olan firmalar yer almaktadır. Bu firmaların, Türkiye’de yer almalarının getirdiği avantajlara sahip olmalarına rağmen, üretimde kullandıkları gerekli sanayii araçlarının önemli bir kısmını ise ithal ettikleri ve böylece Türkiye pazarına fayda sağlayamadıkları görülmektedir (Kılıç ve Alkan, 2018: 46). Küresel Girişimcilik Monitörü Raporu’nun verilerine bakıldığında ise ülkelerin endüstrilere göre girişimcilik yüzdesi dağılımlarında, Türkiye’nin tekstil endüstrisinde %17,7 ile birinci olduğu görülmektedir (Bosma ve Kelly, 2018: 126).

3.3.1. Sektörel Etkileri

Gerçekleşen teknolojik gelişmeler ile ortaya çıkan ileri teknoloji üretim araçları birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Sanayide önemli maliyet azaltıcı unsurlardan biri olan ileri teknoloji, tarım sektöründe de yerini almaya başlaması ile ve bu alana akıllı sistemlerin entegre edilmesi üretimin daha verimli hale gelmesini sağlamaktadır. Bunun gibi daha birçok sektörde ileri teknoloji ürünleri mal ve hizmet üretiminde yerini alarak bu sektörlerde önemli gelişmelere olanak sağlamaktadır.

Türkiye’de ve dünyada önemli bir hacme sahip olan inşaat sektörü; son yarım yüzyılda büyük çaplı dönüşümler yaşamamasının yanında, Endüstri 4.0 ile bina bilgileri modelleme ve kablosuz algılama benzeri yeni uygulamalarla boyut değiştirmiştir. Tüm sektörler içinde inşaat sektörü dünya GSYH’sinin %6’lık dilimine sahiptir. Bu sektördeki gelişmeler sonucunda verimliliği arttırmak için yapılan son uygulamalardan biri SAM⁴ adı verilen robotik sistemdir. Bu sistem tuğla örme işlerinde kullanılmaktadır. İşgücünün sergileyeceği performansın altı katı tuğla örme işlemini yedi misli düşük maliyette gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca 3D yazıcılarla inşa edilen yapılar da 2005’ten bu yana zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Kesayak, 2018).

“Akıllı tarım”, üretimde makinelerin iletişimini ve sensörlerin avantajını ifade etmektedir. Bu sayede üreticilere hava durumu, hasat- gübreleme ve sulama zamanı gibi tahminler sunulmakta ve verimlilik maksimuma çıkartılmaktadır. Tarım 4.0 da denen bu yeni uygulamalarda, “agri-iot” (tarımda nesnelerin interneti) de yer almakta ve süreçler analiz edilerek, çiftçilere anlık durum bilgileri iletilmektedir. Almanya’da CLAAS firmasının bağlantılı sürü yönetimi sistemi uygulaması ise bu alanda çok iyi bir örnektir (Kahraman t.y., <https://www.endustri40.com/endustri-4-0la-birlikte-gelen-akilli-tarim/>).

TÜRKONFED ve SEDEFED’in geçtiğimiz sene yaptıkları araştırmalarda, Türkiye’de Endüstri 4.0’a en yakın sektör olarak otomotiv sektörü belirlenmiştir. Dijital Dönüşüm 2 Raporu’na göre, tekstil ve seracılık sektörleri 2.0 ile 3.0 uygulamaları arasında yer almaktadırlar. Otomotiv sektöründeki stratejilerin %40,4’ü ve hazır giyimdeki stratejilerin %21,3’ü hayata geçirilebilmiştir.

⁴ SAM; Super Otomatik Machine

Strateji, akıllı üretim ve ürün, altyapı ve insan ve organizasyon kriterlerinde yapılan değerlendirmelerde; her bir kriter için en yüksek uygulama alanlarına sahip olan otomotiv sektörü, Endüstri 3.0 aşamasını tamamlıyor ve 4.0'a geçiş yapıyor görünmektedir (Türk Girişim ve İş Dünyası Konfederasyonu (TÜRKONFED), 2018: 26-63).

Hizmet sektöründe de değerler zinciri alanında önemli değişimler yaşanması öngörülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken ise hizmet sektörünün, yardımcıları niteliğindeki finans, lojistik ve yazılım alanlarıyla uyum içinde faaliyet yürütebilmesidir (TÜSİAD, 2016: 15). “Akıllı servisler” de denilen “Akıllı Hizmet Dünyası” anlayışında, her yeni iş modelinin dijital hizmete uygulanabileceği gerçeği ifade edilmektedir (Selek, t.y.: <https://www.endustri40.com/akilli-servisler-akilli-hizmet-dunyasi/>).

Yeni endüstri çağında gittikçe yaygınlaşan otomasyon ile dünyada birçok üretim merkezinde toplam robot nüfusunun 2020 yılında 3 milyonu bulacağı öngörülmektedir (International Federation of Robotics [IFR], 2017: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-report-2017>).

3.3.2. Lojistik Alanındaki Etkileri

Üretimde yoğun etkiye sahip olan Endüstri 4.0 süreci, üretilen malların müşteriye istenilen zamanda ulaştırılması hususunda da önemli bir değişime yol açmıştır. Bu haliyle lojistik sektörüne Last-Mile ve Şehir Lojistiği gibi yeni uygulama ve çözümler getiren Endüstri 4.0'ın bu alandaki arz ve taleplerdeki etkisi gerek şirket düzeyinde gerekse sektörel olarak kendini hissettirmektedir (Özkan vd. 2018: 16).

Lojistik bileşenleri “Tedarik, Malzeme Yönetimi ve Dağıtım” olarak gösterilmektedir (Rushton vd., 2010: 4). Lojistiğin evrimi, sanayi devrimleriyle paraleldir (Şekkel ve Bakan, 2018: 25). Yeni sanayi devriminin en kolay pratik imkânı bulabileceği sektör, lojistik olarak görülmektedir. Tedarik ile Dijital Değer Zinciri uygulamaları ile lojistik süreçlerine çözümler getirilmekte ve bu uygulamalara “Lojistik 4.0” denilmektedir. Bu uygulamalar arasında en dikkat çeken ise kazandırdığı büyük zaman ve gösterilmesi gereken büyük özen nedeniyle, veri madenciliğidir. Akıllı hizmet ile ürünlerin yönetiminde ise temel alınacak nokta, her şirketin kendi analizinde gizlidir. Tedarik zincirini güçlendiren nesnelerin interneti, Lojistik 4.0'a geçişin temeli olmuştur. Teknolojik uygulamalara dayanan Lojistik 4.0 devrimine sektörün hazır olduğu vurgusu yapılmaktadır (Göçmen ve Erol, 2018: 76-78). Teknoloji tabanlı bu yeni lojistik süreçleri, “e-Lojistik” olarak da adlandırılmaktadır (Gülenç ve Karagöz, 2008: 78).

Lojistik sektöründe sensörler ve IoT kullanımıyla “tam zamanında” verilecek hizmetler sayesinde verimlilik artacaktır. Makine arızalarını da minimuma indirgeyen yeni nesil lojistiğin 7

doğrusu denilen kavrama şu unsurlar dahildir: “doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru fiyata sağlanması”. Bu doğruları destekleyen teknoloji ise CAMPS’tır: “C (Cloud) bulut bilişim, A (Analytics) büyük veri analizi, M (Mobility) mobil dünya, P (Productivity) Üretkenlik, S ise (Security) siber güvenlik”. Bu sektörün dönüşümüyle, mevcut işleyiş ve çalışma alanları dönüşüme uğrayacak; veri lojistiği, otonom sistem kontrolörlüğü gibi yeni çalışma alanları da kendisini göstermeye başlayacaktır. Lojistiğin gelişimine hız verecek 7 trend mevcuttur. Bunlar (Öztemel ve Gürsev, 2018: 4):

- Artan müşteri tabanı,
- Dijital müşteri tabanındaki büyüme,
- Jeopolitik ve ekonomik gelişmeler,
- Segmentlerin büyümesi,
- Nesnelerin interneti,
- İnternet platformlarındaki artış,
- 3D baskı
- Sürücüsüz araçlar.

Ayrıca lojistik yönetiminde ileri teknolojiden yararlanma, yeni jenerasyon mobil sistemler, dronların lojistikte yer alması, akıllı şehir lojistik vb. optimizasyon çalışmaları, bu trendlerin analiz edilmesi amacıyla geliştirilmektedir (Öztemel ve Gürsev, 2018: 4).

Lojistik süreçlerinde nakliyat dışında da birçok alanda kullanılan lojistik bilgi teknolojileri sayesinde; 4-5-6 Parti Lojistik uygulamalarının sektörün geniş alanlarında hız kazanacağı tahmin edilmektedir (MÜSİAD, 2017: 103; Öztemel ve Gürsev, 2018: 1). Otomasyon, lojistiğin bütün noktalarında işçilerin yerini almaktadır. Online alışveriş sitesi olduğu kadar bir lojistik şirketi olan Amazon, akıllı otomatik güdümlü taşıtlar, otomatik robotlar ve otomatik depolama sistemiyle, lojistiğin her aşamasında daha az verimli olan kol gücünü devre dışı bırakarak marjinal işgücü maliyetini mümkün olduğunca sifıra çekmeye çalışmaktadır. Robot ve yapay zekâ; insan faktörünü beyaz yakalıların ağırlıklı olduğu sektörlerde hızla ortadan kaldırdığı gibi, lojistik ve imalat sektöründe de aynı hızla azaltmaktadır. Sekreterler, evrak katipleri, seyahat acentaları, veznedarlar, kasiyerler ve daha birçok beyaz yakalı hizmet iş alanları, son 25 yılda otomasyonun ortaya çıkıp marjinal emek maliyetini sifıra çekmesiyle, ortadan kaybolmuştur (Rifkin, 2015: 136).

Yeni sanayi çağını yakalamak için faaliyetlerini en fazla artıran sektör, Türkiye’de elektronik sektördür. Ayrıca otomotiv ile lojistik sektörleri de benzer durumdadır. Lojistik sektörünün önemli süreçlerinden biri olan Tedarik Zinciri Yönetimi’nde, IoT uygulamasına büyük önem verilmektedir. Bu alandaki yatırımlar da sektörde en büyük paya sahiptir.

Lojistik süreçlerinde etkisi artmakta olan Otomatik Depo Sistemleri ve Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisi, “Depo Yönetim Sistemleri’nin yapıtaşları haline gelmektedir. Bu sayede depoların otomasyonu sağlanmaktadır. E-ticarete gösterilen yoğun ilgi artışı sonucu; lojistik sektörüne de “e-lojistik” kavramı dahil olmuştur. Depolarda artırılmış gerçeklik, drone kullanımı, veri madenciliği ve bulut bilişim uygulamaları ile birlikte lojistik sektöründe yüksek verimlilik yaşanması ve kazaların sıfıra indirilmesi öngörülmektedir. Fakat 4. Parti Lojistik- 5. Parti Lojistik- 6. Parti Lojistik kavramlarının henüz bu alanda tam olarak uygulamaya aktarılamadığı ortadadır. Vurgulanması gereken nokta ise; Türkiye’nin bu sektördeki dinamiklerinin farklılığı göz önüne alınarak ve bu alandaki gereklilikler konusunda rehber niteliğinde araştırmalar düzenlenerek mevcut avantajlarının inovasyon ile güçlendirilmesiyle, kurum kültürüne uygun olarak dijital dönüşüm sürecinin mümkün olduğunca kısa sürede tamamlanması gerekliliğidir (Öztemel ve Gürsev, 2011: 5-10).

3.3.3. Dış Ticarete Etkileri

Dış ticaretin dinamikleri yeni sanayi devrimiyle değişime uğrarken, ithalat ve ihracat edilen mal ve hizmetlere veri ticareti de dahil olmaktadır. Somut mal ve hizmetlerin veri tabanlı ürünlerin alışverişi gerçekleşmektedir. E- kitaplar, bilgisayar oyunları, algoritmalar, bilişim hizmetleri ve her türlü yazılım ve uygulamalar bu veri ticareti ögelerine örnektir. (Kazdağlı, 2015: 31). İnovatif imalat sayesinde devletler arası ikili, çoklu ve küresel ticaret de değişime uğramaktadır. Henüz bu yeni sanayi çağının başında olmamızdan kaynaklanan, yatırımların kısa vadede büyük kâr getirmediği bir süreçte, üretim maliyetleri de artmaktadır. Fakat robotik sistemlerle işgücü maliyetlerinin düşürüldüğü ve akıllı fabrikalarla üretim miktarının yükseltildiği bu alanda, uzun vadede uzmanlaşma ile ihracat performansı artırılabilmektedir. Gelişmekte olan ekonomiler; yeni sanayi devrimiyle, rekabet edilebilirliklerini ve ihracatlarını yükseltebilmektedirler. Gelişen ihracatla GSYH’nin makro seviyede artışı, toplam harcamaları ve istihdamı da yükseltecektir (Seyidoğlu, 2013’ten aktaran Özkan vd. 2018: 15-16).

Türkiye, sanayisinde yüksek teknoloji kullanımına geçiş sağlamak için Yüksek Teknolojiye Geçiş Programı başlatmıştır. Değişimin üç unsurla gerçekleşeceği öngörülmüştür; Millileştirme, Endüstri 4.0 ve AR-GE ile yenilik ekosistemidir Küresel ticaretten alınan payı yükseltmek ve sanayinin ileri teknoloji üretme hacmini arttırmak amacıyla yüksek teknoloji ürünlerin üretim ve ihracattaki payını arttırmak için birkaç merkez sektör belirlenmiştir. Bu programın hedefleri, dış ticaret açığını azaltmak, imalat sanayinin katma değerini iki katına yükseltmek, ileri teknoloji ürünlerin ihracattaki payının artırılması, kendi teknolojisine sahip bir sanayi meydana getirmek ve sanayinin rekabet gücünü arttırmaktır. Türkiye’nin dış ticaret açığını azaltmak için ithal edilen ürünlerin ülke içerisinde üretimi sağlanarak dışa olan bağımlılığın azaltılması için %73,3 olan aramalı ithalatının azaltılarak bu malların ülke içerisinde üretilmesi gerekmektedir. Bu ürünlerin ülke içerisinde üretilmesi katma değerini ülke içinde üretilerek gelirin ülke dışına çıkmaması ve

Türkiye’deki yenilik ve istihdam konularının desteklenmesi demektir. Millileştirme programında imalat sanayinin katma değerini iki katına yükseltmek için yedi merkez sektör oluşturulmuştur. Bu merkez sektörler; kimya ve ilaç, elektronik ve yarı iletkenler, makine ve teçhizat, gıda, motorlu kara taşıtları ve çelik sektörüdür. Bunların belirlenmesinde sektörlerin büyüme kapasitesi, orta yüksek ve yüksek teknoloji grubunda yer alması dikkate alınmıştır. Aynı zamanda ülkeye katkısı, küresel trendler ve ulusal uygulanabilirliği sektörlerin belirlenmesinde etkili olmuştur. Her sektör için millileştirme yol haritası belirlenmiştir. Ara malı ithalatında değeri 20 milyar dolar olan, teknoloji seviyesine göre önceliğe sahip olan 43 mal grubu belirlenmiştir. Bu sektörlerle odaklanıldığında ekonomiye 87 milyar dolar katkı ve ileri teknolojik malların ihracattaki payının %15 seviyesine getirilmesi amaçlanmaktadır (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018: 338-339).

3.3.4. Rekabet Gücüne Etkileri

Endüstri 4.0 ile inovasyon politikalarının stratejik önemi daha da artmıştır. Klaus Schwab bu durumu şu şekilde açıklamaktadır:

“Benim görüşüm dördüncü sanayi devrimi ekonomisinin rekabet kurallarının önceki dönemlerden tamamen farklı olacağı yolundadır. Rekabet güçlerini koruyabilmek için ülkeler ve şirketler bütün biçimleriyle inovasyonun ön saflarında yer almak zorundadır, bu ise öncelikle maliyetleri düşürmeye ağırlık veren stratejilerin, ürün ve hizmetleri daha inovatif şekillerde sunmaya yönelik stratejilere kıyasla çok daha az etkin olacağı anlamına gelir” (Schwab, 2016: 43).

Türkiye’nin ekonomik anlamda lider ülkeler arasında yer edinebilmesi için Endüstri 4.0 önemlidir. Özellikle rekabet gücü unsurlarının çok hızlı dalgalandığı bu dönemde; düşük işgücü maliyetleri ile lojistikte üstünlük vb. gibi rekabet gücünün temel yapı taşlarını oluşturan alanlar üzerinde durulmalıdır. Bu nedenle hedef, Endüstri 4.0 ile rekabet üstünlüğünün devamlılığını korumak ve yükseltmek olmalıdır. Fakat bundan da önemlisi global üretim zincirinden daha fazla pay sahibi olan, katma değeri fazla olan Türk sanayii ortaya çıkarılmalıdır. Bu hususlar; gelişmekte olan bir ekonomiden sonraki aşamaya geçiş için, Türkiye’nin amaçlarına ulaşmasına yardımcı olacaktır (TÜSİAD, 2016: 13).

Artan rekabet ile üretimde düşük maliyet, hedefler arasındaki yerini almıştır. Batı’da bulunan işgücünün fazla maliyetli oluşu nedeniyle, üretim tesisleri yatırımı Doğu’ya yönelmiştir. TÜSİAD Türkiye’de Endüstri 4.0 konusunu ele alan “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0” adlı bir araştırma gerçekleştirmiştir. Hindistan, Çin ve Türkiye gibi ülkelerin daha az üretim maliyetleri ile ön planda olduğu görülmektedir (TÜSİAD, 2016: 35). Endüstri 4.0 ile Batı’dan Doğu’ya yöneliş tam tersi yön izlemeye başladı. Bunun sonucunda anlaşılan şu ki, ülkeler için ucuz işgücü artık bir rekabet üstünlüğü sağlamayacaktır. Türkiye’deki rekabet gücündeki ve katma değerli mal üretimindeki gerçekleşmesi muhtemel yükselişin, ekonomik

kalkınma ile paralel biçimde istihdamın artıracığını öngörülmektedir (Yılmaz (t.y.), <https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>).

Sanayi, Türkiye’de GSYH’nin ¼’ünü oluşturur ve Türkiye’deki politikaların önemli bir gelişme unsurudur. Yakın geçmişimizde yükselen ihracat hacmi; Ar-Ge gelişimi ile gelişmiş bankacılık gibi yeni nesil sanayilerle girişimciliği teşvik etmeyi de sağlamıştır. Bir bölgesel güç olan Türkiye ekonomisinin rekabet edebilirliği, lojistik avantajlar ile işgücü maliyetleri temelindedir. Üretim maliyetleri açısından Endüstri 4.0’da lider ülkelerin hayli gerisinde kalmamıza rağmen, bu sürecin en kısa zamanda uygulamaya geçilmesi çok önemlidir. Büyük ekonomiler yeni sanayi devriminin getirdiği yeniliklerden faydalanmaya çalışırken; Türkiye gibi büyümekte olan ekonomiler için ise imalat hacminde yükseliş imkanları bulunmaktadır (S-GE, 2017: 38).

2018 verilerine göre Türkiye, küresel rekabetçilik endeksinde 140 ülke içinde 61. sıradadır. İlk 5’te ise ABD, Singapur, Almanya, İsviçre ve Japonya yer almaktadır (WEF, 2018: 11). Bir önceki dönemin verileriyle kıyaslandığında; Türkiye’nin altı sıra gerilediği, İsviçre’nin birinciliğini üçüncü sıradaki ABD’nin aldığı, Almanya’nın iki sıra yükselerek ilk üçe girdiği ve Japonya’nın ise üç sıra ilerleyerek ilk 5’e girmeyi başardığı görülmektedir (WEF, 2018: 11; WEF, 2016: 21).

Endüstri 4.0 ile tüm ülkelerin rekabet edilebilirliklerini uluslararası seviyeye taşıma şansları mevcuttur. GCI 4.0, temel parametrelerini; ülkelerin öncelik vereceği alanlar, ilerleme oranları ve lider ülkelerden çıkarılabilecek dersler üzerine kurmuştur. Beklenen büyümenin yakalanabilmesi için yatırımları artırmak gerekmektedir. Dışa açık ekonomilere sahip olmak, büyüme için bir avantaj ise de uluslararası arenada başarısız olan ülkelere yardım edilmesiyle, ekonomik şoklar karşısında daha dayanıklı olunması mümkün olacaktır (WEF, 2018: 11-21).

Türkiye, global ekonomideki konumunu değiştirecek dönüşümü elde etme şansına çok yakındır. Teknolojiye adapte olmuş ve büyüyen işgücüne sahip olan bir ülkedir. Bu fırsatı değerlendirmek için gerekli çalışmalar belirlenmeli ve çözüm yolu üretilmelidir. Bu çözüm yolunda bütün ortaklar iş birliği içinde değildir. Ayrıca bu durum gelecek 10 yıl milli gündemdeki ana konularda biri olmalıdır (TÜSİAD, 2016: 15).

3.3.5. AR-GE Faaliyetlerine Etkileri

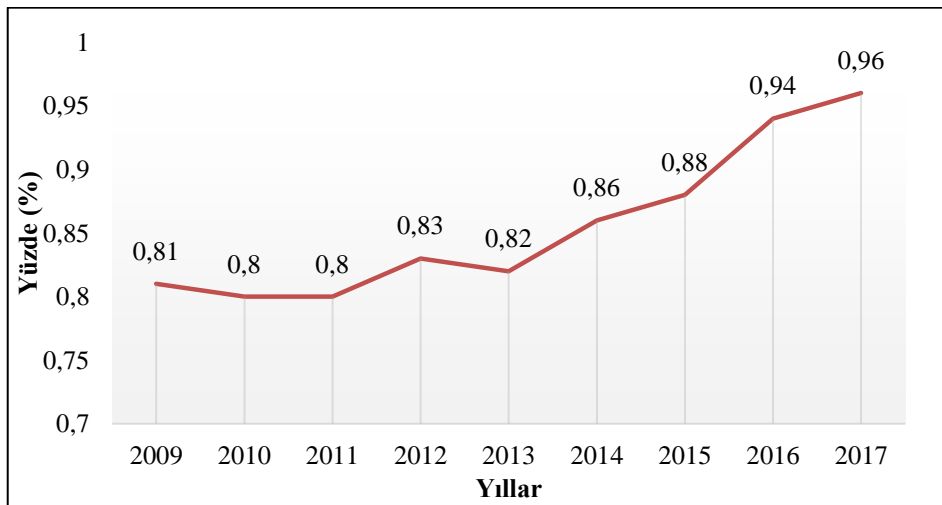
AR-GE tanım olarak bilgi ve teknolojiye faydalanılarak yeni üretim teknikleri ile mal ve hizmet ortaya çıkarılması ve geliştirilmesidir. Aynı zamanda AR-GE, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini ortaya koyan olgulardan biri olarak görülmektedir (Çeliktaş vd., 2015: 32). Endüstriyel gelişmelerin takip edilmesi ve endüstriye uygulanması için yol haritası çizilmesi, rekabetçi ortamın korunması, rekabet üstünlüğü sağlanması ve üretimde verimliliğin artırılması amacıyla yapılan

AR-GE faaliyetleri oldukça önemlidir (Çelikleş vd., 2015: 24). AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı o ülkenin ekonomik politikaları hakkında izlenimleri oluşturmaktadır. Almanya, Japonya ve Türkiye'nin 2016 yılındaki AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı Almanya %2,939, Japonya %3,141, Türkiye %0,94'tür (WB, 2019; TÜİK, 2019:). 39 yıl önce Türkiye ve Kore Cumhuriyeti kişi başına milli hasıla açısından yakın düzeydeydi. Fakat Kore Cumhuriyeti uyguladığı ekonomik büyüme politikaları ile global piyasada önemli bir konuma sahip olmuştur. Bunun nedeni bu amaçla gerçekleştirmiş olduğu AR-GE faaliyetleridir (Çelikleş vd., 2015: 21).

Türkiye'de, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca hazırlanan “*özel sektörde, Ar-Ge ve yenilik yoluyla ülke ekonomisinin uluslararası düzeyde rekabet edebilir bir yapıya kavuşturulması için teknolojik bilgi üretilmesini, üründe ve üretim süreçlerinde yenilik yapılmasını, ürün kalitesi ve standardının yükseltilmesini, verimliliğin artırılmasını, üretim maliyetlerinin düşürülmesini, teknolojik bilginin ticarileşmesini, rekabet öncesi işbirliklerinin gelişmesini, teknoloji yoğun üretim, girişimcilik ve bu alanlara yönelik yatırımlar ile Ar-Ge'ye ve yeniliğe yönelik doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ülkeye girişinin hızlandırılmasını, Ar-Ge personeli ve nitelikli işgücü istihdamının artırılmasını desteklemek ve teşvik etmek*” amaçlanmaktadır.

Günümüzde Türkiye'de aktif olarak faaliyet gösteren Ar-Ge merkezleri sayısı 1188⁵'dir. Son üç yıl içinde, Türkiye'de endüstriyel üretim ve teknoloji amacıyla ayrılan Ar-Ge için ödenek ve harcamalara baktığımızda, ortalama %9 oranında bir bütçe ayrıldığı görülmektedir. En güncel veri olarak 2017 yılının GSYH Ar-Ge harcaması %0,96'dır (TÜİK (2018), http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1620).

Grafik 1: Türkiye'nin Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçindeki Payı, 2009-2017



Kaynak: TÜİK (2018), http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1620

⁵ Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı AR-GE Teşvikleri Genel Müdürlüğü 31 Ağustos 2019 Güncel verisidir.

Grafik 1'e göre Türkiye'de Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı artış göstermektedir. TÜBİTAK'ın Ulusal Yenilik Sistemi adıyla ortaya koyduğu amaçlar içinde Ar-Ge harcamalarının GSYH içinde en düşük %3 oranında yer alması gerektiği belirtilmektedir. Fakat tabloyu incelediğimiz geçen 10 yıl için bu oran %0,81'den yalnızca %0,96 seviyelerine çıkabildi. AR-GE hizmetlerinde tam zamanlı çalışan sayısı 300 bin olarak amaçlanmıştır. Ancak bu sayıda 80 bin ile sınırlı kalmıştır (Çeliktaş vd., 2015: 32).

Global anlamda önde gelen endüstriyel robot üreticisi ülkelerin ve Türkiye'nin Ar-Ge verileri kıyaslandığında, muhtemel negatif öngörülere ulaşılabilecektir. 2016'da Ar-Ge'nin GSYH'deki payı ABD'de %2,8 oranındadır (Kılıç ve Alkan, 2018: 44). Almanya ve Japonya'nın yukarıda da bahsedildiği üzere bu alandaki payları ile Türkiye'nin payı arasındaki fark ortadadır. 2017 yılında bazı ülkelerin Ar-Ge için hükümet bütçelerinden tahsis ettikleri miktarlara baktığımızda; Almanya'nın 30.141,31 milyon Euro, Japonya'nın 3.486.834 milyon Yen, Güney Kore'nin 19.501.845,75 milyon Won (Güney Kore'nin para birimi), Çin'in 122.962,044 milyon Yeni Tayvan doları (2000 yılından itibaren Çin'in Merkez Bankası tarafından dağıtılan bir para birimi) ve Türkiye'nin ise 10.710,208 milyon Türk lirası olduğunu görmekteyiz (OECD, 2018). Almanya AR-GE harcamalarının %15'lik kısmını Endüstri 4.0 için kullanırken, ABD Ar-Ge harcamalarının %29'unu Endüstri 4.0 için kullanmaktadır. Bunun sonucunda ABD'nin Endüstri 4.0 ile bağlantılı gelirlerinin toplam gelire oranı %30, Almanya'nın %19, Japonya'nın ise %11'dir (Yılmaz (t.y.), <https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>).

Tablo 5: Bilim, Teknoloji ve Yenilik Hedefleri ve Ar-Ge ve Yenilik Alanındaki Hedefler

	2018	2023
Ar-Ge Harcamalarının GSYH 'ya Oranı (%)	0,96	1,8
Tam Zaman Eşdeğer (TZE) Cinsinden Ar-Ge Personeli Sayısı	153.5521	300.000
Milyon Kişi Başına Doktora ve Üstü TZE Ar-Ge Personeli Sayısı	352	863
Ar-Ge Harcamalarında Özel Sektörün Payı (%)	56,9	67
Ar-Ge Personeli İçinde Özel Sektörde İstihdam Edilenlerin Payı (%)	57,3	67

Kaynak: SBB, 2019: 80-105

Tablo 5'te 11. Kalkınma Planında yer Alan Bilim, Teknoloji ve Yenilik hedefleri ve ARGE ve yenilik alanındaki hedeflere yönelik uygulanacak olan politikalar sonucunda, 2023 yılı AR-GE verileri belirtilmiştir. Türkiye'de AR-GE harcamaları mevcut konumunda bir çok ülkeden geridedir. Buna ek olarak üretimde Ar-Ge harcamalarını içerisinde ileri teknoloji kullanımının düşük düzeyde olması önemli sorun teşkil etmektedir. Türkiye AR-GE harcamaları büyüklüğü açısından global sıralamada 18. sıradadır. İlk sıralarda 527,46 milyar dolar ile ABD ve 429 milyar dolar ile Çin yer almaktadır. Listenin devamında 173,36 milyar dolar ile Japonya, 112,49 milyar

dolar ile Almanya ve 83,91 milyar dolar ile Güney Kore bulunmaktadır (Dursun ve Şengül, 2018: 71).

3.4. Endüstri 4.0'ın Emek Piyasasına Yansımaları ve Türkiye

Teknolojik gelişmeler ve emek piyasası ilişkisine bağlı iktisadi yaklaşımlar, klasik iktisatçılardan David Ricardo ile başlamıştır. Ricardo, teknolojik gelişmeler üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmaların hedefi üretim aşamasında makinelerin yer almasının, toplumun çeşitli kesimlerini nasıl etkilediğini incelemektir. Bu çalışmalar neticesinde Ricardo, makine kullanımıyla birlikte emek-sermaye ilişkisinde ikame etkisinin ortaya çıkacağını ileri sürmektedir. Kapitalist üretim makine kullanımını tercih etmektedir. Bunun sebebi yatırımcıların daha çok kar sağlama arzusudur. Teknolojik ilerlemenin olmadığı düşünüldüğünde, işçilerin geçimlik ücretlerindeki artış sonucunda, ürünlerin kâr oranları düşüş gösterecektir. Sermaye birikimi ve nüfusun yükselmesi karşısında, geçimlik malların fiyatlarının artışı, ücretleri azalacaktır. Yatırımcı maliyeti azaltmak ve daha fazla kâr sağlamak amacıyla işgücünden tasarruf edecektir. Bu durum da makineleşme olarak kendini gösterecektir. Ricardo makineleşmenin üretim aşamalarında işgücünü bütünüyle ortadan kaldıracağını ileri sürmemektedir. Makineleşme sonucunda gerçekleşecek olan üretimde, makinelerin çalıştırılması ve onarım, bakım vb gereksinimler için işgücü varlığını koruyacaktır (Ardor ve Varlık, 2009: 20-21). Bu konuda Schumpeter'in düşüncesi, ekonomide dengeyi analiz eden yaratıcı-yıkım teorisidir. Bu teori, teknolojik gelişmelerin piyasadaki dengeyi bozarak, başka denge noktasına yönelimini ifade etmektedir. Teoride yaratım ve yıkım tarafları vardır. Bunlar şirketlerin ayakta kalabilme durumlarını tanımlamaktadır. Yıkım süreci, teknolojik gelişimleri yakalayamayan ve verimsiz üretim yapan şirketlerin piyasadan ayrılmasını açıklamaktadır. Yatırım süreciyse bu gelişmelere uyum sağlayan ve verimli üretim yapan şirketlerin piyasaya girişlerini ifade etmektedir. Schumpeter'a göre teknolojik yeniliklerden faydalanan şirketlerin piyasaya girişi, ekonomik kalkınmayı arttıracaktır (Fikirli ve Çetin, 2017: 29).

Genel duruma bakıldığında, teknolojik gelişmeler nitelikli ve vasıflı işgücüne olan talebi yükseltmiştir. Bunun nedeni; teknolojik gelişmelerin becerilere olan gereksinimin artmasıyla işlerde nitelik olarak bir dönüşme neden olmuştur (Goldin ve Katz, 2009: 4-5). Otomatik üretim ağlarının kullanımının artması ile mal ve hizmet alanlarında işgücü mecburi bir girdi olmaktan çıkmıştır. Şirketler en yüksek kâr ile maliyetleri en aza düşürme hedefiyle üretim alanlarında işgücünün yerine, otomatik sistemler kullanmaktadır. Otomasyon gücünün işgücüne ikame olma sebepleri arasında; işgücünün çok maliyetli oluşunun yanında hata oranının yüksek olmasıdır. Aynı zamanda bu etmenler işgücünün istihdam edilebilirliğini sınırlandırıcı nedenlerdir (Doğru ve Meçik, 2018: 1586).

Schwab'a göre teknolojik yeniliklerin istihdama etkisini inceleyen uzmanlar, iki görüş etrafında birleşmektedir. İlk grup iyimserler, teknolojinin fırsatları yükselteceğini öne sürenlerdir.

İyimserler görüşlerini çeşitlenen ürün ve hizmetlere talebin artmasına bağlamakta ve farklı mesleklerin ortaya çıkacağını savunmaktadır. Diğer grup olan kötümserler ise tersi düşünce ile istihdamın düşeceğini iddia etmektedir. Bu durum emek- sermaye ikamesine bağlıdır. Fakat kötümserler bazı belirsizlikler noktasında tıkanıklık yaşamaktadır. Bu belirsizlikler ise işgücünün ne oranda ikame edilebileceği ve bunun ne kadar süreceğidir (Schwab, 2016: 38).

Bu görüşlerden iyimser olanlar cephesine göre, global emek piyasası hakkında fazla olumsuz öngörülerde bulunmak doğru değildir. Bu konu hakkında Ricardo, Karşılaştırmalı Üstünlük Teorisi (1817) kitabında, gerçekleşecek olan Endüstri 1.0 için emek piyasasını olumsuz etkileyeceğinden bahsetmiştir (Krugman, 2012: 5). Aynı şekilde 1930 yılında John Keynes, Endüstri 2.0 öncesi Ricardo ile benze bir görüş belirtmiştir. Fakat yeni istihdam alanları ortaya çıkmış ve üretimler daha kârlı hale gelmiştir. Böylece krizler ve savaşların üstesinden gelinmiştir. Bütün bunların yanında, teknolojik anlamda önemli bir adım sayılan endüstri 3.0'a karşın kitlesel işsizlikler dengelenmiştir. Endüstri 3.0 esnasında otomotiv alanında otomasyon artarken, işgücü iş kayıpları yaşamamıştır. Bu durumun tersine, ekonomik büyüme ve yeni istihdam alanları oluşmuştur. Böylece yeni meslekler ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 içinde benzer bir görüş vardır. İyimserlere göre; yapay zekâ ve robotiğin üretim alanlarında yerini almasıyla, verimlilik ve kârlılık yükselecektir. Bunun sonucunda işgücü iş kayıpları yaşamayacaktır (Wisskirchen vd., 2017: 9).

Endüstri 4.0'ın emek piyasası etkisine, karamsarların bakışı ise kısa dönemde piyasaların olumsuz etkileneceğidir. Sachs ve Kotlikoff'a göre, teknoloji değişim ve gelişim halindedir. Fakat önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi, artık teknoloji emeğin ikamesidir. Bu durum sadece vasıfsız işgücünü kapsamamaktadır. Gelecekte tüm nitelikli-niteliksiz işgücü için bir tehlike olacaktır (Sachs ve Kotlikoff, 2012: 4; Özsoy, 2018: 259). Bu etki daha çok düşük ve orta seviyede beceri ihtiyacı olan alanlarda gerçekleşebilir. Birkaç milyon işgücü, işini kaybetmeyle karşı karşıya gelebilir. Bu bir öngörüdür ve kesin bir netice değildir. İyimserlerin düşündüğü gibi işsiz kesim diğer alanlara yönlendirilebilir. Ancak bu işsiz kesim eğitim açısından nitelikli olmadıkları için, diğer alanlarda istihdam edilemeyebilir. Üretim sürecinde yer alan teknolojinin, bu denli zekâleşen sistemlerde, işgücüne ihtiyaç azalabilir. Bunun sonucunda işsizlik endişesi ve zengin-yoksul farkının genişlemesi gibi sebeplerle, sosyal çatışmalara neden olabilir (Wisskirchen vd., 2017: 11).

Bütün bunlardan farklı olarak, üçüncü bir görüşe sahip olanlar vardır. Onlara göre diğer iki düşünce dengelenmelidir. Yeniliklerin etkisi, onlardan faydalanan kişilerin onları kullanım nedeni ve tarzına bağlıdır. Bu yüzden, teknolojik gelişmelerin şüphesiz tek yönde etki göstereceği düşüncesi doğru değildir. Onlar için yeni ileri teknolojiler istihdamı, sayı ve nitelik açısından etkileyecektir. Fakat teknolojik değişim ile istihdamla direk ilişkili değildir (Tokol, 2008: 8).

İkinci Sanayi Devrimi ile emek üretimde hakimiyetini yavaş yavaş kaybederken, üçüncü sanayi devriminde çoğu sektörde sadece denetim aşamasında karşımıza çıkabilmektedir. Fakat

Endüstri 4,0 ile insanoğlu sadece üretimde değil, hayatımızın birçok noktasında aslında bize bugün yardımcı görünen, belki de ileride bütün alanlarda rakip olarak tanımlayabileceğimiz yapay zekayı geliştirmiştir. Geliştiriciler, yapılan işlerde bedensel hareket kullanımının verdiği zaman kaybını en aza indirmek için birçok ürün geliştirmektedir. Bunlar sadece büyük üretimler için işgücünün azaltılması yönünde gerçekleşmemiş, günlük hayatta bile mikro çapta da olsa bedensel hareketler azaltılmaya başlamıştır. Apple şirketinin akıllı olarak nitelendirilen cihazlarında bulunan 'siri' uygulaması, bunlara en genel örnek olabilir. Bu uygulamayla telefon görüşmesi, internette bilgiyi arama ve cihazda gerçekleştirilebilecek birçok işlem sadece kısa bir ses komutuyla mümkün olabilmektedir. Böylelikle kullanıcı zaman kaybetmeden işlemini yapılmaktadır.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin beraberinde birçok teknik uygulama getirmiştir. Akıllı telefonlar, tabletler, uygulamalar ve sosyal medya vd. günlük hayatta kullanılan bir çok gelişme bulunmaktadır. Hayatımızın birçok alanında olduğu gibi üretim yerlerinde de gelişmeler mevcuttur (Pfeiffer, 2015). Bu Gelişmelere Amazon şirketinin girişimlerinden birisi örnektir. Bu girişim, ABD'de insan emeğinin minimum olduğu, yapay zekâ tarafından işletilen market oluşturmasıdır. Bu markette kasiyer görevinde bulunan işgücü bulunmamaktadır. Görüntü sistemleri ve sensörler ile oluşturulmuş olan bu markette; yapılan tek şey girerken amazonun size verdiği barkodu kapıdaki makineye okutup alışveriş yapmaktır. Aldığınız ürünler kameralar tarafından algılanıp hesabınızdan ücretleri tahsil edilmektedir.

Türkiye son 20 senede dünyanın önemli şirketlerinin üretim merkezi olma stratejisine sahiptir. Fakat bu durum endüstri 4.0 sürecinde başlıca sorunlardan biridir. Çünkü Endüstri 4.0'ın getirilerinden biri olduğu düşünülen sonuç, minimum emekle üretimdir. Türkiye'de ucuz emek arzı nedeniyle üretim tesisleri olan firmalar için artık bu durum daha fazla maliyete neden olacaktır. Böylece daha yoğun teknoloji ile daha az maliyetli üretim bölgelerine tesislerini taşıyacaktırlar. Bu nedenle Türkiye dinamik bir şekilde Endüstri 4.0'ı yakalamak zorundadır. Özellikle teknolojik anlamda atılacak olan adımlar, büyüme hızımızı da arttıracaktır.

3.4.1. Çalışma Süreleri ve Biçimlerinin Esnekleştirilmesi

Esneklik kavramı, farklı boyutları kapsayan geniş bir anlama sahiptir. Bu nedenle tek bir tanımla açıklama olanaksızdır. Genel bir tabirle esneklik kavramının temelinde değişebilirliği oluşturduğu ifade edilebilir (Filiz, 2011'den Aktaran Kaya ve Doğan, 2016: 1071). Esneklik şirketlerde örgüt yapısında, üretim ve çalışma sürelerinde, kariyer planlamada, ücretlerde vb. birçok alanda gerçekleştirilen esnek uygulamaların gerçekleşmesidir (Seyyar ve Öz, 2007'den Aktaran Doğan vd., 2015: 377). Esnek çalışma, piyasalarda ve üretim alanlarında değişen koşullara adapte olmak için tarafların üzerinde anlaştığı kurullarla çalışma saatini, yerini, koşullarını ihtiyaçlara göre belirleyebilmesidir. OECD'nin yaptığı tanımlamada esneklik dört başlık altında ele alınmaktadır (Dur, 2009: 31-32).

Fonksiyonel esneklik: Diğer adıyla işletmede esneklik, işgücündeki sayısal olarak esnekliği ifade etmekten ziyade, işletme içerisinde ya da işgücünün organize edilmesiyle ilgili esnekliktir. İç esneklik olarak da ifade edilmektedir. Bu esneklik türü, çalışanların iş tanımlarının değişen teknolojilere ve iş yüküne göre değişim içerisine girebilmesidir. Kısaca, şirket içerisinde işçilerin farklı alanlarda görev ve sorumluluk sahibi olabilmesidir.

Ücret esnekliği: Diğer bir adı mali esnekliktir. Şirketlerin ücretlerini değişen işgücü piyasa koşullarına göre farklılaştırabilmesidir.

İşsel Esneklik: Şirketlerin işçi sayılarında değişiklik gerçekleştirmeden, çalışma süreleri ve çalışma programında değişiklik yapabildiği olarak ifade edilmektedir.

Dışsal Esneklik: Değişim gösteren ekonomik koşullar ve teknolojik gelişmeler, piyasadaki taleplerin farklılaşmasına ve yeni üretim şekillerine göre şirketin işgücü sayısını ve vasfını belirleyebilme özgürlüğüdür. Şirketler işgücü alımı-çıkarmı konusunda, işgücü niteliğinin belirlenmesinde, yasal düzenlemeler ile ne derece minimum sınırlandırılırsa sayısal esneklik o kadar sağlanabilmektedir.

Esnek çalışma süresinin birçok türü mevcuttur. Esnek çalışma saatleri, iş paylaşımı, uzaktan çalışma, kısmi süreli çalışma ve sıkıştırılmış çalışma haftası vb. esnek çalışma biçimleri ABD'nin uyguladığı esnek çalışma süresi türleri kapsamındadır. Esnek çalışma süresi kapsamında diğer ülkelerde de düzenlemeler yapılmıştır. Yıllık olarak çalışma sürelerinin belirlenmesi ve değişkenlik gösterebilen haftalık çalışma süresi ya da 3 ay ile 1 yıl arasında değişen, bir haftada ortalama kısa süreli çalışma süresine izin veren iş sözleşmeleri, diğer ülkelerdeki esnek çalışma süresi düzenlemeleridir. Bazı esnek çalışma süresi türleri işveren ve işçi arasında görüşme sonucunda kontrol derecesine göre ülkeler arasında farklılıklar gösterebilmektedir. Kısmi çalışma süresinin ülkeler arasında farklılık göstermesi buna örnek verilebilmektedir (Berg vd., 2004'ten Aktaran Murat, 2018: 159). Bu esnek çalışma türleri şunlardır.

- *Çağrı üzerine çalışma:* İş sözleşmesinde işçinin ne kadar süre çalışacağı belirlenmekte ve işin ne zaman yapacağı çağrı yoluyla işçiye bildirilmektedir (Kaya ve Doğan, 2016: 1079).
- *Kısmi süreli çalışma:* İşletmede tam gün çalışan işçilerin haftalık çalışma saatinden daha az çalışan işçiler kısmi süreli olarak çalışmaktadır (Şen, 2000: 45). Bu çalışma türü isteğe bağlı olmakla birlikte çalışma süreleri ve aralıkları işçi ve işveren tarafından belirlenmektedir (Kaya ve Doğan, 2016: 1079).

- *İş paylaşımı:* Tam günlük bir iş, birkaç çalışan tarafından günün belirlenen farklı zamanlarında sırasıyla işbaşı yaparak gerçekleştirilmektedir. Bölünmüş gün, bölünmüş hafta ve dönüşümlü hafta şekilleri mevcuttur (Kaya ve Doğan, 2016: 1079).
- *Evde çalışma:* Ev ekseni çalışmada, önemli unsur işin yapıldığı yer yani evdir. Üretim bir fabrikada ya da herhangi bir üretim alanında değil işçinin evinde yapılmaktadır (Kocabaş vd., 2017: 180).

Çalışma süreleri esnekliğini, şirketler maliyet azaltma ve rekabet gücünü arttırmak için uygulamaktadır. Bu uygulamada asıl amaç işgücü maliyetlerinin azaltılması, verimliliğin artırılması ve kapasite kullanımının yükseltilmesidir. Günümüzde çalışma süreleri önemli bir rekabet gücü araçlarından biridir (Parlak ve Özdemir, 2011: 33). Endüstri 4.0 ile standart çalışma şekilleri ve sürelerinden uzaklaşmaya başlanmıştır. Artık bulut bilişiminin kullanımıyla internet bağlantısı olan her cihaz üzerinden ve her konumdan üretim sürecine katılım gerçekleştirilmektedir. Yüksek teknolojinin kullanımı ile üretimde sağlanan esneklik, üretimde temel unsur olan emeğin de birçok açıdan esnek kullanımını gerektirmektedir. Ev tipi çalışma türü artık bu teknolojinin mevcut olduğu her konumda gerçekleştirilebilen bir çalışma türüne dönüşmektedir. Yüksek teknoloji kullanımı ile birlikte üretimi durmayan fabrikalar oluşturulmuştur. Bu üretim alanlarında çalışan işgücü için çalışma saat ve süreleri çeşitlilik göstermektedir. Uzaktan kontrolü sağlanan üretim araçlarından gelen verilerin akıllı cihazlar aracılığıyla işgücüne ulaştırılması sağlanmaktadır. Böylelikle herhangi bir çalışma süresi veya saati kısıtlaması bulunmaksızın işgücünün üretim aşamasına katılımı sağlanmaktadır. Herhangi bir üretim arızası durumunda bu tarz uzaktan müdahale edebilme avantajı ile verimlilik artışı ve rekabet üstünlüğü sağlanabilmektedir.

Endüstri 4.0 ile oluşacak olan yeni işlerin yanında çalışma süreleri, çalışma şekilleri ve çalışma ortamlarında ortaya çıkacak olan değişimler neticesinde, daha karmaşık operasyonel ve organizasyonel yapıların meydana geleceği öngörülmektedir. Bunun sonucunda işletmeler kararlarını kendi istekleri doğrultusunda alabilen ve iyi iletişim yeteneğine sahip işgücüne ihtiyaç duyacaktır. Şüphesiz standart çalışma şartlarını, değiştiren bu gelişmeler ile birlikte, halihazırdaki çalışma süreleri ve şartlarının farklılaşması beklenmektedir. Esnek çalışma biçimleriyle işgücü piyasasında değişimlerin yaşandığı haftalık çalışma sürelerinin giderek azalmasından anlaşılmaktadır. Bu nedenle, çalışma koşulları ve sürelerindeki değişiklikler işgücünün avantajına gerçekleşmektedir. Böylelikle özel hayata ayrılan sürenin artmasına bağlı olarak bireylerin kendi kişisel gelişimlerine daha fazla katkısı sağlayacakları beklenmektedir (Çakır, 2018: 101).

Türkiye’de Endüstri 4.0 ile ilişkili olarak 11. Kalkınma Planı ile çalışma hayatının düzenlenmesi amacıyla belirli politikalar ve tedbirler oluşturulmuştur. İşgücü piyasasının gereksinimlerine bağlı olarak esnek çalışma türleri etkinleştirilecektir. Çalışma saatlerinde

denetimler arttırılacaktır. Esnek çalışma türleri hakkında farkındalık etkinlikleri düzenlenecektir. Böylece toplumun her kesiminde insana yakışır iş olanakları oluşturulacaktır (SBB, 2019: 141-142).

3.4.2. İşgücü Piyasası Üzerine Etkileri

İşgücü kavramını TÜİK (2013) şöyle tanımlamıştır: “Referans dönemi içinde ekonomik mal ve hizmetlerin üretimi için emek arzında bulunan çalışma çağındaki nüfusu kapsar. İşgücü, istihdamda olanlar ile işsizlerin toplamı olarak ifade edilmektedir”. İşgücüne katılım oranını ise “İşgücünün, kurumsal olmayan çalışma çağındaki nüfus içindeki oranıdır.” şeklinde tanımlamıştır (TÜİK, 2013). TÜİK’ten elde edilen son güncel verilere göre Türkiye’de işgücüne katılım oranı %52,2’dir. 2019 Ocak verilerinde düşüş gözlemlense de genel durum işgücüne katılım oranlarının pozitif çizgide ilerlediğidir (TÜİK, 2019).

Endüstri 4.0 ile işgücü beceri ve niteliklerinde önemli değişiklikler meydana gelecektir. Bu nedenle eğitim, Endüstri 4.0'a hazırlık aşamasında rol oynayan kilit faktörlerden biri olmaktadır. Üniversiteler içerik geliştirirken endüstrilerdeki bu eğilimleri ve değişiklikleri göz önünde bulundurmalıdır, böylece öğrenciler gelecekteki pazarlara uygun beceriler kazanacaktır. Yukarıda belirtilen becerilerin yanı sıra, BİT okuryazarlığı çok önemlidir ve üniversiteler tarafından sağlanmalıdır. BİT okuryazarlığı, öğrencilerin farklı bilgi ve iletişim teknolojilerini nasıl uygulayacakları ve kullanacakları hakkında bilgi sunmaktadır. BİT becerilerinin yüksek talep gördüğü işler, 2020'de daha da talep görecektir (Heinrich, 2019: 5).

Teknolojik ilerlemelerle birlikte gerçekleşecek olan yüksek becerili işgücü talebi doğrultusunda toplumun ileri teknolojiye uyum sağlaması için temel bilimlere ağırlık verilmesi gerekmektedir. Lisans eğitiminin yanında ileri düzeyde eğitim programlarına yapılacak destek ve yatırımlar da teknolojik gelişmelerden doğan işgücü talebi ihtiyacının karşılanması için önem teşkil etmektedir. Ucuz ve niteliksiz işgücü amaçlı hedefli yabancı yatırımların yerini artık “insan sermayesinin gelişmiş olması” koşulu almıştır. İleri teknolojinin yer aldığı üretim alanlarının Türkiye’ye uyumu için vasıflı ve yüksek becerili işgücü önem kazanmaktadır (Can vd., 2017: 39).

Endüstri 4.0 işlerde birçok değişiklik getirdiğinden, işçiler değişiklikleri kabul etmek zorunda kalacaktır. Bu, çalışanların ek eğitim veya öğretim yapmaları gerekebileceği anlamına gelebilir. Dahası, bugünün işgücünde önemli olarak kabul edilen becerilerin üçte birinin veya %35'nin 2020 yılına kadar değişeceği öngörülmektedir. Kaybolan ilk işler hem hizmet hem de sanayi sektöründe tekrarlanan işler olacaktır. Çalışanların, makinelerin sahip olmadığı becerilerini sağlanması veya mevcut becerileri geliştirmek zorunda kalacakları anlamına gelmektedir. WEF yayınladığı ‘İşlerin Geleceği’ raporunda, Endüstri 4.0 sürecinde işverenlerin gelecekte talep edecekleri 10 temel beceriyi sıralamıştır (Durmuş, 2019: 52).

- Karmaşık problem çözüme
- Kritik düşünce
- Yaratıcılık
- İnsan yönetimi
- Başkalarıyla koordine etmek
- Duygusal zekâ
- Muhakeme ve karar verme
- Servis oryantasyonu
- Müzakere
- Kavramsal/bilişsel esneklik

Otomasyonun artmasıyla işgücünün fiziki yükü azalmaktadır. Bunun yanı sıra iş sürecinde ortaya çıkacak olan devamlı değişimlerin sonucunda psikolojik ve stresle ilgili sorunlar oluşacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda kaynak tüketiminin minimum seviyelere indirilmesi verimlilikte artış sağlanması ve enerji ve emeğe olan ihtiyacın azalması ile çalışma sürelerinin kısalarak iş sağlığı ve güvenliğinin robotlar tarafından gerçekleştirildiği yüksekli güvenlikle çalışma ortamları ortaya çıkaracaktır (Çakır, 2018: 102).

TÜSİAD'ın gerçekleştirdiği araştırmada Endüstri 4.0 ile üretim, kalite ve bakım aşamalarındaki vasıfsız işgücünün yerini teknoloji alacaktır. Uzun dönemde bu dönüşüm oranı %20-30 arasında öngörülmektedir. Beyaz mavi yakalı işgücünden talep edilen beceriler değişecektir. Şirketlerin gelişmiş üretim teknolojilerini verimli olarak kullanabilecek ve yönetebileceklerdir. Bu nedenle şirketler, yeni nesil üretim teknolojilerine entegre olan küresel piyasalarda gelirlerini yükseltmek için, daha nitelikli işgücüne sahip olmaları gerekecektir. İşgücünün yapısında birçok değişim gerçekleşecektir. Özellikle geniş tasarım yetkinliğine ve BİT hâkim işgücüne ihtiyaç olacaktır. Böylelikle üretim yerlerinde vasıflı işgücü için yeni istihdam alanları ortaya çıkacaktır. Örnek vermek gerekirse, endüstriyel veri uzmanı gibi mesleklere olan talep artacaktır. BİT ile örgütlenmiş üretim alanları oluşacaktır. Üretim ve malın gelişim sürecinde BİT ile daha fazla veri ortaya çıkacaktır. Bu noktada bahsi geçen uzmanlar, bu verileri düzenleyecek ve çözümlenecektir. Yaptıkları analiz sonuçlarından yararlanarak, faaliyetleri devamlı olarak düzenleyebileceklerdir. Bu işlemi yapacak kişilerin ağ sistemleri, istatistik ve programlama alanlarında yetkin olmaları gerekecektir. Genel durumun bu şekilde özetlenmesiyle birlikte, Türkiye açısından Endüstri 4.0 süreci daha farklıdır. Gelişen olan ülkeler konumunda yer alan Türkiye, bu sürece daha hızlı ve daha iyi entegre olabilecek şekilde başlamalıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların bir kısmı bunu göstermektedir. Fakat Endüstri 4.0'ın emek piyasası muhtemel etkileri incelendiğinde; yapılan düzenlemeler sisteme entegre edildiğinde, 400-500 bin düzeyinde işgücünün işlerinin sonlanacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte, neredeyse 100 bin işgücü gereksinimi ortaya çıkacaktır. TÜSİAD'ın hazırladığı rapora göre, Türkiye'nin bu süreci

doğru uygulayabilmesi durumunda, %2-3 oranında büyüme öngörülmektedir. Bu sürecin bir sonucu olarak; işsiz kalan işgücü yeni, oluşan alanlara yönlendirilebilir. Uzun vadede istihdam artışı 10 senelik sürede %5 oranında gerçekleşebilir (TÜSİAD, 2016: 40-47).

3.4.2.1. İstihdam Üzerindeki Etkileri

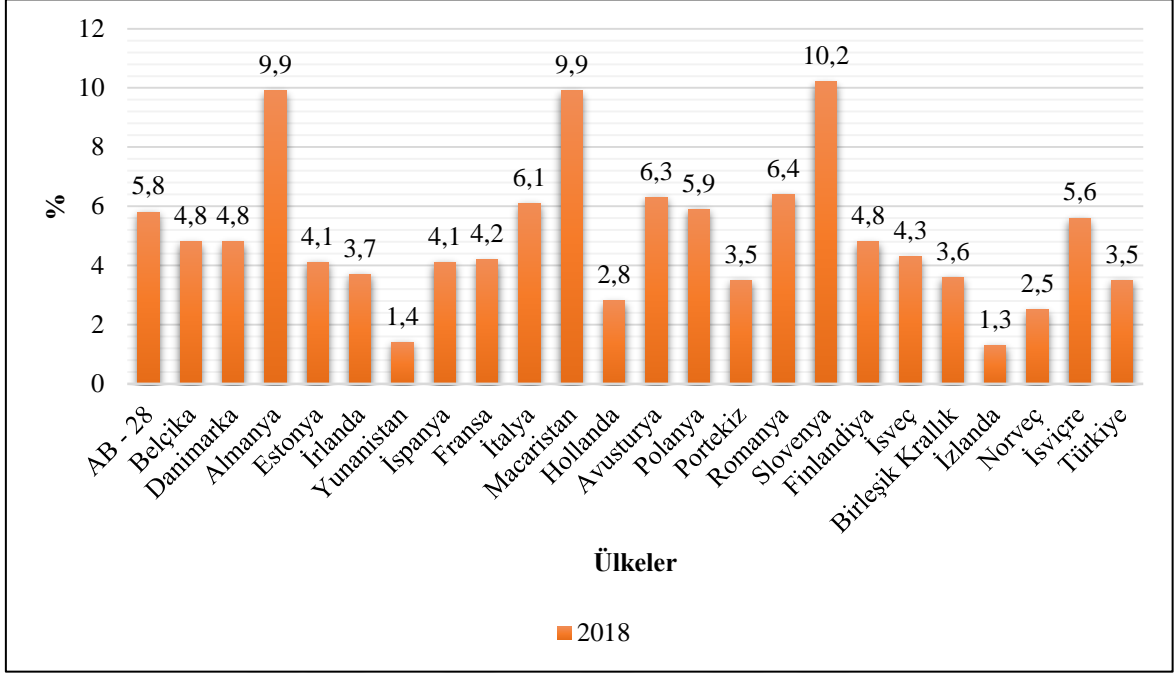
İstihdam, “*üretim faktörleri olan emek, sermaye, girişimci ve doğal kaynakların optimal kullanılarak üretim sürecine katılması*” anlamına gelmektedir. Bu ifade de anlaşıldığı gibi istihdam kavramı oldukça geniş bir kapsama sahiptir (Yaman, 1977: 48). İstihdam oranı ise “*İstihdamın, kurumsal olmayan çalışma çağındaki nüfus içindeki oranıdır*” (TÜİK, 2013).

TÜİK’in açıkladığı istatistiklere göre, Ocak 2019 dönemi istihdam oranı %44,5 ve bunların içinde sanayide istihdam edilenlerin oranı %19,9’dur. Mevsim etkisinden arındırılmış istihdam oranı ise %45,9’dur (TÜİK, 2019, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1007).

Alışıl gelmiş imalat teknikleriyle Türkiye’nin 2023’te en büyük 10 ekonomiden biri olma amacının hayata geçirilebilmesi için ihtiyaç duyduğu %8,5’lik büyümeyi yakalaması hayli zor görünmektedir (Ersoy, 2017; Özkan vd., 2018: 21). Bir üretim sisteminde çok verim ve az istihdam ile üretim gerçekleştiriliyorsa; bu, teknoloji yoğun üretim şeklidir. Eğer az verim ve fazla istihdamla gerçekleştiriliyorsa, bu durum da emek yoğun üretim şeklidir. Şirketler veri üretim düzeyinde teknoloji ile verimi yükselttiklerinde, işgücünü azaltmaktadır. Buna bağlı olarak istihdam ve verimlilik ters yönlü ilişki içindedir. Fakat geçmiş dönemlerde gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde fazla verimlilik yükselişini yaşadığı zamanlarda fazla istihdam gerçekleşmiştir. İmalat sektörü büyüme üzerinde önemli etkiye sahiptir. Üretim acısında bir lokomotif görevi olduğu bilinmektedir. Katma değerinin fazla olmasının sonucu olarak istihdam düzeyinde yükseliş olduğu varsayılırsa hem çalışan emek sayısı artacaktır hem de işçinin saat başına ürettiği ürün sayısı artacaktır. Bütün bunlarla birlikte diğer sektörlerle olan önemli bağlantıları neticesinde iktisadi büyüme açısından önemli bir konuma sahiptir (Aksu, 2017: 45-46).

Küreselleşme sonucunda gelişmiş ülkelerin yatırımcıları daha az maliyetli işgücünden yararlanmak amacıyla yatırımlarını geliştirmekte olan ülkelerde oluşturmuştur. Bunun nedeni geliştirmekte olan ülkelerin ucuz işgücü arzıdır. Böylece geliştirmekte olan ülkeler bu yatırımlar sonucunda büyüme ve istihdam gibi hususlarda ekonomik anlamda olumlu etkilenmiştir. Fakat üretim alanlarında otomasyonun gelişmesiyle bu durum negatif etkilenmektedir. Çünkü Endüstri 4.0’ın getirmiş olduğu fırsatlar ile bu ülkelerdeki ucuz işgücü önemini kaybetmiştir. Bu durum ise geliştirmekte olan ülkeler için istihdam ve büyüme oranlarında sıkıntılar yaşayacağı ve böylelikle avantajlarını kaybedecekleri anlamına gelmektedir (Özkan vd., 2018: 15-16).

Grafik 2: Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Üretim Sektörlerinde ve Bilgi Yoğun Hizmet Sektörlerinde İstihdam, 2018



Kaynak: Eurostat 2018, <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tsc00011>

Grafik 2’de Avrupa Birliği ülkelerinin yüksek teknoloji üretim sektörlerinde istihdam oranlarının yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Endüstri 4.0’ın lider ülkelerinden olan Almanya ilk sırada yer alırken Türkiye’de ise bu tabloda alt sıralardadır. Endüstri 4.0 sürecinde yeni gelişmeler gerçekleştirmekte olan Türkiye bu alanlara yapacağı yatırımlar ile istihdam seviyesinde artış gerçekleştirmeyi hedeflemektedir.

Teknolojik ilerlemelerin hızlı olmasıyla birlikte Endüstri 4.0’ın işgücü üzerine olan olumsuz etkisini azaltmak için işletmeler, bireyler ve hükümetlerin rolü önemli olmaktadır. Öncelikle yapılması gerekenler eğitim seviyesinin ve bilgi düzeyinin artırılmasıdır (Efeoğlu ve Bozkurt, 2018: 294). Bu nedenle proje ve yatırımlara yönelik gözetim-denetim vb. yenilikçi önlemlere gerek duyulmaktadır (Bozkurt, 2018: 26).

Dijital dönüşümün ile birlikte Kalkınma Bakanlığı’nın hazırladığı 11. Kalkınma Planında istihdamın artırılması amacıyla bazı politikalar oluşturulmuştur. Teknolojik ilerlemelerin işgücüne etkileri incelenerek, ihtiyaç duyulan yeni beceriler belirlenecektir. Ayrıca teknolojik gelişmelerin meslekler üzerinde ortaya çıkardığı dönüşüm sistematik olarak izlenecektir. Dijital dönüşüm ile oluşacak ihtiyaçlara yönelik işgücü yetiştirilecektir. Bu politikaya yönelik kurs ve programlar oluşturulacaktır (SBB, 2019: 144).

3.4.2.2. İşsizlik Üzerindeki Etkileri

Çalışma isteği ve yetkinliği olan, fakat aradığı ücret ve çalışma şartlarında iş bulamayan kişiler işsiz olarak tanımlanmaktadır (Kanca, 2012: 2). TÜİK'in tanımlamasına göre işsiz, *referans dönemi içinde istihdam halinde olmayan kişilerden iş aramak için son dört hafta içinde iş arama kanallarından en az birini kullanmış ve iki hafta içinde işbaşı yapabilecek durumda olan onbeş ve daha yukarı yaştaki fertler işsiz nüfusa dahildirler* (TÜİK, 2019). İşsizliğin uluslararası alanda genel kabul görmüş üç koşulu vardır (Kanca, 2012: 2):

- İşe sahip olmama
- Her an işbaşına hazır olma
- Aktif olarak iş arama

Ülkeler açısından işsizliğin varlığı ciddi bir ekonomik sorundur. İşsiz nüfusun GSYH içerisinde herhangi bir katkısı olmadığı gibi aynı zamanda işsizlik maaşları da devlet bütçesine olumsuz etki yapmaktadır. Uzun vadeli işsizlik genellikle nitelik ve deneyim eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Uzun süreli işsiz kalan insanlar sahip oldukları becerileri kullanmadıkları için bu niteliklerini kaybetmektedir. Çalışma alışkanlıklarını da kaybetmeleri sonucunda işsizlik olgusu derinleşmektedir (Matovcikova, 2017: 75-76).

Endüstri 4.0 ile ileri teknolojinin ortaya çıkması sonucunda robot kullanım alanları artmıştır. Bu yüzden işgücüne olan talep azalır ve istihdam yapısı değişmektedir. Bir başka deyişle bu durum teknolojik işsizlik olarak nitelendirilmektedir (EBSO, 2017: 32). Bu işsizlik türü teknolojik ilerlemelerin sonucunda oluşan iş ve meslek kaybını ifade etmektedir (Efeoğlu ve Bozkurt, 2018: 293).

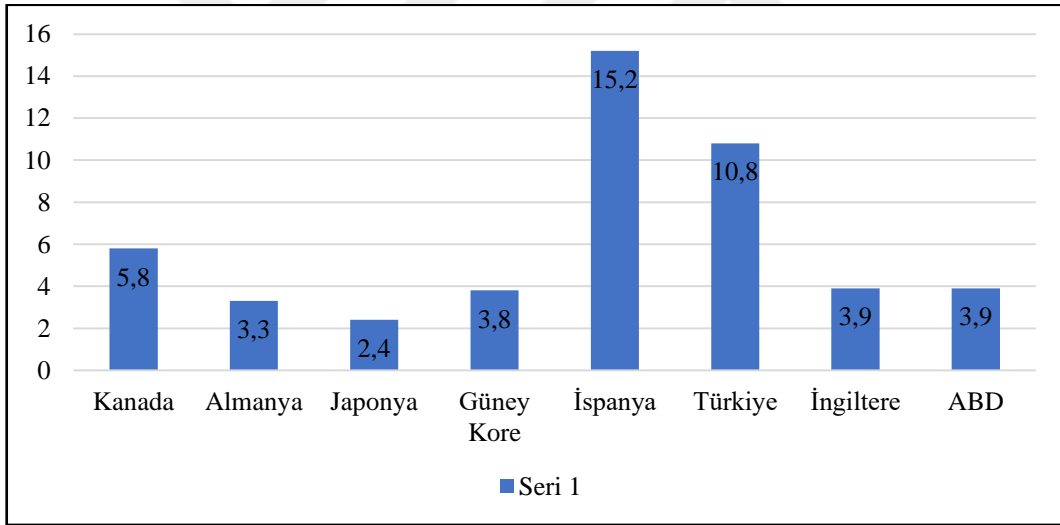
İşgücüyle gerçekleştirilen çalışmaların yerine robot, makine ve akıllı tesislerin almasıyla meydana gelen yapısal ve istem dışı işsizlik günümüzde üzerinde durulan önemli konular arasında yer almaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte gelecek 5 ile 10 yıl içerisinde bütün tekrarlı ve rutin işlerin yerini robotların alması sonucunda birçok insanın işsiz kalacağı düşünülmektedir. Uluslararası alanda bu durumu destekler nitelikteki örnekler mevcuttur: Çin'de 2016'da Foxconn firmasında işçi maliyetlerini düşürmek ve işyeri verimliliğini arttırmak amacıyla üretimde işgücü yerine robot kullanımına geçilmiştir. Bunun sonucunda 60 binden fazla kişi işsiz kalmıştır. İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre ise 10 milyondan fazla İngiliz'in 15 yıl içerisinde robot kullanımının artmasıyla işsiz kalacağı tahmin edilmektedir (Matovcikova, 2017: 76).

ILO'nun gelişen teknolojiler üstünde yaptığı çalışmalar neticesinde yeni teknolojilerin istihdama etkisi kısa vadede negatiftir. Fakat uzun vadede ürün ve hizmet kalitesinde yükselmeye neden olacaktır. Maliyetlerin düşmesi ile yeni mal ve üretim alanları ortaya çıkaracaktır. Tokol'a

göre, teknolojiye olan yatırım ile ekonomik büyümenin desteklenmesi gibi sebeplerle, bu etki olumlu olacaktır. Sonuç olarak teknolojinin yarattığı işgücü işsizliği, uzun vadede yok olacaktır (Tokol, 2000: 10).

Bir başka konu ise ülkelerin işgücünü ne şekilde değerlendirdikleridir. Ülkeler birbirleriyle aynı özellikte işgücü piyasasına sahip değildir. Bu nedenle her ekonominin talep ettiği işgücü niteliği de farklı olmaktadır. Çalışma şartlarının zor olduğu ve fiziksel iş yükünün fazla olduğu endüstrilerde genç işgücüne olan talep artmaktadır. Böylece yaşlı nüfusun istihdam edilebilirliği kısıtlanmaktadır. Dolayısıyla yaşlı nüfusun fazla olduğu ülkelerde işsizlik seviyesinin düşük, kişi başına hasılanın yüksek seviyelerde yer alması amacıyla robot kullanımı çözüm olarak görülmektedir. Nitekim Grafik 3'te bulunun seçili ülkelerdeki işsizlik oranlarına bakıldığında robot kullanımının fazla olmasına rağmen işsizlik oranlarının düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Bu bakımdan bu ülkeler bazında robot kullanımı işsizliği arttırmaktan ziyade işgücü açığını azaltmaktadır (Akin, 2017: 53).

Grafik 3: İşsizlik Oranları- 2018 (OECD)



Kaynak: OECD, 2018. <https://data.oecd.org/unemp/unemployment-rate.htm>

Türkiye açısından Endüstri 4.0'ın işsizlik üzerinde yaratacağı etkileri açıklamak gerekirse; Türkiye'nin işgücü niteliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde eğitim ve işsizlik arasında yakın bir bağ vardır. Buna göre eğitim düzeyi arttıkça işsizlik düşmektedir (Ansal vd., 2000: 113). Fakat 2019 TÜİK verileri incelendiğinde, Türkiye'de eğitim durumuna göre işsizlik oranı eğitim seviyesi yükseldikçe işsizlik oranının azalmadığı görülmektedir. 2014 ve 2017 yılları arasında, lisans eğitimi alanlarına göre işgücü verileri incelendiğinde, Bilişim ve İletişim Teknolojileri bölümünün işsizlik oranının ortalama %17,7, Mühendislik ve Mühendislik İşleri bölümünün işsizlik oranının ise ortalama %9 olduğu görülmektedir (TÜİK, 2018). Mühendislerin işsiz kalması; üretim alanlarının teknolojik

yapılanmaya tam olarak uymaması neticesinde, nitelikli işgücüne olan talebin yetersiz olmasından kaynaklandığı öngörülmektedir. TÜİK Ocak 2019 verilerine göre vasıfsız işgücü diye nitelendirebileceğimiz lise altı ve okur-yazar olmayan kesim için işsizlik seviyesi düşük miktarlardadır (TÜİK, 2019). Bunun nedenleri arasında, Türkiye’deki yabancı yatırımların, teknoloji tabanlı olmayan üretim sahalarında merkezileşme stratejisi gösterilebilir. Niteliksiz ve ucuz işgücü ihtiyacını karşılamak için üretim alanlarını Türkiye’de oluşturmaktadırlar.

Türkiye’deki yapısal işsizlik sorununu çözebilmek için sadece makro politikalar yeterli değildir. Bu problemin temelinde yer alan piyasa yapısı, sektörel dönüşüm gibi dinamikler ayrı ayrı ele alınarak ve birbirlerini destekler nitelikte uygulamalar yapılarak, bu soruna bir çözüm aranmalıdır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014: 17).

Endüstri 4.0 ile birlikte teknoloji ve robot kullanımının işgücünü ikame etmesi sonucunda işsizlik oranlarının artacağı tahmin edilmektedir. Bunu önlemek adına ortaya çıkacağı öngörülen yeni iş kolları için işgücünün nitelikli hale getirilmesi ya da diğer iş kollarına yönlendirilmesi gerekmektedir. Gelişen teknoloji ile değişen üretim alanlarına kolayca uyum sağlayacak becerilere sahip işçiler yetiştirilmelidir. Mevcut işgücünü destek ve eğitimlerle gelişmelere uyum sağlayabilmesi ile yeniden istihdam edilmeleri kolaylaşacaktır.

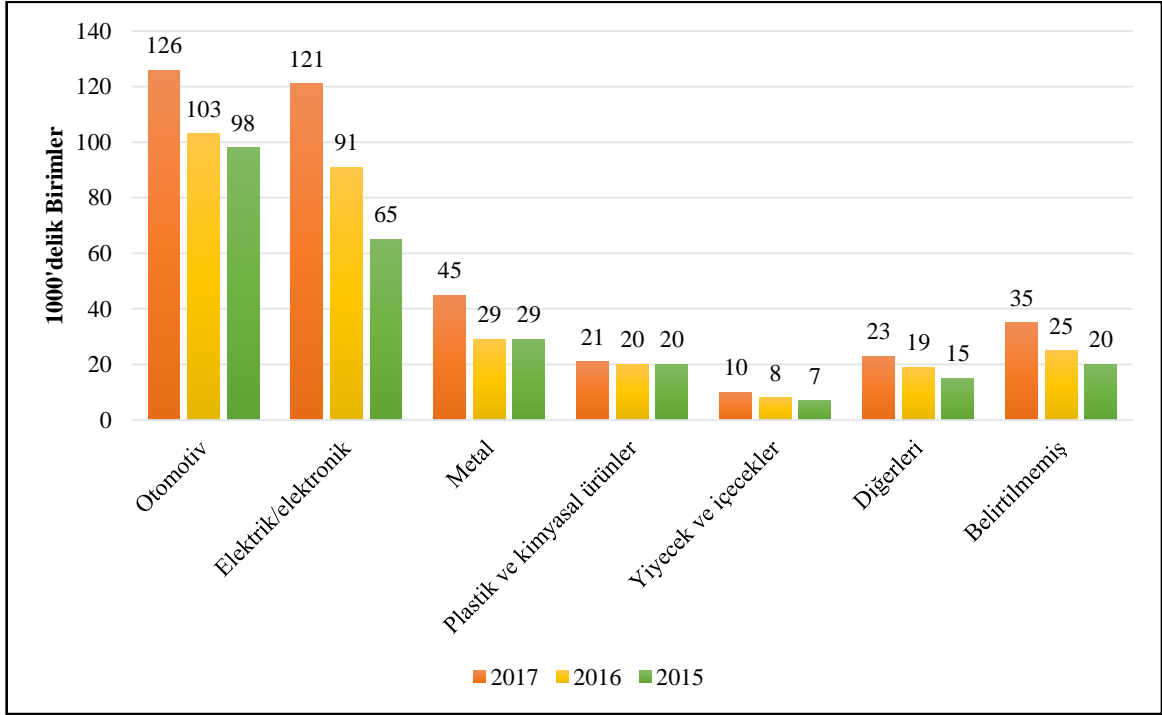
3.4.2.3. Robot Kullanımının Yaygınlaşması

Endüstri 4.0’ın bileşenlerinden biri olan robotlar günümüzde üretim alanlarında aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Birçok alanda istihdam edilen robotlar işgücüyle ortak üretim gerçekleştirmekle birlikte diğer alanlarda işgücünün ikamesi konumundadır. Robotlar üretimde ağır iş yükünü yerine getirerek işgücüne olumlu etki sağlamaktadır. Fakat akıllanması ve kendi aralarında iletişim kurabilmeleri sonucunda robotlar hafif işlerde de kullanılabilir. İşgücüne kıyasla daha az maliyetli olmaları neticesinde robotlar işgücünün ikamesi haline işsizliği artmaktadır. Robot kullanımının artması Endüstri 4.0 sürecine uyumun gerçekleştirilmesinde en önemli göstergelerden biridir.

Robot kullanımının en fazla olduğu sektörlerden biri otomotiv sektörüdür. 2010 yılından itibaren, otomotiv sektörünün “sınai robotlara” talebinin artması sonucunda satış oranları %22’lik bir yükseliş ile mevcut arzın %33’üne ulaşmıştır. Bu durum, satışları 2017’ye kadar olan 5 yıllık süreçte, %14 CAGR (Bileşik Yıllık Büyüme Oranı) oranında arttırmıştır. Büyüyen ekonomilerin sanayi yatırımlarının haricinde, büyük ekonomilerin dijital dönüşümlerine yaptıkları yatırımlar sayesinde de robot kullanımları hızla yükselmiştir. 2008 dünya ekonomik krizinin ardından, otomotiv sanayiinin restorasyonundan etkilenen parça tedarikçilerinin robot tedarikleri ise ancak 2011’de bir yükseliş yaşayabilmiştir. 2013 yılından itibaren hızlı bir yükselişe geçen elektrik – elektronik sanayiindeki robot satışları, 2017’de %33 oranında artmıştır. Böylece toplam arzın

%33'ünü oluşturmuş ve bu tarihten itibaren yılda yaklaşık %30'luk büyümelerle artışına devam etmiştir. Elektrik-elektronik sektöründeki fabrikaların birçoğu ise Asya'da faaliyet göstermektedir. Kauçuk ile plastik sektöründe ise 2009 yılından itibaren robotların kullanıldığı tesislerin hızlı bir artışa geçmesine rağmen, 2017'de %5'lik hacmin üzerine çıkamamıştır. 2016 yılında ilaç ile kozmetik sektöründe %24'lük bir yükseliş görülürken, metal ve makine endüstrisinde bu oran %55 olarak gerçekleşmiştir (IFR, 2018: 16).

Grafik 4: Dünyada 2015-2017 Arası Endüstrilerin Yıllık Robot Arzları



Kaynak: IFR- World Robot Summit [WRS], 2018: 11.

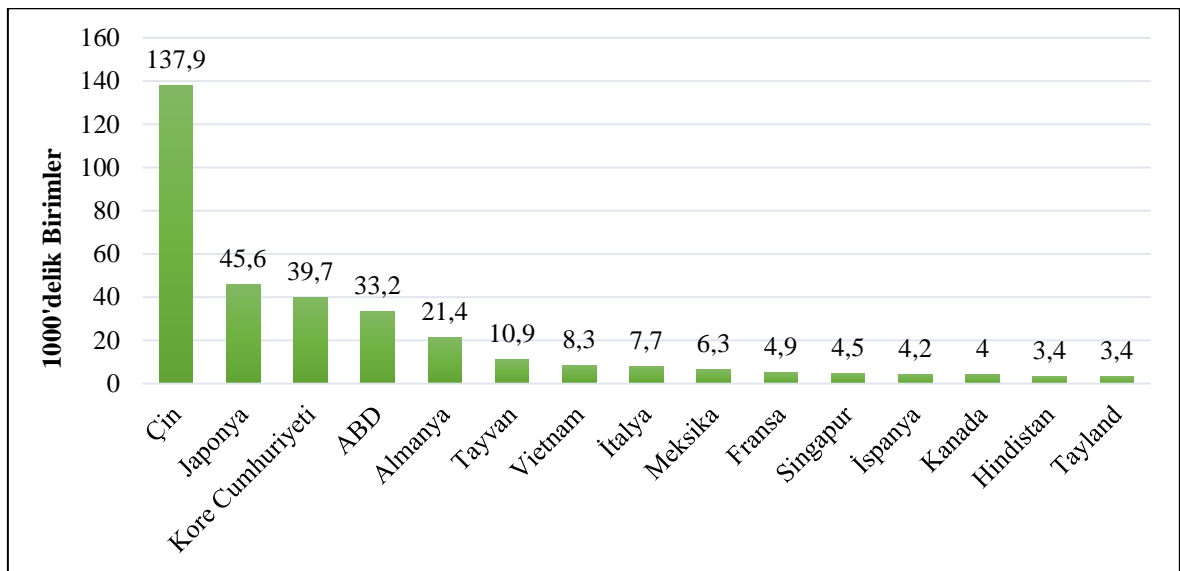
Grafik 4'te otomasyonun sektörel imalat adetleri gösterilmektedir. Bu sektörler içerisinde en yüksek kullanım artışı elektrik ve elektronik sektöründe gerçekleştiği görülmektedir. Robotik nüfus yoğunluğu küresel pazarda bulunan otomasyon düzeyini belirlemek için kullanılan bir performans göstergesidir. Dünya geneli imalat sektöründe ortalama robot nüfus yoğunluğu 10.000 çalışana 74 adet robot düşmektedir. AB devletlerinin %65'i, çalışan başına sınai robot nüfus yoğunluğu barajının üstünde yer almaktadır. Amerika'da 84, Asya'da 63, Avrupa'da ise 99 adedinde yoğunluğa sahip robotların küresel pazar hacmi, satış değerini %21 artırarak 32 milyar doları bulmaktadır (Kılıç ve Alkan, 2018: 37). Bu değerlere üretim harcamaları da eklendiğinde, gerçek değer 3 misli daha fazla bulunması muhtemeldir. 2021 yılına gelindiğinde kullanımdaki robot sayısının 3 milyon civarında olacağı beklenmektedir. Endüstrilerde robotların yer alması Uluslararası Robotik Federasyonu verilerine göre giderek artmaktadır. Bu durum Endüstri 4.0'ın yaygınlaştığını gösteren önemli bir göstergedir. Dünya genelinde robot kullanımları 2017 yılında en az %18, ABD'de %16, Asya/Avustralya'da %1, Avrupa'da ise %8 oranında artmaktadır. 2018-

2020 yılları arasında dünya geneli robotların yer aldığı üretim alanlarının yılda ortalama en az %15 oranında artacağı öngörülmektedir. Bu oran ABD ve Asya/Avustralya'da %15 ve Avrupa'da %11'dir. Bu tahminlere göre, genel olarak toplam satış miktarı 2020'de yaklaşık olarak 520.900'e ulaşacak ve 2017-2020 yılları arasında dünyanın birçok noktasındaki fabrikalarda 1,7 milyondan fazla robot kullanılacaktır (IFR, 2018: 17).

Teknolojik gelişmeler endüstrilerde farklı etkiler yaratmaktadır. Bu gelişmelerdeki hızın yüksek olması ekonomik açıdan beklenmedik etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Bu durum bazı endüstrilerde sürdürülebilirlik ve kâr açısından olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Dolayısıyla farklı endüstrilerde işgücü maliyetleri toplam maliyetlerdeki payı aynı olmadığı için bu endüstrilerin robot alanındaki gelişmelere aynı tepkiyi vermemektedir. Grafik 4'te Dünyadaki robotların sektörel dağılımı verilmiştir. Grafiğe göre otomotiv ve elektronik sektörlerinde endüstriyel robot kullanımının fazla olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda işgücü ve robot arasındaki ikame edilebilirliğin kolay olmadığı vurgulanmaktadır. Şüphesiz, otomotiv, elektronik ve metal endüstrilerinde ağırlıklı olarak robotlar kullanılmaktadır. Türkiye'nin üretiminde ve ihracatında bu sektörler önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle robot kullanımındaki gelişmeler Türkiye'yi gelecekte ekonomik ve sosyal açısından ciddi boyutta etkileyebilecektir (Akın, 2017: 53-54).

IFR raporu verilerine göre 2018'de, satış hacminde art arda 6 kere artış yaşanarak, küresel satışlarda rekor yaşanmıştır. Uluslararası Robotik Federasyonu Başkan Vekili Steven Myatt'ın AUTOMATE 2019'da ifade ettiği üzere, en geniş alım pazarına sahip ülke ise Çin'dir. Ardından ise Güney Kore, Amerika ve Japonya gelmektedir (IFR, 2019: 8).

Grafik 5: Dünya Yıllık Endüstriyel Robot Arzındaki En Geniş 15 Pazar

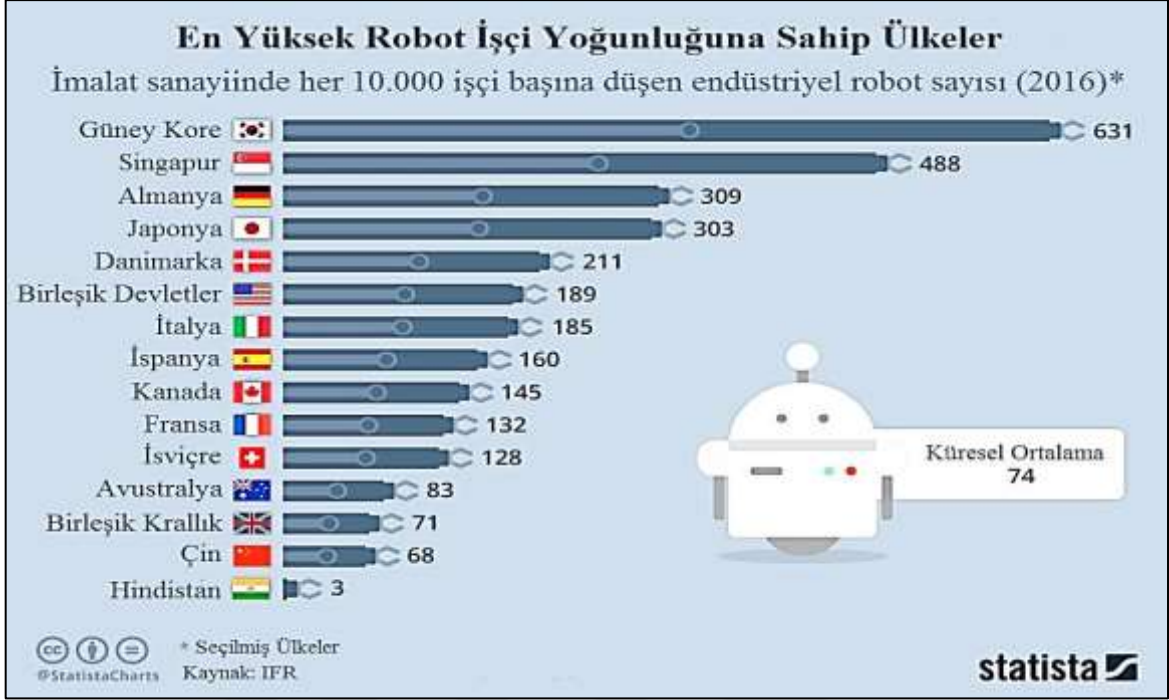


Kaynak: IFR- WRS, 2018: 8

Grafik 5'teki veriler ile bir önceki dönem verileri karşılaştırıldığında şunları söylemek mümkündür: Endüstriyel robot arzını karşılamada Dünya lideri konumunda olan ülke hala Çin'dir. %7'lik bir artışla bir sıra yükselerek ikinci olan Japonya'yı ise Kore takip etmektedir. ABD dördüncü olarak ilk beşte yer almakta, beşinci sırada ise Almanya bulunmaktadır. Çek Cumhuriyeti ilk 15'teki yerini Vietnam'a bırakmıştır. 2017 yılında yüksek robot arzına sahip elektrik-elektronik sektörünün Asya pazarı, 2016'da bu alandaki ilk sıradaki tedarikçiler olmuşlardır. 2017'ye kadar devam eden 5 yıllık süreçte %19 oranındaki satışlarla, kurulum adetleri en yüksek değerlerini yaşamıştır.

Endüstri 4.0'ın işgücü piyasası üzerinde büyük bir etkisi bulunmaktadır. İşgücü özelliklerinin yanında üretim ve iş organizasyonlarının da Endüstri 4.0 ile gelen gelişmelerden etkileneceği belirtilmektedir. Endüstri 4.0 robotları geleneksel robot teknolojisinden farklıdır. Endüstri 4.0'da geleneksel robot teknolojisindeki yardımcılıktan iş birliği anlayışına bir yöneliş söz konusudur. İnsan ve makine arasında üretim süreçlerindeki iş birliğinde artış yaşanması ve robotların iş arkadaşı statüsüne sahip olmaları beklenmektedir. Bütün bunlara ek olarak yatırım, büyüme ve istihdam oranlarında da birtakım dönüşümler yaşanacaktır. Endüstri 4.0'ın işgücü piyasasına etkileri ile ilgili iki farklı yorum bulunmaktadır. İş gücü piyasasındaki değişen paradigmalara bağlı olarak büyük krizler yaşanacaktır. Bu krizlerden etkilenmemek için eğitim, yatırım ve teşviklerle potansiyel alanlarda istihdam arttırılmalıdır. Beklentilerin birebir gerçekleşmesi durumu iyimser bir yaklaşım iken işsizliğin ciddi boyutlara ulaşması oldukça kötümser bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Endüstri 4.0'da insansız fabrikalar ve robotların kullanımı ile işsizler ordusu meydana geleceği görüşü yaygın tartışmalardan biridir. Gerçekten de Apple gelecek birkaç yılda 1 milyondan daha fazla robot kullanımı planlarken, Google'ın da sürücüsüz araçlar tarzında özerk makinalara dayanan birçok akıllı ürünü piyasaya sürmesi beklentiler arasındadır. Akıllı makinaların işgücü karşısındaki karşılaştırmalı üstünlüğü zamanla artacak ve yeni teknolojilerin faydaları uzun vadede yükselecektir (Brynjolfsson, E., McAfee A., 2014; OECD, 2015).

Grafik 6: En Çok Robot İşçi Bulunduran Ülkeler Sıralaması



Kaynak: McCarthy (2018), <https://www.statista.com/chart/13645/the-countries-with-the-highest-density-of-robot-workers/>.

Grafik 6'da 2016 yılı verilerine göre, her 10,000 çalışan başına en çok robot çalışana sahip ülkeler sıralanmıştır. 2017 yılındaki satış hacminin yaklaşık olarak $\frac{3}{4}$ 'ünü oluşturan ilk beş pazar içinde Çin, Japonya, Güney Kore, ABD ve Almanya yer almaktadır. 2016'da Kore Cumhuriyeti, 10.000'er işçiye 631 robot düşecek şekilde üretim sistemini revize etmiştir (McCarthy (2018), <https://www.statista.com/chart/13645/the-countries-with-the-highest-density-of-robot-workers/>).

Türkiye'de ise 2015 yılındaki mevcut robot adedi, önceki yıla oranla %37 yükselmiştir. Bunların %35'i otomotiv, %23'ü metal, %15'i kimya ile plastik fabrikalarında faaliyete geçirilmiştir. Diğerleri ise farklı üretim alanları tarafından temin edilmektedir. Türkiye bu alanda küresel rekabet edebilirliği yakalayabilmesi için ERP (Enterprise Resource Planning, Kurumsal Kaynak Planlaması), PLM (Product Lifecycle Management, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi) ve MES (Manufacturing Execution System, Ürün Yönetim Sistemi) uygulamalarını hayata geçirilmelidir. IFR robot nüfus yoğunluğu analizi kapsamında Türkiye, sadece 7 robot eksikliği ile barajın altındadır. Robotik sektörünün ileri seviyelere ulaşması açısından, küresel trendler dikkate alınarak minyatürizasyon teknolojileri ve insan makina ara yüzü uygulamaları gibi ArGe ile inovasyon projelerine önem verilmelidir. Türkiye'de hemen her teknik yükseköğretim kurumunda robotik laboratuvarları mevcuttur. Emek yoğun sektörlerde kullanımı kısa vadede önemli ölçüde artacak olan bu yeni teknoloji ile; verimlilik artışı hususu, büyüyen ekonomilerin motivasyon kaynağı olmaktadır (Mevlütöğlu, 2016: 9-11).

3.4.3. Ücret ve Gelir Dağılımına Etkisi

Gelişmekte olan ülkelerde Endüstri 4.0'ı gerçekleştirmek amacı için yapacakları yatırım ve politikaları önemlidir ve iyi belirlmeleri gerekmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda doğru adımlar atan ülkelerde kişi başına düşen GSYH artmakta, işsizlik oranları azalmakta ve gelir dağılımı adaletli hale gelmektedir (Sözen ve Mescioğlu, 2019: 304).

Endüstri 4.0 sürecinin gelir dağılımına muhtemel etkileri olacağı öngörülmektedir. İleri teknoloji kullanımı ile fonksiyonel gelir dağılımını sermaye yararına değiştirerek sermayenin gelirden elde ettiği payı yükseltecektir. Aynı zamanda yüksek becerili ve yetenekli işgücü ile daha az becerili ve yetenekli işgücü arasında ücret farklılığı büyüyecektir. Sermaye ve yüksek vasıflı işgücü yararına olan bu durum, iktisadi ve sosyal sorunlara yol açarak, toplumda gelir adaletsizliği algısını derinleştirecektir (Ünlü ve Atik, 2018: 444).

Schwab'a göre yüksek otomasyon ile sermaye zamanla işgücünü ikame edecektir. Böylece ücretler düşecek bu durum tüketim açısından olumsuz sonuçlara yol açacaktır. Bunun sonucunda fiyatlar azalmaya başlayacaktır. Böylece Endüstri 4.0 süreci, tüketicilere ucuz ve nitelikli mal tüketimi imkânı sunarak ve bilinçli tüketim farkındalığını arttıracaktır (Schwab, 2016: 46).

Teknolojik ilerlemenin gelir dağılımını üzerinde olumsuz etkisi de bulunmaktadır. Verimlilik artışı ile gelirin eşit dağılımı söz konusu olduğunda, teknolojinin sosyal ve kültürel hayata adaptasyonu önemli hale gelmektedir. Günümüzde var olan gelir düzeyi düşük ve daha az yetenek ihtiyacı olan işlerin teknolojik gelişmelerle yok olacağı ve bu işlerin yerini yenilerinin alacağı öngörülmektedir. Yüksek verimlilik yaratan teknolojik ilerlemeler gelir dağılımını ve sosyal düzeni bozucu bir etken olabilmektedir. Serbest piyasanın bağımsız olarak bu sorunları gidermekte zorlanabileceği tahmin edilmektedir. Bu durumda hükümetler tarafından, oluşacak olan gelir adaletsizliğine ilişkin politika önerileri oluşturulmaları gerekmektedir (Can vd., 2017: 38-39).

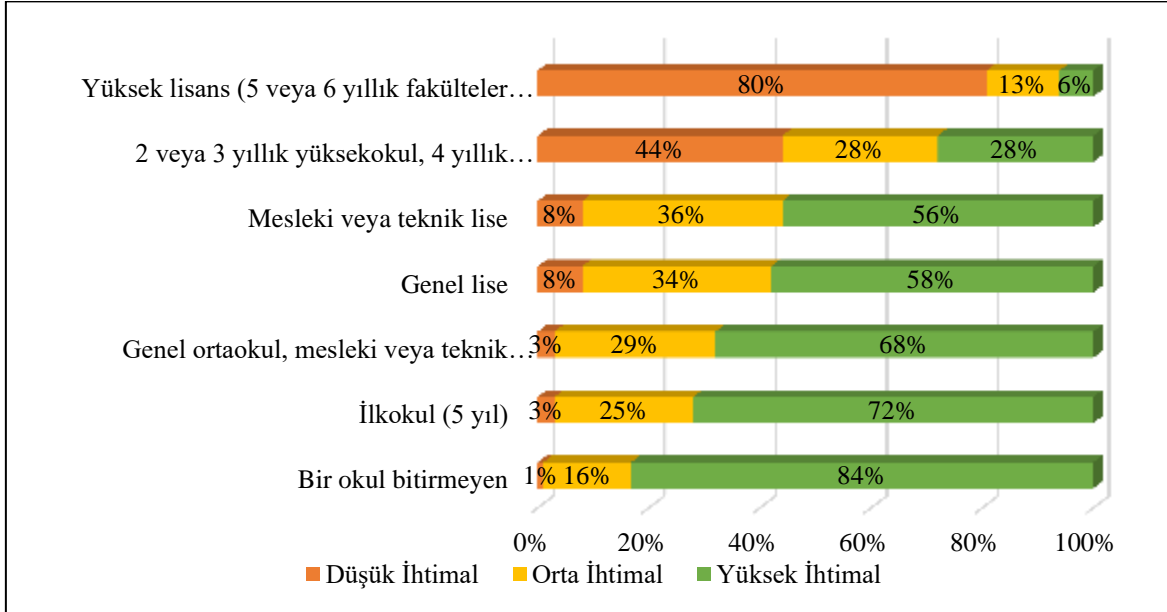
Endüstri 4.0'ın olumsuz sonuçlarından biri olan işgücünün azalmasının, şirketlerin işgücünden tasarruf sağlayarak daha fazla kâr elde etmeleri amacına uygun olduğu görülse de sonuçta işgücü ücretten yoksun kalmaktadır. Endüstri 4.0 ile kısa dönemde, yalın üretim süreciyle birlikte gelir dağılımında bozulmalar meydana gelmektedir. Uzun dönemde ise uygulanan politikalarla gelir dağılımını daha adil seviyelere ulaşabilmektedir. Gerçekleşen bu süreçte işgücünün eğitimle nitelikli hale gelmesi, kısa dönemde gerçekleşemeyecek bir telafi politikasıdır. Bu durumda, kısa dönemde ortaya çıkacak olan işsizlik, genellikle niteliksiz işgücü üzerinde gerçekleşebilir ve nitelikli işgücünün de kısa dönemde yükselen arzlara cevap vermemesi, az sayıdaki nitelikli işgücünün ücretlerini yükseltirken, niteliksiz işgücünün ücretlerini azaltabilmektedir (Doğru ve Meçik, 2018: 1591-1592).

3.4.4. Meslekler Üzerindeki Etkileri

Teknolojik dönüşümle birlikte, yaratıcılık gerektirmeyen, iyi tanımlanmış ve iletişim becerilerine dayalı mesleklerin, diğer bir ifadeyle “rutin görevlerin” ve bu görevleri icra eden çalışanların yerini teknoloji alacaktır. Buna “rutinleşme hipotezi” (routinization hypothesis) denir. Rutin görevlerde çalışanlar yerine ikame edilecek teknolojik altyapı, soyut ve manuel olarak ikiye ayrılan “rutin olmayan” görevlerdeki düşük ve yüksek vasıflı işgücünü tamamlayacaktır. Soyut görevler rutin işlerde de söz konusu olabilir. Mühendislik, tasarımcılık gibi mesleklerde problem çözme, muhakeme edebilme gibi yetilere ihtiyaç duyulurken kişisel iletişime gerek duyulmaz. Fakat doktorluk, avukatlık gibi mesleklerde ise daha karmaşık iletişimlere gerekebilir. Hem manuel hem de bilişsel nitelikteki işler, bireysel iletişim gerektirdiğinden otomasyona uygun değildir (Acemoglu ve Autor, 2011: 34-35).

Bilişim sektöründe yaşanan gelişmeler ışığında özellikle IoT ve Ar-Ge alanlarındaki iş profilleri daha da ön plana çıkacak ve nispeten daha çok önem arz edecektir. Yeni oluşan ileri teknolojilerin yeni iş modelleri ortaya çıkmasıyla, iş rollerinde önemli bir değişim olması beklenmektedir. Dünya Ekonomik Forumu (WEF) 2016 yılında ‘Geleceğin Meslekleri’ raporunu yayınlamıştır. Bu rapor dünya geneli çeşitli sektörlerde yer alan 313 firmanın yetkililerinden toplanan cevaplar sonucunda oluşturulmuştur. Rapora göre Endüstri 4.0 ile geleceğin meslekleri ile mevcut mesleklerden bir hayli farklılık gösterecektir. 2016 yılında okula başlayan çocukların %65’lik kısmının günümüzde olmayan mesleklere sahip olacakları öngörülmektedir. Bu mesleklerde istihdam edilecekler, çözüm odaklı, mantıksal akıl yürütebilen, görsel hafızası kuvvetli, bilişsel yetenek ve yaratıcılığa sahip kişiler olacaktır. Bunların sonucunda fiziksel becerilere sahip işgücüne olan talebin azalacağı ve bu grubun sektörde 20 işte 1 iş yapabileceği düşünülmektedir. Ayrıca rapora göre, talep edilen yeteneklerin hızla değiştiği gözlenmektedir. 2015 yılında aranan nitelikler arasında takım çalışması yer alırken, 2020 yılı için takım çalışması beşinci sıradadır. 2015 yılında olmayan fakat 2020 yılında talep edilen beceri ve yetenekler arasında, yaratıcılık, duygusal zekâ ve bilişsel esneklik yer almaktadır. Katılımcılara göre işgücü piyasasındaki olumsuz etkilerin nedeni yapay zekâ olduğu düşünülmektedir. Üretim alanlarında düşük seviyelerde azalış beklenirken, büro ve idari işlerde azalışın daha yüksek olduğu beklentisi mevcuttur. Endüstri ve üretim şeklindeki negatif beklentiler emeğin anlam değişimine girmesinden kaynaklanmaktadır. Bu olumsuz beklentilerin yanında küresel rekabet gücünü arttırıcı yeni iş alanlarını ortaya çıkacaktır. Büyük veri, IoT ve 3D baskı teknolojisinin üretim alanlarında kullanılması ile bilgisayar ve matematik, mimarlık ve mühendislik alanlarında işgücü talebi artacağı tahmin edilmektedir (WEF, 2018: 20-28).

Grafik 7: Türkiye’de Çalışanların Mezun Oldukları Eğitim Durumuna Göre Mesleklerinin Bilgisayarlar Tarafından Yapılma İhtimali



Kaynak: TÜİK 2015 Hanehalkı İşgücü Anketi, TEPAV hesaplamaları

Grafik 7’de Türkiye’de çalışanların mezun oldukları eğitim durumuna göre mesleklerinin bilgisayarlar tarafından yapılma ihtimalleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde çalışanlar arasında herhangi bir okul bitirmeyenlerin meslekleri kaybetme ihtimali %84’lük gibi büyük bir orana sahipken bu oran eğitim düzeyinin artışına bağlı olarak azalmaktadır. Yüksek lisans ve doktora mezunlarında bu oran %6’ya kadar düşmektedir. Grafikte yer alan önemli bir nokta ise meslek lisesi mezunları ve genel lise mezunları arasında ciddi bir fark bulunmamasıdır. Bu eğitim düzeylerinin benzer bir profile sahip olmalarının nedeni meslek lisesi mezunlarının bilgisayarlı otomasyon gibi teknik alanlarda büyük oranda yer almaması sonucunda ortaya çıkmıştır (TEPAV, 2017: 2).

3D yazıcıların kullanım alanlarına baktığımızda, birçok mesleğin yok olması ya da değişmesi söz konusudur. Gıda sektörünü ele aldığımızda; yiyecek üretiminde veya pasta süslemenin fırıncıların vazgeçilmezi hale gelip gelmeyeceği henüz merak konusu olsa da bunun gerçekleşmesi durumunda fırıncı veya şeflerin yazılımsal tasarım alanlarında eğitim almaları gerekeceği söylenebilir. Benzer bir durumun sağlık alanında gerçekleştiğini düşündüğünde yine aynı sonuca varılmaktadır. Bu noktaların kişilerin meslek eğitimlerinin yanında, 3D baskılar için ürün tasarlama programlarını veya yazılım uygulamalarını bilmeleri gerekecektir. Yakın gelecek için oluşan öngörülere göre öncelikli olarak değişime uğrayacak meslek grupları aşağıdaki tabloda verilmektedir:

Tablo 6: Günün ve Geleceğin Meslekleri

Proje Yöneticisi	Nöropsikolog
Web Tasarımcı	Tasarımcı
Malzeme Bilimcisi	Yeni Ekonomi Danışmanı
Kent Tasarımcısı	Dijital Pazarlama Uzmanı
Tıp Mühendisi & Biyoenformatik Uzmanı	İş Zekâsı Danışmanı & Veri Madencisi
Mobil Uygulama Geliştirici	Yenilenebilir Enerji Mühendisi
Gelecek Tasarımcısı	Havacılık Uzmanları
Uluslararası Hukukçu	Finans Mühendisi
Yeni Medya Uzmanı	Yazılım Mühendisi
Robot Teknişyeni & Nesnelerin İnternet Uzmanı	Bilgi Sistemleri Uzmanı & Bilgi Güvenliği Uzmanı

Kaynak; Çetinkaya, 2017: 1-26.

Yeni Ekonomi Dergi'nin hazırladığı Günün ve Geleceğin Meslekleri adlı raporda; yapılan araştırma ve iş ilanı incelemeler neticesinde günümüzde talep edilen ve gelecekte önemi artacak olan meslekler ortaya konmuştur. Bu meslekler Tablo 6'da almaktadır.

İŞKUR tarafından 2018 yılında gerçekleştirilen ve 89 bin 324 işyerini kapsayan işgücü piyasası araştırmasında talep edilen işgücünün nitelikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte teknoloji tabanlı birçok yeni meslek ortaya çıkmakta ve mevcut meslekler teknolojiyle birlikte değişime uğramaktadır. Türkiye de bu değişime mümkün olan en kısa sürede adapte olmak adına bir takım hedef ve politika oluşturmaktadır.

Tablo 7: İşverenlerin Gelecek 10 Yılda Ön Plana Çıkmasını Beklediği Meslekler

Yapay zekâ makine kalite kontrol elemanı	ARGE mühendisi
Robot kaynak operatörü	E-ticaret meslek elemanı
Bilişim teknolojisi	Siber güvenlik uzmanı
Elektrikli arabalar için teknik bakımcı	İnternet televizyonculuğu
Dil konuşma terapisti	Yazılım destek uzmanı
Güneş enerji sistemi teknik personeli	Robot mühendisliği
Dijital reklamcılık	Üç boyutlu grafik animasyoncu
Veri tabanı yöneticiliği	Mobil yazılımcı

Kaynak: Türkiye İş Kurumu [İŞKUR], 2018.

Tablo 7'de yer alan meslekler, İŞKUR tarafından gerçekleştirilen araştırmanın sonucunda Türkiye'nin teknolojik dönüşüm kapsamında belirlediği hedeflere ulaşması ile birlikte istihdam artışı beklenen ve önümüzdeki 10 yılda önem kazanacağı düşünülen mesleklerdir. Endüstri 4.0 sürecinde teknolojik gelişmelerin ön plana çıkması ile mesleklerdeki dönüşüm teknoloji tabanlı

olarak gerçekleştirilmektedir. Teknolojilere yatırım yapılması, oluşturulması ve kullanılması noktasında AR-GE faaliyetlerine önem verilmektedir. İleri teknolojiler artık kaynak olarak sadece belirli komut dizeleri ile değil tam donanımlı yazılım sistemleriyle çalışmaktadır. Bu nedenle yazılım sistemleri Endüstri 4.0'ın temel yapıtaşlarından biri haline hâline gelmektedir. Tüm bunların yanında 3D yazıcıların kullanımı, robot tasarımı ve üretimleri bu dönüşümün birer kilit noktası olmaktadır. Bütün bunların sonucunda bu alanlarda kullanılan işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır ve böylece endüstri 4.0 ile günümüzde yeni meslekler ortaya çıkmaktadır. Fakat uzak gelecekte yapay zekâ gelişiminin tamamlandığı, robot kullanımının yaygınlaştığı ve son olarak robot-yapay zekâ birleşiminin ciddi boyutlara ulaşmasının muhtemel olduğu düşünüldüğünde ortaya çıkan bu mesleklerinde yok olacağı öngörülmektedir.

Tablo 8'de bulunan meslekler; aynı araştırmada elde edilen sonuçlardan göre İŞKUR tarafından oluşturulmuştur. Türkiye Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan teknolojik değişim sürecinde bulunduğu konum itibarıyla birtakım adımlar atmış olsa da henüz bu dönüşümü tam anlamıyla gerçekleştirememiştir. Bu nedenle tablo 8'de günümüzde işverenler tarafından ihtiyaç duyulan, hala önemini korumakta olan ve Türkiye'de en fazla istihdam artışı beklenen meslekler yer almaktadır.

Tablo 8: En Fazla İstihdam Artışı Beklenen Meslekler

Çağrı merkezi müşteri temsilcisi	Pazarlamacı
Güvenlik görevlisi	Garson (Servis elemanı)
Gazaltı kaynakçısı	İnşaat işçisi
Temizlik görevlisi	Satış danışmanı/uzmanı
Şoför (Yük taşıma)	Makineci (Dikiş)

Kaynak: İŞKUR, 2018.

Türkiye, mevcut durumu itibarıyla Endüstri 4.0 süreci kapsamındaki tüm gelişmeleri yakalamaya çalışırken inşaat, hizmet gibi farklı sektörler de gelişimini sürdürmektedir. Tablo 8'de belirtilen meslekler için genel olarak teknolojik dönüşümün etkisini doğrudan hisseden meslek gruplarının dışında kaldığı halde bölgesel ve sektörel gelişmeler neticesinde talep artışı yaşanan meslekler olduğu söylenebilir.

Tablo 9: Geleceğin Meslekleri

Animasyon Programcısı	Mobil Yazılım Geliştirme Uzmanı
AR-GE Elemanı	Sosyal Medya Uzmanı
Bilgi Güvenlik Uzmanı	Uygulama Programcısı
Bilgisayar Oyunları Programcısı	Veri Tabanı Analisti
BİT Çözümleri Uzmanı	Veri Tabanı Yöneticisi
Bulut Bilişim Uzmanı	Yazılım Geliştiricisi
Çoklu Ortam (Multimedya) Tasarımcısı	Yazılım Mühendisi
Dijital Adli Tıp Uzmanı	Yazılım Tasarımcısı
Endüstriyel Robot Programcısı	Yazılım ve Veri Tabanı Uzmanı
Endüstriyel Tasarım Mühendisi	Yönetim Bilişim Sistemleri Uzmanı
İletişim Tasarımı Uzmanı	E-Ticaret Uzmanı
Kurumsal Kaynak Planlama Uzmanı	Endüstriyel Bilgisayar Programcılığı
Mikrodenetleyici Programcısı	Giyilebilir Teknoloji Tasarımcısı
Mikroişlem Tasarımcısı	Endüstriyel Kullanıcı Arayüzü Tasarımcısı

Kaynak: İşbaşı Eğitim Programı Nedir, Avantajları Nelerdir? 2019, <https://www.rasyotik.com.tr/isbasi-egitim-programi-nedir/>

İŞKUR tarafından düzenlenen ve geleceğin meslekleri olarak nitelendirilen meslek dallarından gerçekleştirilen işbaşı eğitimi uygulamalarına katılan gençlere cep harçlığı verilmektedir (Bakınız Tablo 9). Düzenlemelerle birlikte 9 aya kadar sürecek programlara 18-29 yaş aralığındaki gençlerin katılabileceği ve günlük 75 lira cep harçlıklarının verileceği belirtilmektedir.

SONUÇ

Diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak; Endüstri 2.0 ya da Endüstri 3.0'ı yakalayamayan ülkeler için bile, uygulanacak doğru politikalar sonucu Endüstri 4.0 hayata geçirilmesi mümkün bir süreçtir. Gelişmekte olan ülkeler için mükemmel bir fırsat niteliğindeki Endüstri 4.0 sayesinde; gelişmekte olan ekonomiler de büyük ekonomilerin rekabet piyasasına girebilecek; böylece çoklu ekonomi merkezleri meydana gelebilecektir. Endüstri 4.0'ın temelinde yer alan ileri teknoloji alanında gerçekleşen birçok gelişme, şu an küresel olarak birçok noktada hayatı kolaylaştırmaktadır. Bunlar; tarımdaki gelişmeler, sağlık teknolojileri, kaynak teknolojileri gibi gelişmeleri kapsamaktadır. Bu yeni uygulamaların kullanımı sonucunda; ülke ekonomilerinin daha iyi seviyelere geleceği, böylece global ekonomiye de olumlu katkı yapacakları öngörülmektedir.

Ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki teknolojik gelişmeler uzun vadede ekonomik büyümeyi artıracakken, bunun sonucu olarak ekonomik gelişme de teknolojik yeniliği tekrar tetikleyecektir.

Endüstri 4.0 bileşenleri ile üretim sürecinde de birçok değişiklik meydana gelmiştir. 3D baskı ile ürün modellemesi kolaylaşarak, maliyetler düşmüştür. Bu baskı teknolojisi prototip haline gelerek, ev tipi modellerine dönüşmüştür. Üretim belli merkezlerde sınırlı kalmaktan kurtulmuş, butik ve kişisel üretimlerin önü açılmıştır. Nesnelerin interneti yoluyla fabrikalarda üretim araçları birbiriyle iletişim kurarak, daha hızlı ve hatasız üretim yapılmaya başlanmıştır. Bu sistemlerin güvenliği için, sanal ortam üzerinden siber güvenlik oluşturulmuştur. Yapay zekanın temel düzeydeki hali ise günlük hayatımıza girmiş durumdadır. Veriyi tahmin ve analiz ederek sonuçlandırma gibi özellikler taşıyan birçok ileri teknoloji aktif olarak kullanılmaktadır. Bütün bu teknolojik bileşenlerin kullanıldığı üretim alanları olan akıllı fabrikalar, artık birçok ülke için rekabet avantajı haline gelmiştir.

Üretim sürecindeki köklü değişiklikler aynı zamanda istihdam boyutunda da gerçekleşmiştir. İşgücüyle gerçekleştirilen çalışmaların yerini robot, makine ve akıllı tesislerin almasıyla istihdamda meydana gelen yapısal değişikliklere bağlı olarak oluşan işsizlik, gelecekte ciddi bir problem olarak görülmektedir. Günümüzde de özellikle üretim merkezlerinde robot kullanımının artması ve çalışanların çoğunun işten çıkarılması, bu durumu destekler niteliktedir.

Özel sektör, kamu sektörü ve birçok alandaki işler artık internete bağlı cihazlar aracılığıyla yapılmaktadır. Bunun sonucunda firmaların üretim süreci bilgileri, kamu sektörüne ait bilgiler ve kişisel bilgiler veriye dönüştürülerek sanal ortamlarda yer almasıyla güvenlik sorunları meydana

gelmektedir. Kişisel ve gizli bilgilerin korunmasını sağlayan siber güvenliğin önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Siber güvenlik sadece ulusal boyutta değil uluslararası boyutta ortaya çıkmakta, ülkeler için ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Geçmişteki savaşlar fiziksel olarak gerçekleştirilirken, günümüzde bu durum siber savaşlara dönüşmektedir.

Endüstri 4.0 ülkeler için kaçınılmaz bir süreç olarak görülmektedir. Bu sürece Türkiye'nin çok hızlı bir şekilde uyum sağlaması gerekmektedir. Aksi halde gelişmiş ülkeler arasında yer alma hedefine ulaşması zorlaşacaktır. Türkiye'nin hedefi, gerisinde kaldığı sürece yetişmek ve bu alanda tercih edilir ülkelerden biri haline gelmektir. Yeni endüstri çağını yakalayabilmek için; Türkiye'de çeşitli yol haritaları belirlenmiş ve uygulamalara başlanmış olsa da, firmaların dijital olgunluk seviyesi henüz istenilen düzeyde değildir. Endüstri 4.0 ile gelişmekte olan ekonomilere kısa bir süre için rekabet edebilirliklerini ve büyümelerini artırma fırsatını kaybetmeden yararlanabilmek için; Türkiye'nin de diğer ülkeler gibi, belirlediği politikaların uygulama alanlarındaki eksiklik ya da hatalarını zamanında tespit ederek ortadan kaldırması gerekmektedir. Sektöründe lider firmalara ev sahipliği yapıyor olmasının getirdiği avantaj ve doğru yatırımlarla bu süreçten faydalanmayı başarabilen bir Türkiye, Endüstri 4.0 çağına tam anlamıyla geçiş yapabilecektir.

Endüstri 4.0, diğer devrimlerde olduğu gibi uzunca bir süreyi kapsamamaktadır. Endüstri 1.0 süreci ve Endüstri 3.0 süreçleri incelendiğinde, bu devrimlerin hâkim oldukları zaman dilimlerinin git gide daha da kısaldığı gözlemlenmektedir. Henüz 2011'de ortaya çıkan bu sürecin devamı niteliğinde olan Endüstri 5.0 kavramı, şimdiden birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin kat etmesi gereken çok yol olmakla birlikte, kısa bir zamanı olduğu vurgulanmalıdır.

Endüstri 4.0 ile bu sürecin emek piyasasına etkisi Türkiye açısından incelendiğinde; ülkemiz, vasıfsız ve ucuz işgücü açısından arz yoğunluğu olan bir ülkedir. Çeşitli yabancı yatırım şirketleri, üretim maliyetlerini düşük tutmak için yatırımlarını ülkemizde yapmaktadır. Fakat ileri teknolojiler ile düşen maliyetler, bu durumu değiştirmektedir. Yatırımcılar, işgücü ve lojistikten tasarruf ederek üretim tesislerini, ileri teknoloji üretim araçlarıyla, kendi ülkelerinde gerçekleştirmeyi tercih etmektedirler. Bu durum ise Türkiye'de artan işsizliğe neden olacaktır. Ülkemizin bu süreci olumlu sonuçlandırabilmesi için yapabilecekleri arasında; küresel eğilimlere ayak uydurarak, teknoloji yatırımlarına yönelmesi, bir seçenek olarak yer almaktadır. Diğer yandan vasıfsız olan işgücünün eğitim ile nitelikli hale getirilip, istihdam alanlarına yönlendirilmeleri gerekecektir. Bütün bu gelişmelerle birlikte meslekler de değişime uğrayacaktır. Bir yandan yeni meslekler ortaya çıkarken öte yandan pek çok meslek yok olacaktır.

Gelecekte, global anlamda azalan doğum oranları ile genç nüfusun artış oranında azalmalar meydana geleceği öngörülmektedir. Gelişen sağlık teknolojileri neticesinde sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi ve ölüm oranlarının azalması ile yaşlı nüfus oranının artacağı öngörülmektedir. Endüstri 4.0 sürecinde, üretim aşamasında yer alacak olan işgücünün nitelikli olması önem arz

etmektedir. Değişen demografik yapı neticesinde azalan genç nüfusla doğru orantılı olarak, vasıflı işgücünün azalacağı muhtemeldir. Bu nedenle hükümetler; yaşlı nüfusun, talep edilen vasıflı işgücünü karşılayabilmesi için çeşitli politikalar izlemelidir. Yapılacak mesleki eğitimler neticesinde; yaşlı nüfusun üretim sürecine katılması, aynı zamanda ekonomik büyümenin temelini oluşturacaktır.

Karanlık fabrikalar, tarım faaliyetlerini akıllı traktör ve akıllı tarım sistemlerinin yapması, sağlık hizmetlerini yapay zekâ ve yapay zekâ ile donatılmış robotların gerçekleştirmesi, insanların istedikleri ürünü evlerinde 3D yazıcılar ile tek tıkla üretmeleri, üretim maliyetlerini azaltan unsurlardır. Üretim maliyetlerinin azalması, ekonomik değişkenlerden olan ülke rekabet gücünün artmasını, ihracatın ve üretimin artmasını sağlayacaktır. Bu gelişmeler sonucunda ise toplanan vergilerin artması ve dolayısıyla kamu harcamalarının artırılabilmesi, çalışmadan veya haftada az saatler çalışarak ödenen vatandaşlık maaşı gibi refah devleri uygulamalarının yapılabilmesine olanak sağlayacaktır.

Sürücüsüz araçlar ile seyahat, sürücüsüz toplanan çöpler, sürücüsüz kamu hizmet araçları ve daha birçok gelişme çok yakında gerçekleşecek gibi görünürken, gelecekte işsizler için refah devleti uygulamalarının ortaya çıkması, bu uygulamaların herkesi kapsamı söz konusudur. Dünya üzerinde henüz tüm ülkeler aynı standart koşullara sahip olmadığı için, kitlesel emek göçlerinin gerçekleşeceği öngörülmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Acemođlu, Daron ve Autor, David (2011), “Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings”, **Handbook of Labor Economics**, 4(b), 1043-1171.
- Adalı, Eşref (2017), “Yapay Zekâ”, **İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayını**, 75, 8-13.
- Akın, Ömer (2017). “Hızla Artan Endüstriyel Robotların Üretim Süreçlerinde Yarattığı Değişimler ve Türkiye İşgücü Piyasasında Yaratacağı Olası Etkilerin Değerlendirilmesi”, **İş ve Hayat Dergisi**, 3(6), 42 – 71.
- Aktan, C. Can ve Tunç, Mehtap (1998), “Bilgi Toplumu ve Türkiye”, **Yeni Türkiye Dergisi**, Ocak-Şubat, 118-134.
- Alçın Sinan (2016), “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, **Journal of Life Economics**, 3(2), 19-30.
- Alizon, Fabrice vd. (2009), Henry Ford and the Model T: Lessons for Product Platforming and Mass Customization, Henry Ford And The Model T, **Design Studies Vol 30**, Nr.5, 588-605.
- Alkan, Muhammed Ahmet (2016), “Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim”, <https://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/> (25.03.2019).
- Altay, Feyzullah (2016), Sanayi 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi, Konya Ticaret Odası, <http://www.kto.org.tr/d/file/sanayi-4.0---dorduncu-sanayi-devrimi.pdf> (08.08.2019).
- Ansal, Hacer vd. (2000), **Türkiye’de Emek Piyasasının Yapısı ve İşsizlik**, Türkiye Ekonomik ve Toplum Tarih Vakfı Yayınları, Numune Matbaacılık, İstanbul.
- Ardor, H. Naim ve Varlık, Serdar (2009), David Ricardo ile Joseph Alois Schumpeter’in Teknolojik Gelişmeler Kuramlarının Karşılaştırılması, **Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2(1), 15-40.
- Arıksoy, Gökhan (2016), Endüstri 4.0: Akıllı Fabrikaların Akıllı Güvenliği, <https://hbrturkiye.com/blog/endustri-4-0-akilli-fabrikalarin-akilli-guvenligi> (27.02.2019).
- Arslan, Ü. Çađlayan (2017), **Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları**, Başkent Üniversitesi- Avrupa Birliği ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü.
- Artley, Bill (t.y.), **Aerospace 3D Printing Applications**, <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/aerospace-3d-printing-applications> (26.02.2019).

- Arlitsch, Kenning ve Newell, Bruce (2017). "Thriving in the age of accelerations: a brief look at the societal effects of artificial Intelligence and the opportunities for libraries". **Journal of Library Administration**, 57, 789-798.
- Armentia, Juan L'opez-de- vd. (2012), "Fighting against Vampire Appliances through Eco-aware Things", **Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services, Ubiquitous Computing**.
- Ashton, K., 2009. **That 'Internet of Things' Thing**, RFID Journal, <http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?4986> (05.03.2019).
- Avcı, Nuri (2019), **İnsan Kaynaklarından Yetenek Yönetimine Endüstri 4.0**, Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Baş, Hasan ve Yapıcı, Fatih "Ergonomik Tasarım ve Üretimde Hızlı Prototipleme teknolojisi", **Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, 3(3), 199-204.
- Bayram, Ahmet (2019). **İnci GS Yuasa, Manisa'daki 3. fabrikasını açtı**, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/inci-gs-yuasa-manisadaki-3-fabrikasini-acti/1450539> (12.03.2019).
- Bosma, Niels vd. (2018), **Global Entrepreneurship Monitor: 2018/2019 Global Report**, <https://www.gemconsortium.org/report/gem-2018-2019-global-report> (27.04.2019).
- Bucci, Giorgia vd. (2018), "Precision agriculture as a driver for sustainable farming systems: State of art in literature and research", **Quality- Access to Success**, 19, 114-21.
- Chittenden (2017), Capturing Technological Innovation In Legal Services, **The Law Society Of England And Wales**, <https://www.lawsociety.org.uk/support-services/research-trends/documents/capturing-technological-innovation-in-legal-services-report/> (01.03.2019).
- INSEAD ve WIPO (2018), **The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation**, <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4330> (27.04.2019).
- Can, Raif vd., (2017), **Türkiye İşgücü Piyasasındaki Yapısal Dönüşüm**, Kalkınma Bakanlığı, Ekonomik ve Stratejik Araştırmalar Dairesi
- Çakır, N. Nur (2018), "Endüstri 4.0 ve Çalışmanın Geleceği", **Electronic Journal of Vocational Colleges**, 8(2), 97-105.
- Çelikaş, M. Soner vd. (2015), Endüstriyel devrimin son sürümünde mühendisliğin yol haritası, **Mühendis ve Makine Dergisi**, 56(662), 24-34.
- Çetinkaya, Mustafa (2017), "Yıllık Rapor 2017: Günün ve Geleceğin Meslekleri". Yeni Ekonomi Derneği.
- Çevik, Deniz (2017), **Sanayi Devrimlerinin Süreci ve 4. Sanayi Devrimi**, <http://www.alomaliye.com/2017/05/29/sanayi-devrimlerinin-sureci-4-sanayi-devrimi/> (16.02.2019).

- Cınar, Berk (2016), “3D Yazıcıların Bugünü ve Yarını”, **ST Endüstri 4.0 Dergisi**, 5, 32-34.
- Bozkurt, Veysel (2014), **Endüstriyel & Post-Endüstriyel Dönüşüm**, 3.baskı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Bozkurt, Rüştü (2018), “Endüstri 4.0 Tartışmaları İçin Bir Çerçeve Önerisi”. **Ekonomik Forum**, 16-27.
- Brynjolfsson, Erik ve McAfee Andrew, (2014), **The Second Machine Age**, W.W. Norton&Company, New York.
- Dağdelen, İlhan (2005), “Post-fordizm”, **Mevzuat Dergisi**, 90, 1-20.
- Davutoğlu, Naci Atalay vd. (2017), “İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişim Sağlamak”, **The Journal of Academic Social Science**, 52, 544-567.
- Deane, Phyllis (2000), **İlk Sanayi İnkılabı**, 3. Baskı, Türk Tarih Kurumu Basım Evi, Ankara.
- Değerli, Celalettin ve El, S. Nehir (2017), “Üç Boyutlu (3D) Yazıcı Teknolojisi ile Gıda Üretimine Genel Bakış”, **Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 5(6), 593-599.
- Dikkaya, Mehmet vd. (2018), **Endüstri 4.0 Devriminin Ekonomik Etkileri Üzerine**, 12. Uluslararası Kamu Yönetimi Sempozyumu, Kırıkkale Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, 855-869.
- Doğan, Altan vd., (2015), “Çalışanların Esnek Çalışmaya İlişkin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma”, **International Journal of Economic and Administrative Studies**, Nr.7, 375-398.
- Doğan, Mesut (2013), “Türkiye Sanayileşme Sürecine Genel Bir Bakış”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, 28, 211-231.
- Doğru, B. Nazlıcan ve Meçik, Oytun (2018), “Türkiye’de Endüstri 4.0’ın İşgücü Piyasasına Etkileri Firma Beklentileri”, Süleyman Demirel Üniversitesi, **İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 3, 1581-1606.
- Dur, Varol (2009), **Avrupa Birliği’nde Esnek Güvence ve Türkiye Uygulamaları**, Sosyal Güvenlik Uzmanlık Tez, Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığı.
- Durmuş, Aydoğan (2019), **Endüstri 4.0, Eğitim 4.0, Liderlik 4.0, Toplum 4.0**, Efe Akademi Yayınları, İstanbul.
- Dursun, Salih ve Şengül, Belemir (2018), “Sanayi 4.0 ve Türkiye: Genel Bir Değerlendirme”, **Türk Metal Dergisi**, 222, 68-73.
- EBSO (2015), **2014 Yılında Türkiye, Dünya Ekonomisi 2015 Yılından Beklentiler**, www.ebso.org.tr, (12.02.2019).

- _____ (2017), **Sanayi 4.0, Uyum Sağlamayanlar Kaybedecek**, http://www.ebso.org.tr/ebso-media/documents/sanayi-40--gozden-gecirilmis-ikinci-baski_95869497.pdf (10.08.2019).
- Efeoğlu, Rabia ve Bozkurt, Eda (2018), **Sanayi 4.0 ve İşgücü Piyasasına Etkisi**, IV. International Caucasus-Central Asia Foreign Trade And Logistics Congress, Aydın.
- Eldem, Mehmet Oktay (2017), **Endüstri 4.0**, http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a_ek.pdf?dergi=1111 (22.02.2019).
- Elibol, Nadir (2017), “Endüstri (4.0) Devrimi ve Gümrük ve Ticaret Bakanlığı”, **Gümrük & Ticaret Dergisi**, 9, 41-49.
- Eurostat (2018), **Employment in high- and medium-high technology manufacturing sectors and knowledge-intensive service sectors** <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tsc00011> (26.08.2019).
- Erdem, Ziya (2005), “Sanayi İşçisi”nden “Bilgi İşçisine: Yeni Ekonominin Değişen İşçi Tipi”, **Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi**, 49, 541-566.
- Erol, Metin (2002), **Sanayileşme ve Ekonomik Gelişmenin Sosyolojisi**, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Ersoy, A. Rıza (2017), **Endüstri 4.0 Sürecinde Neredeyiz**, <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-surecinde-neredeyiz/> (02.04.2019).
- Fidan, Ahmet (2003), “Tarım, Sanayi ve Bilgi Toplumunda Üretim ve Tüketim İlişkilerinin İşletme ve Yönetimleri Üzerindeki Etkileri”, **Mevzuat Dergisi**, 6(62), 1-12.
- Fikirli, Özlem ve Çetin, Ahmet (2017), **İktisadi Doktrinde Schumpeteryan Yaratıcı Yıkımdan Yaratıcı Birikime**, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Foucault, Michel (1995), **Discipline and Punish: The Birth of the Prison**, (Translated from the French by Alan Sheridan), Second Vintage Books Edition, A Division of Random House INC., New York.
- Freeman, Chris ve Louçâ, Francisco (2002), **As Time Goes By**, Oxford: Oxford University Pres.
- Freyer, Hans (2018), **Sanayi Çağı**, 2. Basım, Doğu Batı Yayınları, Ankara.
- Goehrke, Sarah Anderson (2015), **Local Motors Unveils LM3D Swim 3D Printed Car Today at SEMA Show in Las Vegas, Officially Announces Upcoming Presales & \$53K MSRP**, <https://3dprint.com/103604/lm3d-swim-at-sema-show-2015/> (08.02.2019).
- Goldin, Claudia ve Katz, Lawrence F, (2009), **The Race Between Education and Technology: The Evolution of U.S. Educational Wage Differentials, 1890 to 2005**, NBER Working paper series, Nr.12984.

- Göçmen, Elifcan ve Erol, Rızvan (2018), “The Transition to Industry 4.0 in One of The Turkish Logistic Company”, **International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry**, 2(1), 76-85.
- Görçün, Ö. Faruk (2017), **Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0**, 2. Baskı, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Gülenç, İ. Figen ve Karagöz, Bihter (2008), “E-Lojistik ve Türkiye’de E-Lojistik Uygulamaları”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 15(1), 73-91.
- Güler, Ebru (2018), “Endüstri 4.0’ın Muhasebe ve Denetim Mesleğine Etkileri”, **Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 78, 522-531.
- Günay, Durmuş (2002), “Sanayi ve Sanayi Tarihi”, **Mimar ve Mühendis Dergisi**, 31, 8-14.
- Gürsoy, Serkan (2011), **Sanayi Devrimi, sayfaları**, my.beykoz.edu.tr/serkang/files/2011/02/sanayi_devrimi.pdf (17.10.2018).
- Harvey, David (1991), **The Condition of Postmodernity**, Blackwell, Massachusetts.
- Heinrich, Martin (2018), **Industry 4.0: How it will affect employment and what skills will be required to match the requirements of the market**, https://www.researchgate.net/publication/330995136_INDUSTRY_40_How_it_will_affect_employment_and_what_skills_will_be_required_to_match_the_requirements_of_the_market (20.08.2019).
- Holland Innovation Network (2017), **Turkey’s Smart Manufacturing Roadmap**, King of Netherlands, <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/01/Turkey%20smart%20manuf.pdf> (08.04.2019).
- Huberman, Leo (2015), **Feodal Toplumdan Yirminci Yüzyıla**, (Çev. Murat Belge), İletişim Yayınları, İstanbul.
- İSO (2017), **İSO Mart Ayı Meclisi’nde “4’üncü Sanayi Devrimi ve Akıllı Fabrikalar” Konuşuldu**, <http://www.iso.org.tr/haberler/meclis-konusmasi/iso-mart-ayi-meclisinde-4uncu-sanayi-devrimi-ve-akilli-fabrikalar-konusuldu/> (24.03.2019).
- İŞKUR (2008), “İşgücü Piyasası Araştırması”, <https://media.iskur.gov.tr/26549/istihdamda3i-28-sayi-ek-ismgucu-piyasasi-arastirmasi-2018-yili-sonuclari.pdf> (04.08.2019).
- IFR (2017), **World Robotics Report 2017**, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-report-2017> (01.01.2019).
- ___ (2018), “Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots”, https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf (09.04.2019).
- Işık, Nihat ve Duman, Erhan (2012), “1929 Ekonomik Buhranı ve 2008 Küresel Krizi’nin Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2(1), 73-101.

- Jee, Charlotte (2018),” Luminance: the startup using AI to shake up the legal sector”
<https://www.techworld.com/business/luminance-startup-using-ai-shake-up-legal-sector-3679652/> (01.03.2019).
- Kahraman, Fatma (2017), **Çalışma İlişkileri Bakımından Dördüncü Sanayi Devrimi Ve Sivas İlinde Farkındalık Üzerine Alan Araştırması**, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Cumhuriyet Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Ana Bilim Dalı.
- Kahraman, Hakan (2016), **Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)**, <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/> (28.02.2019).
- Kahyaoğlu, Dilara (2009), **Sanayi Devrimi Üzerine Çalışma**, <https://tarihegitimi.blogspot.com/2016/01/sanayi-devrimi-uzerine-calsma.html> (07.02.2019).
- Kalkınma Bakanlığı (2013), **Onuncu Kalkınma Planı**, <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf> (15.08.2019).
- Kanca, Osman Cenk (2012), “Türkiye’de İşsizlik ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedenselliğin Ampirik Bir Analizi”, **Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 21(2), 1-18.
- Kaya, Mehmet ve Doğan, Bahar (2016), “Esnek Çalışma modeli: Ev Eksenli Çalışma”, **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, 15(58), 1069-1099.
- Kobara, K. (2016). Cyber Physical Security For Industrial Control Systems And Iot, **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, 99(4), 787-795.
- Kazdağlı, Hasan (2015), “Dördüncü Sanayi Devrimi’ne Gireirken İktisat Eğitimi”, **Ekonomi-tek**, 4(3), 9-67.
- Kerkhof, B. Van De vd. (2015), “Spatio-temporal Analysis of Remote Sensing and Field Measurements for Smart Farming”, **Procedia environmental Sciences**, 27, 21-25.
- Kesayak, Burak (2018), **Endüstri 4.0’da Sensörlerin Önemi**, <https://www.endustri40.com/endustri-4-0da-sensorlerin-onemi/> (23.02.2019).
- Kesayak, Burak (2018), **İnşaatın Geleceğini Şekillendirmek: İnşaat 4.0**, <https://www.endustri40.com/insaatin-gelecegini-sekillendirmek-insaat-4-0/> (08.02.2019).
- King, Adrian (2015), “Current of Change: The KPMG Survey of Corporate Responsibility Reporting 2015”, **KPMG International Cooperative**, Netherlands.
- Kılıç, Sabiha ve Alkan, Metin (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri”, **Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi**, 2(3). 29-49.
- Kırmızıgül, Ercüment, (2008), **Buhar Gücü İcadının Küreselleşmeye Etkileri**, İstanbul Ticaret Üniversitesi - Sosyal Bilimleri Enstitüsü.

- Koca, Kazım C. (2018), “Sanayi 4.0: Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler”, **Sosyoekonomi Dergisi**, 26(36), 245-252.
- Kocabaş, Fatma vd. (2017), “Ev Eksenli Çalışan Kadınlara Yönelik Niteliksel Bir Araştırma: Eskişehir El Sanatları Pazarı Örneği”, **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 9(18), 178-201.
- Kozal Erdölek, Özge (2019), **Türkiye’de Sanayileşmenin 200 Yıllık Tarihi: Süreklilikler ve Dönüşümler**, Doktora Tez Çalışması, EGE Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Küçükcalay, Mesut (1997), “Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 2, 51-68.
- Kuhn, Renato ve Minuzzi Fatima, (2015), **The 3D Printing’s Panorama in Fashion Design**, http://www.modadocumenta.com.br/anais/anais/5-Moda-Documenta-2015/02-Sessao-Tematica-Design-Moda-e-Cultura-Digital/Renato-Kuhn_Moda-Documenta2015_THE-3D-PRINTING_S-PANORAMA-IN-FASHION-DESIGN_BILINGUE.pdf (26.04.2019).
- Kumar, Krishan (2013), **Çağdaş Dünyanın Yeni Kuramları**, (Çev. Mehmet Küçük), Dost Kitapevi, Ankara.
- Külcü, Recep (2016), “Sanayi Devriminden 1700 Yıl Önce Yapılmış Erken Bir Keşif: Heron’un Buhar Türbini (Aerolipie)”, **Akademia Sosyal Bilimler Dergisi**, 1(2), 32-39.
- Krugman, Paul R. vd. (2012), **International Economics – Theory & Policy**, United States of America, PEARSON.
- Latinovic, Tihomir (2016), **Big Data As The Basis For The Innovative Development Strategy of The Industry 4.0**, https://www.researchgate.net/publication/331187513_Big_Data_as_the_basis_for_the_innovative_development_strategy_of_the_Industry_40 (02.03.2019).
- Lee, Edward A. (2006), “Cyber-Physical Systems- Are Computing Foundations Adequate?”, **NSF Workshop On Cyber-Physical Systems: Research Motivation, Techniques and Roadmap**, https://ptolemy.berkeley.edu/publications/papers/06/CPSPositionPaper/Lee_CPS_PositionPaper.pdf (28.02.2019).
- Lee, Jay vd. (2014). “Service Innovation And Smart Analytics For Industry 4.0 And Big Data Environment”, **Procedia Cirp**, 16, 3-8.
- Lipton, Jeffrey vd. (2010), “Mutli-material food printing with complex internal structure suitable for conventional post-processing”. **21st Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium- An Additive Manufacturing Conference**, Austin, TX, United States.

- MacDougall, William vd. (2014), **Industrie 4.0- Smart Manufacturing for the Future**, Germany Trade & Invest, <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/documents-folder/policies/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view> (05.03.2019).
- Matovcikova, Daniela (2017), “Industry 4.0 as the Culprit of Unemployment”, **International Workshop on Knowledge Management**, http://www.cutn.sk/Library/proceedings/km_2017/PDF_FILES/09_Matovcikova-71-78.pdf (22.08.2019).
- McCarthy, Nail (2018), **The Countries With The Highest Density Of Robot Workers**, Statista, The Statistics Portal, <https://www.statista.com/chart/13645/the-countries-with-the-highest-density-of-robot-workers/> (13.04.2019).
- McGinnis John O., Pearce Russell G. (2014), “The Great Disruption: How Machine Intelligence Will Transform The Role of Lawyers In The Delivery of Legal Services”, **Fordham Law Review**, 82(6), 3041-3066.
- Merak, Ahmet (2014), “İngiltere’den Batı Avrupa’ya Sanayi İnkılabının Yayılması” <https://www.yuzaki.com/2014/08/ingiltereden-bati-avrupaya-sanayi-inkilabinin-yayilmasi/> (10.02.2019).
- Mevlütöğlü M. Arda (2016), **Robotik Teknolojileri Sektör Robotu**, STM Mühendislik Teknoloji Danışmanlık, https://www.stm.com.tr/documents/file/Pdf/9.Robotik%20Teknolojileri_2016-08-03-11-00-47.pdf (15.04.2019).
- Mrugalska, Beata ve Wyrwicka, Magdalena N. (2017), “Towards Lean Production in Industry 4.0”, 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, **Procedia Engineering**, Nr.182, 466-473
- Murat, Güven (2018), “Dünya’da ve Türkiye’de Neo-Liberal Ekonomi Politikalarının İşgücü Piyasasına Yansımalarına Bakış”, **“İş, Güç” Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi**, 20(18), 147-175.
- MÜSİAD (2017), “Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği”, http://www.musiad.org.tr/F/Root/Pdf/lojistik_raporlari_2017_12_25.PDF (14.04.2019).
- Nuroğlu, Elif ve Nuroğlu, Hüseyin H. (2018), “Endüstri 4.0’ı Türkiye’nin Dış Ticareti İçin Bir Fırsat Penceresine Dönüştürmek”, **Yönetim ve Ekonomi Araştırma Dergisi**, 16, 329-346.
- Orkçu, Ömer (2018), **Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi kuruldu**, <https://www.bik.gov.tr/cumhurbaskanligi-dijital-donusum-ofisi-kuruldu/> (08.04.2019).
- Özdoğan, Ogan (2018), **Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşüm Anahtarları**, 2. Baskı, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık A.Ş., İstanbul.

- Özen, N. Efşan (2017), **Bilgisayarlı Otomasyon ve Türkiye’de İşgücü Piyasasının Geleceği**, TEPAV, https://www.tepav.org.tr/upload/files/1490690332-8.Bilgisayarli_Otomasyon_Ve_Turkiye___de_Isgucu_Piyasasinin_Gelecegi.pdf (20.04.2019).
- Özkan, Mehmet vd. (2018), “Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi’nin Etkileri ve Türkiye”, **Siyasal Bilimler Dergisi**, 1(1), 1-30.
- Ökçün, A. Gündüz (1997), İktisat Tarihi Yazıları, **3. Sermaye Piyasası Kurulu Yayını**, Ankara.
- Özlu, Faruk (2017), **The Advent of Turkey’s Industry 4.0**, <http://turkishpolicy.com/article/864/the-advent-of-turkeys-industry-4-0> (16.04.2019).
- Öztemel, Ercan ve Gürsev, Samet (2018), “Türkiye’de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması”, **Marmara Fen Bilimleri Dergisi**, 2, 157-168.
- Öztuna, Barış (2017), **Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) ile Çalışma Yaşamının Geleceği**, 1. Basım, Gece Kitaplığı, Ankara.
- Özsoy Erden, Ceyda (2018), “Endüstri 4.0 ve İstihdam Üzerindeki Potansiyel Etkisi”, **Journal of Current Researches on Business and Economics**, 8(2), 249-270.
- Özsoylu, A. Fazıl (2017), “Endüstri 4.0”, **Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi**, 21(1), 41-64.
- Parlak, Zeki ve Özdemir, Süleyman (2011), “Esneklik Kavramı ve Emek Piyasalarında Esneklik”, **Sosyal Siyaset Konferansları**, 60(1), 1-60.
- Pirim, Harun (2006), “Yapay Zekâ”, **Yaşar Üniversitesi Dergisi**, 1(1), 81-93.
- Reilly, Lyle, (2014). **The Shift From 3D Body Scanned Data to the Physical World**, <http://docplayer.biz.tr/106496287-Endustride-yapay-zeka-uygulamalari-ai-labs-bilgi-teknolojileri.html> <https://openrepository.aut.ac.nz/handle/10292/8564> (27.02.2019).
- Reis, Z. Ayvaz (2017), **Mühendislikte Yapay Zekâ ve Uygulamaları**, 1. Baskı, Sakarya Üniversitesi Kütüphanesi Yayınevi, Sakarya.
- Rifkin, Jeremy (2014), **Üçüncü Sanayi Devrimi**, 1. Baskı, İletişim Yayınları, İstanbul.
- Rifkin, Jeremy (2015), **Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı**, Optimist Yayın Dağıtım, 1. Baskı, İstanbul.
- Rushton, Alan vd. (Ed.) (2010), **The Handbook of Logistics and Distribution Management**, 4th Edition, Kogan Page, London – Philadelphia- New Delhi.
- Sachs, Jeffrey ve Kotlikoff, Laurence, (2012), “Smart Machines And Long-Term Mıseriy”, **National Bureau of Economic Research**, Nr. 18629.
- Sak, Güven (2014), **Türkiye, sanayi devriminin neresindedir?** <http://www.dunya.com/kose-yazisi/turkiye-sanayi-devriminin-neresindedir/21197> (07.02.2019).

- Saklı, Ali Rıza (2013), “Fordizm ’den Esnek Üretim Rejimine Dönüşümün Kamu Yönetimi Üzerindeki Etkileri”, **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, 12(44) 107-131.
- Samsun, Nihal (2017), “Çalışmanın Değişen Anlamı ve Güncel Duruma İlişkin Tartışmalar”, **Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi**, 3(3), 160-210.
- Sarıgöz, Yusuf ve Çağlar, Betül (2018), **Endüstride Yapay Zekâ Uygulamaları**, http://www.emo.org.tr/ekler/9051cea806787fe_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=14 (02.02.2019).
- SBB (2019), **On Birinci Kalkınma Planı**. <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Onuncu-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-2014-2018.pdf> (15.08.2019).
- Schwab, Klaus (2016), **Dördüncü Sanayi Devrimi**, (Çev. Zülfü Dicleli), Optimist Yayım, İstanbul.
- Schwab, Klaus, Davis, Nicholas (2019), **Dördüncü Sanayi Devrimini Şekillendirmek**, Optimist Yayım, İstanbul.
- Şekkeli, Zümrüt H. ve Bakan, İsmail (2018), “Endüstri 4.0’ın Etkisiyle Lojistik 4.0”, **Journal of Life Economics**, 5(2), 17-36.
- Selek, Ali (t.y.), **Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk**, <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-biryolculuk/> (25.02.2019).
- Sezer, Baykal (2018), **Batı Dünya Egemenliği ve Endüstri Devrimi: Endüstri Sosyolojisi Ders Notları**, 2. Basım, Doğu Kitabevi Yeni Alan Yayıncılık, İstanbul.
- Siemens (2016), **Endüstri 4.0 yolunda**, <http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=11> (09.04.2019).
- S-GE (2017), **Market Study Rising Digitalization, Industry 4.0, Smart Cities and the Opportunities on the Life Sciences Market in Turkey**, https://www.s-ge.com/sites/default/files/cserver/article/downloads/market_study_rising_digitalization_industry_4_smart_cities_2017.pdf (08.04.2019).
- Soylu, Ali (2018), “Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar”, **Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 32, 43-57.
- Sözen, Müslime ve Mescioğlu, Talat (2019), “Endüstri 4.0’ın İtici Güçlerinin Türkiye ve Çin Üzerindeki Etkileri”, **International Journal of Social Inquiry**, 12(1), 287-315.
- Sun, Jie vd., (2015), A Review on 3D Printing for Customized Food Fabrication, **Procedia Manufacturing**, 1, 308–319.
- Şekkeli, Z. Hatice ve Bakan, İsmail (2018), “Endüstri 4.0’ın Etkisiyle Lojistik 4.0”, **Journal Of Life Economics**, 5(2), 17-36.

- Şekkeli, Z. Hatice ve Bakan ve İsmail (2018). “Akıllı Fabrikalar”, **Journal Of Life Economics**, 5(4), 203-220.
- Şen, Sabahattin (2004), **Esnek Üretim- Esnek Çalışma ve Endüstri İlişkilerine Etkileri**, **Turhan Kitapevi**, Ankara.
- Şener, Semih ve Elevli, Birol (2017), “Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim”, **Mühendis Beyinler Dergisi**, 2(1), 25-37.
- Taş, H. Yunus (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri”, **Uluslararası Toplum Araştırma Dergisi**, 9(16), 1818-1836.
- T. C. Kalkınma Bakanlığı (2014), **Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018: İstihdam ve Çalışma Hayatı Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara.
- TCCB (2018), “Dijital teknolojilerin geliştirilmesi konusunda dünyada öncü ülkeler arasına girmek istiyoruz”, <https://www.tccb.gov.tr/haberler/410/98923/-dijital-teknolojilerin-gelistirilme-si-konusunda-dunyada-ocnu-ulkeler-arasina-girmek-istiyoruz-> (27.04.2019).
- Tokol, Aysen (2000), “Yeni Teknolojiler ve Değişen Endüstri İlişkileri”, **İŞ, GÜÇ- Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi**, 2(1), 1-4.
- Tomas, Juan Pedro (2017), **What is Smart Manufacturing?**, <https://enterpriseiotinsights.com/20170620/channels/fundamentals/20170619channelsfundamentalswhat-is-smart-manufacturing-tag23-tag99> (27.03.2019).
- Torun, İshak (2003), “Endüstri Toplumu’nun Oluşmasında Etkili Olan İktisadi ve Sina-i Faktörler”, **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 4(1), 181-196.
- TÜİK (2013), **Tanım ve Kavramlar**, http://www.tuik.gov.tr/MicroVeri/Hia_2013/turkce/metaveri/tanim/index.html (12.04.2019).
- ___ (2018), **Araştırma Geliştirme Faaliyetleri İstatistikleri**, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1620 (04.04.2019).
- ___ (2018), **İşgücü İstatistikleri-2017**, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27699> (12.04.2019).
- ___ (2018), **Üniversite Bölümlerine Göre İşgücü Durumu Verileri (2014-2017)**, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1007 (12.04.2019).
- ___ (2019), **Analitik Çerçeve, Kapsam, Tanımlar ve Sınıflamalar**, <http://www.tuik.gov.tr/HbGetirHTML.do?id=30691> (06.09.2019).
- Türkcan, Ergun (1981), **Teknolojinin Ekonomi Politigi**, AİTİA Yayınları. Ankara.
- TÜRKONFED, **Dijital Anadolu 2: Sektör Bazlı Dijital Dönüşüm Yol Haritası**, İnkılâp Yayınları, İstanbul, 2018.

- TÜSİAD (2016), **Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0**, <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf> (24.02.2019).
- Tüzünkan, Demet (2015), "Türkiye'de Uygulanan Beş Yıllık Kalkınma Planlarının İstihdam Politikaları Açısından Değerlendirilmesi", **Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 8(2), 90-117.
- URL, "ABD'de Robot Avukat Göreve Başlıyor" (2016), <https://www.cnnturk.com/bilim-teknoloji/teknoloji/abdde-robot-avukat-goreve-basliyor> (28.02.2019).
- ___, "Yapay zekâ insanlığın sonu olacak korkusu gerçekçi mi?" (2014), https://www.bbc.com/turkce/haberler/2014/12/141204_yapay_zeka_insanligin_sonu (01.03.2019).
- ___, "Luminance" (t.y.), <https://www.aiia.net/events-legalaiforum/sponsors/luminance> (23.02.2019).
- ___, "The Economist" (2017) <https://www.economist.com/business/2017/01/14/adidass-high-tech-factory-brings-production-back-to-germany> (10.03.2019).
- ___, "Ermetal, Bursa'nın İnsansız İlk 'Karanlık Fabrikasını Kuruyor", (2017), <https://www.istekobi.com.tr/kobi-bilgi-merkezi/haberler/ermetal-bursa-nin-insansiz-ilk-karanlik-fabrikasini-kuruyor-h44002.aspx> (27.03.2017).
- ___, "İşbaşı Eğitim Programı Nedir, Avantajları Nelerdir?" 2019, <https://www.rasyotik.com.tr/isbasi-egitim-programi-nedir/> (19.04.2019).
- ___, "TÜİK İşgücü İstatistikleri, Ocak 2019" (2019), http://www.yapi.com.tr/haberler/tuik-iscucu-istatistikleri-ocak-2019_172081.html (15.04.2019).
- ___, "The Economist" (2017), <https://www.economist.com/business/2017/01/14/adidass-high-tech-factory-brings-production-back-to-germany> (10.03.2019).
- ___, "Hazır giyim sektörü Endüstri 4.0'a entegre oluyor" (2019), <https://www.dunya.com/ihracat/hazir-giyim-sektoru-endustri-40a-entegre-oluyor-haberi-438127> (27.03.2019).
- ___, "Adidas's high-tech factory brings production back to Germany" (2017), <https://www.economist.com/business/2017/01/14/adidass-high-tech-factory-brings-production-back-to-germany> (15.04.2019).
- Uzunöz, Meral (2017), **IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü**, Yıldız Teknik Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans tez Çalışması
- Ünlü, Fatma ve Atik, Hayriye (2019), "Türkiye'deki İşletmelerin Endüstri 4.0'a Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Ampirik Analiz", **Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi**, 17(2), 431-463.

- Verner, Igor ve Merksamer, Amir (2015). Digital design and 3D printing in technology teacher education. **Procedia CIRP**, 36, 182-186.
- Vries, Peer (2008), **The Industrial Revolution**, Encyclopaedia of the Modern World, 4, 158-161.
- Watson, Willis Towers (2018), Horizon Scanning: Artificial Intelligence and the Legal Profession, **The Law Society of England and Wales**, <https://www.lawsociety.org.uk/support-services/research-trends/horizon-scanning/artificial-intelligence/> (22.02.2019).
- WB (2019), **Çin, Almanya, Japonya Türkiye ve Kore Cumhuriyeti'nin Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçindeki Payları**, <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?contextual=default&locations=CN-DE-JP-TR-KR> (04.04.2019).
- WEF (2016), **The Global Competitiveness Report 2016–2017**, http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf (24.03.2019).
- ___ (2018), **The Global Competitiveness Report 2018**, <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf> (24.03.2019).
- Wheeler, Andrew (2014), **Nasa Emails Wrench To Iss For 3D Printing**, <https://3dprintingindustry.com/news/nasa-emails-wrench-to-iss-for-3d-printing-38422/> (26.02.2019).
- Wisskirchen, Gerlind (2017), **Artificial Intelligence and Robotics and their Impact on the Workplace**, <https://www.ibanet.org/Document/Default.aspx?DocumentUid=c06aa1a3-d355-4866-beda-9a3a8779ba6e> (11.05.2019)
- Yeşil, Caner (t.y.), **Robot Hâkim ve Bazı Yapay Zekalı Hukukçular**, <http://www.ilsaadergi.com/robot-hakim-ve-bazi-yapay-zekali-hukukcular/> (26.02.2019).
- Yeşilorman, Mehtap ve Koç, Firdevs (2014), 'Bilgi Toplumunun Teknolojik Temelleri Üzerine Eleştirel Bir Bakış', **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 24(1), 117-133.
- Yiğitbaşı, Zafer Halim (2011), Nesnelerin interneti ve makineden makineye kavramları için kilit öncül-IPv6, **Ulusal IPv6 Konferansı**, 171, 103-108.
- Yıldıran, Mine (2016), "Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretimi", **Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi**, 17, 155-172.
- Yıldız, Müslüm ve Yıldırım, Banu Fulya (2018), "Yapay Zekâ ve Robotik Sistemlerin Kütüphanecilik Mesleğine Olan Etkileri", **Türk Kütüphaneciliği**, 32(1), 26-32.
- Yılmaz, Tuncay ve Aktaş, Fatih (2018), "Yeni Nesil İstihdam ve Geleceği" **Akademia Sosyal Bilimler Dergisi**, – Özel Sayı – 1, 47-66.
- Yılmaz, Fatih (t.y.), **Türkiye'de Endüstri 4.0**, Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, <https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/> (02.04.2019).

Yüksekbilgili, Zeki ve Çevik, Zeynep (2018), “Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye’nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz”, **Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırma Dergisi (FESA)**, 3(2), 422-436.



ÖZGEÇMİŞ

Seher Seren ÇAVDAR, 26.01.1992 tarihinde Trabzon İli Ortahisar İlçesi'nde doğdu. 2006 yılında Trabzon Cudibey İlköğretim Okulu'nu; 2010 yılında Akçaabat Anadolu Lisesi'ni; 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi- İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkiler Bölümü'nü bitirdi. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına başladı. 2017-2018 Eğitim Öğretim Yılında Polonya West Pomeranian University of Technology Ekonomi Bölümü Erasmus Programı değişim öğrencisi olarak öğrenim gördü.

ÇAVDAR bekâr olup, İngilizce bilmektedir.