



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ (ENDÜSTRİ 4.0) VE TÜRKİYE
EKONOMİSİNE YANSIMALARI

Seher CERİT
1930202081

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Hidayet Gizem ÜNLÜ ÖREN

ISPARTA- 2022

TEZ SAVUNMA TUTANAĞI





T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları**” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.

Seher CERİT

27/07/2022

TEZ ORJİNALLİK BEYAN BELGESİ



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU
BEYAN BELGESİ



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-SOYADI	Seher CERİT
Öğrenci Numarası	1930202081
Enstitü Ana Bilim Dalı	İktisat
Programı	İktisat Tezli Yüksek Lisans
Programın Türü	(X) Tezli Yüksek Lisans () Doktora
Danışmanın Unvanı, Adı-SOYADI	Doç. Dr. Hidayet Gizem ÜNLÜ ÖREN
Tez Başlığı	Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları
Turnitin Ödev Numarası	1874133101

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 195 sayfalık kısmına ilişkin olarak, 23/07/2022 tarihinde tarafımdan Turnitin adlı intihal tespit programından Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönergesinin 14 üncü maddesinde yer alan filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

Kaynakçalar hariç, alıntılar dahil, 10 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç;

% 5 'tir.

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

(X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

() Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

27/07/2022

(İmza)

Doç. Dr. Hidayet Gizem ÜNLÜ ÖREN

(CERİT, Seher, *Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları*, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2022)

ÖZET

Asırlardır farklı süreçlerle gerçekleşen teknolojik değişimler ülkelerin gelişmesinin ana etkenidir. 2011 yılında gündeme gelen Endüstri 4.0 son yıllarda etkisini daha fazla artırmış ve ülkeleri değişime zorlamıştır. Bu çalışmanın amacı, tüm dünyayı etkileyen Endüstri 4.0'ın Türkiye ekonomisine yansımalarını incelemektir. Bu bağlamda Türkiye'de Endüstri 4.0'ın potansiyeli ve makro ekonomik değişkenler üzerinde oluşturduğu etki araştırılmış ve SWOT analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye'nin en fazla orta yüksek teknolojili ürün ihraç ettiği görülmektedir. Türkiye'nin özellikle insansız hava aracı (İHA) ve silahlı insansız hava aracı (SİHA) alanında rekabetçi avantaja sahip olduğu ve bu üstün konumuyla ön plana çıktığı belirlenmiştir. Bunun yanında yapay zeka (YZ) işe alım oranı yüksektir. Türkiye'de makine ve robotların üretim sürecine katılmasıyla verimlilik ve yatırımların artması gibi fırsatlar beklenirken, siber güvenlik açıklarının artması gibi olumsuz durumlar beklenmektedir. Türkiye'nin Endüstri 4.0 farkındalığının arttığı ve bu doğrultuda stratejiler geliştirmeye başladığı belirlenmiştir. Türkiye Endüstri 4.0 dönüşümüne uyum sağlayarak, ekonomik ve teknolojik amaçları doğrultusunda ilerlemek için, sürece ve koşullara ilişkin kararlı tutumunu sürdürmelidir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi, Dijital Dönüşüm, Teknoloji, Türkiye Ekonomisi

(CERİT, Seher, *The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) and its Reflections on Turkish Economy*, Master Thesis, Isparta, 2022)

ABSTRACT

Technological changes that have been taking place through different processes for centuries are the main factor in the development of countries. Industry 4.0, which came to the agenda in 2011, has increased its impact more and more in recent years and forced countries to change. The aim of this study is to examine the reflections of Industry 4.0, which affects the whole world, on the Turkish Economy. In this context, the potential of Industry 4.0 in Turkey and its impact on macroeconomic variables were investigated and SWOT analysis was performed. As a result of the research, it is seen that Turkey exports the most medium-high technology products. It has been determined that Turkey has a competitive advantage especially in the field of unmanned aerial vehicle (UAV) and armed unmanned aerial vehicle (SİHA) and stands out with this superior position. In addition, the artificial intelligence (AI) recruitment rate is high. Opportunities such as increasing productivity and investments are expected in Turkey with the participation of machines and robots in the production process, while negative situations such as increasing cyber security vulnerabilities are expected. It has been determined that Turkey's awareness of Industry 4.0 has increased and it has started to develop strategies in this direction. Turkey should maintain its determined stance on the process and conditions in order to adapt to the Industry 4.0 transformation and move forward in line with its economic and technological goals.

Key words: Industry 4.0, The Fourth Industrial Revolution, Digital Conversion, Technology, Turkish Economy

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez sürecine başladığım anda dördüncü sanayi devrimi (Endüstri 4.0) konusunun önemini anlayarak tez konusu seçimimde büyük katkısı olan, bilgi ve zamanını ayırarak her konuda desteklerini sağlayan, tezin başlangıcından bitimine kadar yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım ve değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hidayet Gizem ÜNLÜ ÖREN hocama teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatım boyunca hem maddi hem de manevi olarak her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem Gülbahar CERİT'e, babam Mehmet CERİT'e, Abim Fatih CERİT'e ve son olarak şu an tez sürecinde olan kız kardeşim Zühal CERİT'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu tezimi, hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim kıymetli annem Gülbahar CERİT'e ithaf ediyorum.

Seher CERİT

27/07/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ SAVUNMA TUTANAĞI.....	i
YEMİN METNİ	ii
TEZ ORJİNALLİK BEYAN BELGESİ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

ENDÜSTRİLEŞMEDE TARİHSEL SÜREÇ VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1. BİRİNCİ ENDÜSTRİ DEVRİMİ.....	5
1.2. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi	5
1.2. Dönem Araçları ve Teknolojisi	11
1.3. Sosyal Hayata Yansımalar.....	13
2. İKİNCİ SANAYİ DEVRİMİ	16
2.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi	17
2.2. Dönem Araçları ve Teknolojisi	19
2.3. Sosyal Hayata Yansımalar.....	22
3. ÜÇÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ.....	25
3.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi	25
3.2. Dönem Araçları ve Teknolojisi	30
3.3. Sosyal Hayata Yansımalar.....	33

2. BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ VE ÜLKELER

1. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ	38
1.1. Dördüncü Endüstri Devriminde Kavramsal Çerçeve	38
1.1.1. Endüstri 4.0 Avantajları.....	45
1.1.2. Endüstri 4.0 Dezavantajları.....	48
2. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİNİN TEMEL TEKNOLOJİLERİ.....	49

2.1. Nesnelerin İnterneti	49
2.2. Bulut Bilişim Sistemleri	51
2.3. Siber Güvenlik ve Siber Fiziksel Sistemler.....	54
2.4. Büyük Veri ve Analizi.....	56
2.5. Eklemeli Üretim (3D Yazıcılar)	57
2.6. Endüstriyel Robotlar.....	58
2.7. Akıllı Fabrikalar / Karanlık fabrikalar.....	59
2.8. Simülasyon	61
2.9. Zenginleştirilmiş Gerçeklik	61
3. GELECEĞE YÖNELİK TEKNOLOJİK İZLENİMLER	63
4. DÜNYA'DAKİ BAZI ÜLKELERİN GELİŞİMİ VE ENDÜSTRİ 4.0	70
4.1. Amerika Birleşik Devletleri	70
4.2. Çin.....	74
4.3. Japonya.....	79
4.4. Almanya.....	82
4.5. İngiltere.....	86
4.6. Güney Kore	89

3. BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0'IN TÜRKİYE'YE YANSIMALARI

1. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİNİN POTANSİYEL YANSIMALARI	94
1.1. Dijital Dönüşüm Kabiliyeti	94
1.2. Rekabet Kabiliyeti	99
1.3. İnovasyon Kabiliyeti	105
1.3.1. Araştırma Geliştirme Faaliyetleri	109
1.3.2. Patent Başvuru Durumu.....	112
1.3.3. Araştırmacı Sayısı	115
2. SOSYAL YANSIMALAR	117
3. EKONOMİK YANSIMALAR	119
3.1. Büyüme ve Verimlilik Üzerine Yansımalar	119
3.2. Dış Ticaret Üzerine Yansımalar	127
3.3. İşgücü Üzerine Yansımalar	133
3.4. İşletmeler Üzerine Yansımalar	140
4. TÜRKİYE İÇİN ENDÜSTRİ 4.0 VE ÖNERİLER.....	143
5. TÜRKİYE'NİN ENDÜSTRİ 4.0 SWOT ANALİZİ.....	152

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	155
KAYNAKÇA	159
ÖZGEÇMİŞ.....	178



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: Ülkelere Göre Çelik-Enerji Tüketimi	21
Tablo 2: Endüstri 3.0'ın Diğer Yeni Teknolojileri.....	32
Tablo 3: Fransa'da Orta Çağ ve Amerika'da 20. Yüzyıl Karşılaştırması	33
Tablo 4: Endüstri Devrimlerinin Genel Özellikleri.....	36
Tablo 5: Nesnelerin İnternetinin Genel Özellikleri.....	50
Tablo 6: Nesnelerin İnterneti Bölümleri	51
Tablo 7: Bulut Bilişim Sisteminden Yararlanma Biçimleri	52
Tablo 8: Bulut Bilişim Sisteminde Yaşanan Zorluklar	53
Tablo 9: Siber-Fiziksel Sistemlerde Özellik Kıyaslaması	55
Tablo 10: Yeni İş Kolları	64
Tablo 11: Endüstri 4.0 ile İlgili Geleceğe Yönelik Öngörüler.....	66
Tablo 12: 2025'te Yaşanması Muhtemel-Beklenen Gelişmeler	67
Tablo 13: IoT Teknolojisinin 2025'te Yıllık 4-11 Trilyon Dolar Arasında Ekonomik Etki Sağlayacak.....	68
Tablo 14: Ülkelerdeki Dördüncü Endüstri Devrimi Planları	69
Tablo 15: Türkiye'de Endüstride Dijitalleşmeye Yönelik Avantaj ve Dezavantajlar	95
Tablo 16: Türkiye'de Dijital Dönüşüm Endeksi	99
Tablo 17: Dünya Global Rekabet Sıralaması (2019)	101
Tablo 18: Dünya Rekabet Gücü Sıralaması (2019-2021)	104
Tablo 19: En İnovatif Şirketler (2021).....	106
Tablo 20: İnovasyon Göstergelerinin Güçlü ve Zayıf Tarafları.....	107
Tablo 21: Orta-Üst Gelir Grubu Ülkeler (2021)	108
Tablo 22: Türkiye'de Bilimsel Dergi Makalesi ve 1.000 Kişi Başına Düşen Araştırmacı Sayısı	116
Tablo 23: Teknoloji Yoğunluğuna Göre İmalat Sanayi Ürünlerinin Dış Ticareti 2013-2021 Yılları Arası, (%)	129
Tablo 24: Geleceğin Fabrikalarında İşgücünün Nitelik ve Yetenekleri.....	136
Tablo 25: Türkiye'nin İnsansız Hava Aracı İhracatı.....	148

Tablo 26: Türkiye'nin Endüstri 4.0 SWOT Analizi.....	153
---	-----



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: 1741-1831 Arasında On Yıl Aralığında Pamuk İthalatının Artış Hızı.....	9
Şekil 2: Buhar Makinesi	12
Şekil 3: İplik Eğirme Makinesi.....	12
Şekil 4: Endüstri Toplumunda Sosyal ve Ekonomik Durum.....	24
Şekil 5: Global İnternet Ağı Dağıtımı	27
Şekil 6: Enformasyon Toplumunda Sosyal ve Ekonomik Durum.....	35
Şekil 7: Endüstri Devriminin Tarihsel Gelişim Süreci	39
Şekil 8: Dijitalleşme Sürecinin Aşamaları.....	94
Şekil 9: Dijital Dönüşüme Engel Olan Konular	96
Şekil 10: Dijital Dönüşümün Sektöre Ekonomik Katkıları	96
Şekil 11: Türkiye’de Sektörlerde Dijitalleşme Yatırım Yüzdeleri	98
Şekil 12: Türkiye Global Rekabet Edebilirlik Endeksi (2007-2019)	102
Şekil 13: Türkiye’nin Global Rekabet Sıralaması (2007-2019).....	103
Şekil 14: İnovasyon ve Birleşenleri.....	105
Şekil 15: Sosyo-Ekonomik Hedefler (2021).....	111
Şekil 16: Ar-Ge Harcaması (Milyon Dolar) (2007-2020)	111
Şekil 17: Türkiye’de Patent Başvuru Sayısı Dağılımı (2007-2021).....	113
Şekil 18: Türkiye’de Patent Tescillerinin Yıllara Göre Dağılımı (2007-2021).....	114
Şekil 19: Türkiye’de Ar-Ge Personel Dağılımı (Sayı-TZE).....	115
Şekil 20: Türkiye Risk Primi (CDS, baz puan, 2008-2021)	120
Şekil 21: Türkiye’de GSYH ABD Doları ve GSYH Büyüme Oranı (%) (1990-2021)	122
Şekil 22: Türkiye’de Kişi Başına GSYH ABD Doları (1990-2021)	124
Şekil 23: Türkiye’de Ar-Ge İçin Yapılan Harcamaların GSYH İçindeki Payı % (1990-2021).....	126
Şekil 24: Türkiye’de Dış Ticaret ABD Doları (1990-2021).....	130
Şekil 25: Türkiye’de Dış Ticaret %GSYH (1990-2021)	132
Şekil 26: Türkiye’de İstihdam (1990-2021)	137
Şekil 27: Türkiye’de İşsizlik (1990-2021).....	139

Şekil 28: Ülkelere Göre Yapay Zeka İşe Alım Endeksi	146
Şekil 29: Türkiye’de Endüstriyel Robot Kurulumu	149



KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABB	: ASEA Brown Boveri
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Accenture	: Accent on the Future
AET	: Avrupa Ekonomik Topluluğu
Ar-Ge	: Araştırma-Geliştirme
AT	: Avrupa Topluluğu
Bacnet	: Building Automation and Control Networks (Bina Otomasyon Kontrol Ağı)
BCG	: Boston Consulting Group (Boston Danışmanlık Grubu)
BİR	: Bomba İmha Robotu
BİT	: Bilgi İletişim Teknolojileri
BT	: Bulut Teknolojisi
BSTB	: Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
3B model	: 3 Boyutlu Model
CPS	: Siber-Fiziksel Sistemler
2D, 3D	: 2 Boyutlu Yazıcı, 3 Boyutlu Yazıcı
DOS	: Disk Operating System (Disk İşletim Sistemi)
EBSO	: Ege Bölgesi Sanayi Odası
EndüstriyelIP	: Endüstriyel İnternet
fMRI	: Functional Magnetic Resonance İmaging (Manyetik Rezonans Görüntüleme)
FRIDA	: Friendly Robot for Industrial Dual-arm Assembly (Endüstriyel Çift Kollu Montaj İçin Dost Robot)
GM	: General Motors
GPRS	: General Packet Radio Service- Radyo Paketi Genel Servisi
GSM	: Global System for Mobile Communications (Küresel Mobil İletişim Sistemi)
GSYH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
ID VER	: Kimlik Ver

IOT, IoT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
IMD	: The International Institute for Management Development (Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü)
Infrared	: Kızıl ötesi
INSEAD	: Institut Européen d'Administration des Affaires (Avrupa İşletme Yönetimi Enstitüsü)
IPv6	: Endüstriyel IP
İHA	: İnsansız Hava Aracı
KOBİ	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
LPWAN	: Low Power Wide Area Network (Düşük Güçlü Geniş Alan Ağları)
ModBus	: Seri haberleşme protokolü
M.Ö.	: Milattan önce
M-Bus	: Meter-Bus
M2M	: Machine-to-Machine
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
M.Ö.	: Milattan Önce
NIH	: National Institutes of Health (Ulusal Sağlık Kurumu)
NFC	: Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)
NNMI	: National Network for Manufacturing Innovation (Ulusal İmalat İnovasyon Ağı)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PLC	: Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)
REF	: Rekabet Forumu
PwC	: Price Waterhouse Coopers
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekans Tanımlama)
SAP	: Systemanalyse und Programmentwicklung (Sistem, uygulama ve veri işlemleri)
SBB	: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
SİHA	: Silahlı İnsansız Hava Aracı

SWOT	: Güçlü ve Zayıf yönler, Fırsat ve Tehditler
Take-off	: Kalkış Dönemi
TİHA	: Taarruz İnsansız Hava Aracı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TZE	: Tam Zaman Eşdeğeri
kW	: Kilowatt
kWh	: KiloWattsaat
YZ	: Yapay zeka
ZG	: Zenginleştirilmiş gerçeklik
VSP	: Virtual Surgical Planning (Sanal Cerrahi Planlama)
vb.	: Ve benzeri
vd.	: Ve diğerleri
WEF	: World Economic Forum (Dünya Ekonomik Forumu)
WTO	: World Trade Organization (Dünya Ticaret Örgütü)
Wireless	: Kablosuz
Wifi	: Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlantı)
www	: World Wide Web (Dünya Çapında Ağ)

GİRİŞ

Endüstrileşme, on beşinci yüzyılı kapsayarak insanların düşünce özgürlüğüne vurgu yapan Reform ile Rönesans'ın, ekonomik değişimi neticesinde derinleşen bir süreci kapsamaktadır. 250 yıl önce İngiltere'de başlayan endüstrileşme süreci başladığı günden itibaren toplumlar, medeniyetler ve devletler üzerinde büyük etki yaratmıştır. İlgili devrimlerin oluşmasında yoksulluk, kriz, çevreye etki, gelir adaletsizliği, eşitsizlik vb. durumlar içerse de devrimi gerçekleştiren ülkeler uzun vadede gelişim sağlamıştır. Ayrıca, insanların değişen isteklerine hızlı cevap verebilmek ve sürekli değişen müşteri taleplerini karşılayabilmek için devrimler sürekli değişmiş, gelişmiş ve ivmeler kazanmıştır.

Tüm dünyada şirketler, fabrikalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, bireyler vb. arasında haberleşme ağı oluşturan hız, derinlik, genişlik gibi olgularla diğer teknolojilerden ayrılan Endüstri 4.0, gelişmenin ve büyümenin ana aktörü olmasıyla birlikte sunduğu avantajlara uyum sağlanması gereken bir süreçtir. İlgili devrimde, yeni teknolojilerin hız kazanmasıyla büyüme, verimlilik, işgücü, dış ticaret, yatırım, sanayi yapısı ve bireysel davranışlar üzerinde gerçekleşen etkiler artmaktadır. Endüstrileşme ile bilimsel çalışmalar, teknolojik gelişmeler, rekabet, inovasyon gibi etkenler ekonomik gelişmeyi etkileyerek ülkelerde ve endüstrilerde dönüşümün yaşanmasını sağlamaktadır. Bu dönüşümle rekabet avantajı kazanan ülkeler ekonomik güçlerini artırmaktadır.

Çalışmada, Türkiye'nin yıllar itibariyle Endüstri 4.0 gelişimi değerlendirildiği için Endüstri 4.0 kapsamında hazırlanan çalışmalara ve literatüre katkı sağlamak hedeflenmektedir. Çalışma konusunun seçiminde, Türkiye'de kullanılan yeni teknolojilerin uyarlanması, dönüşüme uyum ve Endüstri 4.0 düzeyi gibi konularda yapılan araştırma ve çalışma sayısının sınırlı olması etkili olmuştur. Araştırmanın amacı, Endüstri 4.0'ın Türkiye ekonomisine yansımalarını inceleyerek ülkemizin Endüstri 4.0 potansiyelini, makro ekonomik değişkenler üzerinde oluşturduğu etkiyi ve ön plana çıkan teknolojiyi değerlendirmektir. Buna ek olarak, Türkiye'nin Endüstri 4.0 yolunda etkili bir şekilde rekabet edebilmesi ve ekonomik yönden güçlenebilmesi amacıyla mevcut düzeyi incelenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmaya tez konusu ile ilgili literatür taraması yapılarak başlanılmıştır. İlgili alanda yayınlanan tez, makale, bildiri ve kitaba ilişkin yerli ve yabancı kaynaklar araştırılmış ve konu ile ilgili ekonomik göstergeler incelenmiştir. Çalışmanın sonunda bu devrimin Türkiye'ye yansımaları ile ilgili bulgular tablosu oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Endüstrileşme süreçlerinin anlamlandırılması için çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

İlk bölümde ilk üç endüstri devrimi kavramsal olarak ele alınmıştır. Bu kısım birinci endüstri devrimi (Endüstri 1.0), ikinci endüstri devrimi (Endüstri 2.0) ve üçüncü endüstri devrimi (Endüstri 3.0) için, ortaya çıkış ve gelişme, dönem araç ve teknoloji, sosyal hayata yansımalar olarak incelenmiştir. Endüstri 1.0'da süreç, 1765 yılında James Watt'ın buhar makinesi icadıyla başlamıştır. Daha sonra Endüstri 2.0, 1840-1870'li yıllarda başlayarak 1914-1950 yılına kadar sürmüştür. Bu devrimde Amerika Birleşik Devletleri (ABD) öncü iken İngiltere ve Almanya'da sürece katılmıştır. Ayrıca aynı dönemde demir- çelik, elektrik gibi önemli dönüşümler gerçekleşmiştir. Endüstri 3.0, 1960-1970 yılından başlayarak 2010 yılına kadar sürmüş, ABD, Çin, Japonya, Güney Kore, Almanya, İngiltere gibi ülkeler sürece uyum sağlamıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Endüstri 4.0, teknolojiler ve ülkeler üzerindeki etkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bunun yanı sıra Endüstri 4.0 kavramsal olarak değerlendirilerek, avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir. Endüstri 4.0, 2011 yılında Almanya'da Hannover fuarında ortaya çıkmasıyla birlikte ülkeler uyum sağlamak için adımlar atmıştır. Bu devrim, siber fiziksel sistemler (CPS) ve nesnelerin interneti (IOT) ile şekillenmiştir. Bunun yanı sıra, YZ, bulut bilişim, eklemeli üretim, büyük veri, akıllı fabrikalar, simülasyon, zenginleştirilmiş gerçeklik (ZG) ve endüstriyel robotlar incelenmiştir. Yeni teknolojiler ve değişecek olan yeni durumlarla ilgili geleceğe yönelik öngörülere yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, Türkiye'nin Endüstri 4.0 potansiyeli, dijital dönüşüm, rekabet ve inovasyon kabiliyeti ele alınmıştır. Ekonomik yansımalar ile ilgili makroekonomik göstergeler değerlendirilip yorumlanmıştır. Ardından gerekli önlemlerin alınması ile ilgili önerilerde bulunulmuştur. Büyüme ve verimlilik başlığı altında; gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) ve kişi başına GSYH'de yaşanan gelişmeler

yer almakta, Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının GSYH içindeki payı ile bu göstergeler desteklenmektedir. Dış ticaret başlığı altında ithalat, ihracat ve denge göstergelerine yer verilmiş, imalat sanayisindeki gelişmeler ve yeni teknolojilerin ihracatı yer almıştır. İşgücü başlığında ise, istihdam ve işsizlikte meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu başlık ile ortaya çıkan yeni teknolojilerle oluşan işsizlik ve gerçekleşen işe alım oranı yer almaktadır. Türkiye için Endüstri 4.0 başlığında, ölkemizin yeni teknolojilere uyumu için gerekli önerilerde bulunulmakta, ölkede kullanılan yeni teknolojiler ve kazanımlar değerlendirilmektedir. Son olarak, Endüstri 4.0'ın Türkiye ekonomisine etkilerini değerlendirmek amacıyla Türkiye'nin Endüstri 4.0 SWOT analizi yapılmıştır.



1. BÖLÜM

ENDÜSTRİLEŞMEDE TARİHSEL SÜREÇ VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Günümüzde tarım ve endüstri uygarlığı birbiriyle iç içe teknoloji ile ortak çalışmaktadır. Tarım ve endüstriden sonra ortaya çıkan teknoloji tarihi de taş aletlerden yararlanılarak başlamıştır. Teknoloji tarihi dört bölümde incelenmiştir: Eski Taş Çağı, başlangıcı 2,5 milyon yıl önceye dayanmaktadır. Yeni Taş Çağı, başlangıcı milattan önce (M.Ö.) 9000 yıllını işaret etmektedir. Tarım uygarlığı, sabanın icat edilmesiyle M.Ö. dördüncü bin yılda başlamıştır. Endüstri uygarlığı ise 250 yıl önce gerçekleşmiştir (Günay, 2001, ss. 4-5). Dolayısıyla bu sürecin ilk olarak üretimde dijital teknolojiler aracılığıyla günümüze kadar geldiği açıklanmaktadır. Son endüstri devrimi ile zihinsel güç teknolojiye aktarılarak gerçekleşmiştir.

Endüstrileşme, on beşinci yüzyılı kapsayan bireylerin düşünce özgürlüğüne odaklanan Reform ile Rönesans'ın, ekonomik değişimi neticesinde derinleşen bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanlar köy veya toprağa bağlı olmayıp, verilenlerle yetinemez duruma gelmiştir. Endüstrileşme insanları feodal sistemden kapitalist sistemin işgücü durumuna getirmiştir. İşgücü, fabrika sisteminde uzmanlaşmış, belirli gün ve saat aralığında bir ücret için çalışan, çalışma şartlarının düzenlenmesi için sendikalar aracılığıyla örgütlenmiştir (Akagündüz, 2016, s. 427).

İktisat tarihçilerine göre, Endüstri Devrimi on altıncı yüzyılda coğrafi büyüme neticesinde dünya ticaretinde modern çağın başlamasıyla ilişkilendirilmiştir. Bilimdeki gelişmeler, bilgi birikiminin sanayi makineleri ile iş organizasyonlarına uyarlanması ile ekonomide verimlilik sağlanmıştır. Toplumsal davranışlardaki köklü değişimler, iktisadi gelişmelerin hukuki, toplumsal ve çevresel maddi gelişmelerini desteklemiş ya da engellemiştir (Güran, 2013, s. 125).

1. BİRİNCİ ENDÜSTRİ DEVRİMİ

Bu bölümde endüstri sürecinin ilk üç aşaması incelenecektir. Endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimi çerçevesinde ortaya çıkışı, araç ve teknolojisi, sosyal boyutu ele alınacaktır. Bunun yanı sıra ekonomik olarak etkiler bölümlerin içinde verilecektir. Her bir devrim bir diğerinin habercisidir. Endüstri devrimleri siyasi, sosyal, ekonomik, teknolojik, eğitim vb. birçok yönden hayatımızı etkileyip yaşam kalitemizde de artış meydana getirmiştir.

1.2.Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Milattan önce 8000 yılında Tarım Devrimi gerçekleşmiş ve en önemli unsuru toprak sermayesi olmuştur. Sonraki yıllarda üretim, ulaşım, insan ve hayvanın kol gücü ve akabinde gelişmiş aletlerle sürdürülmüştür. Tarım toplumunda üretim evler ve el tezgahlarında yapılırken sanayileşmeden sonra (1765 yılı itibarıyla) üretim fabrikalara kaymış, hem yeni teknolojileri ve yeni üretim olanaklarını hem de yeni yaşam biçimlerini ortaya çıkarmıştır (Günay, 2002, s. 8). Bu dönemde ulaşım hizmetlerinin gelişmesini, hammadde veya malların fiyatlarındaki düşüş ticaretin gelişmesini ve dolayısıyla ilk endüstri devriminin yaygınlaşmasını sağlamıştır (Işık, 2009, s. 2).

Tarihte ilk sosyal devrim tarımda gerçekleşmiş ve bu süreci Sanayi Devrimi izlemiştir (Bulut ve Akçacı, 2017, s. 52). İlk olarak bu devrim 18. yüzyılın ikinci yarısında İngiltere’de ortaya çıkmıştır (Tunzelmann, 2003, s. 370). Hobsbawm İngiliz endüstri devriminin global dünya için en belirgin değişim olduğundan bahsetmiştir. O döneme ilişkin Standhal şöyle söylemiştir. “1785 yılından sonra büyük bir değişim gerçekleşti. Global dünyada 200 yıl zaman aralığında, gelenek, düşünce ve inançta şimdiye kadar bu derece etkili büyüklükte devrim yaşanmadı” (Bülbül, 2008, s. 29). Büyük devrimin başlangıcından söz etmek gerekirse, James Watt’ın buhar makinesi icadı ile insanlık için büyük bir dönüşüm olan ve insanlığın ekonomik gelişiminde büyük bir değişim yaratmasıyla gerçekleşmiştir (Günay ve Çalık, 2019, s. 5). Buhar gücünün yaygınlaşmasıyla, odun ve bio-yakıt devrinin kapanıp kömür devrinin açılmasıyla makine kullanımı başlamıştır (Efeoğlu ve Bozkurt, 2018, s. 291).

18. yüzyılın sonu ve 19. yüzyılın başında gerçekleşen dönem birinci endüstri devrimi olarak adlandırılmaktadır. Sanayileşmeyle birlikte üretimde fabrika ve makineleşmeye geçilmiştir. Dolayısıyla sanayileşme öncesinde ekonomik büyüme oranları düşük seyrederken bu süreçlerle büyüme oranları yükselmiş ve sürekli modern büyüme dönemine geçiş yaşanmıştır. Batı ülkelerinde refah seviyesinde artış yaşanırken, nüfus alanlarında gelişmeler sağlanmıştır (Güran, 2013, s. 126). Endüstri devriminin ortaya çıkmasına neden olan iki teori bulunmaktadır: İlki toplumsal değişim teorisi; bu devrim bireyler arasında oluşan iktisadi işlem yöntemlerinin dönüşümü olarak ifade edilmektedir. Mal ve üretim faktörlerinde rekabetçi ve bireysel olmayan piyasaların oluşması bu teori ile açıklanmaktadır. İkincisi ise sınai organizasyon teorisi; firma istihdamını ve dolayısıyla fabrika düzenini oluşturmuştur. Ana faktör, üretimin idaresi ve tetkik edilmesi, emek gücünün bir yerde toplandığı, düzenlendiği ve kalite kontrolünün tamamlandığı sınai değirmenleri, maden ve demiryolunu doğurmuştur (Bülbul, 2008, ss. 31-32).

Avrupa’da ilerleyen sanayi teknolojisi, imalatla insanları, rüzgarı, hayvanı, su gücünü ve buhar gücünü kullanmıştır. İlk kez maden ocaklarındaki suyu dışarıya boşaltmak için yararlanmıştır. Endüstri devrimi için Fransızlar ve Almanlar katkıda bulunmuş ancak İngilizler daha çok ilk çalışmaları yaptığı için devrim İngiltere’de başlamıştır (Özilgen, 2009, s. 104). 16. ve 17. yüzyıldaki ticari gelişmeler dünyada yeni pazarların oluşmasına, eski üretim şeklinin bırakılarak kapitalist üretimin ortaya çıkmasına ve mevcut olan kapitalist üretim şekli üzerinde oluşmuştur. Endüstri devrimine neden olan ticaret değil, ticareti köklü olarak değişime iten endüstri olmaktadır (Marx ve Engels, 1977, ss. 170-171).

İngiltere’de 1688’de Hollanda’ya oranla daha fazla sanayi kaynakları mevcuttu, Fransa ise daha fazla gemiye sahip olduğu için pamuk sanayi, demir, kömür teknolojileri, buhar gemileri gibi faktörleri bir araya getirecek durumda olan tek ülke İngiltere olmuştur. Amerika’nın zengin yeraltı kaynakları, verimli toprakları, iyi bir iç pazarı ve ticaret üstünlüğü bulunmaktadır. Amerika bu üstün gelişmelerden dolayı sanayide yeterli düzeyde enerji ve kaynaktan yararlanamayacak kadar büyük bir güce sahip olmuştur (Rostow, 1966, s. 31). Amerika üstün gücünden dolayı endüstrileşmeyi başlatamamıştır. Bu durum ilk endüstri devriminin ABD’de başlamamasının nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

İngiltere Manchester’da el tezgahında çalışan 40.000 işçi bulunuyordu. Buhar makinesinin yaygınlaşmasıyla iş bulmaları zorlaşan ve maaşları düşen çalışanlar buhar makinesini ortadan kaldırmaya çalışmıştır. 72 çalışan kişi 1812’de buhar makinesinin zarar görmesinden dolayı yargılanmıştır. Manchester’da dokuma atölyesi 1853’te 108’e ulaşmış ve şehir “Cottonopolis, Pamuk Şehri” olarak tanınmaya başlamıştır (Özilgen, 2009, s. 312). Almanya’nın 17. ve 18. yüzyıllar arasında endüstri faaliyetlerinde bulunmamasının nedeni, serfliğin¹ tekrar yaygınlaşması olarak gösterilmektedir. İlk olarak, manüfaktürlere uygun olmayan, tersine bir iş kolunda loncalar içerisinde yaygınlaşması şeklinde gerçekleşmektedir. İngiltere’de loncaları kabul etmeyenler kırsal yerlere göç faaliyetlerinde bulunmuştur (Marx ve Engels, 1977, ss. 268-269). Bu durum Almanya’da ilk endüstri devriminin gerçekleşmemesinin nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Endüstriyel devrimden önce ekonomik yapı tarım ve hayvancılık ile yapılmakta ve marangozluk, dokumacılık, demircilik gibi meslekler esnaf ve zanaatkarlarca çalıştırılan tezgahlarda yapılmaktadır. Buhar makinesi ile başlayan endüstrileşme sürecinde toprak, tarım ve kol gücüne dayalı ekonomi yerini makine ve seri üretime dayalı ekonomik yapıya bırakmıştır (SIEMENS, 2015, s. 5). Endüstri devrimi başlangıçta makine üretimi ile ekonomiyi ele geçiren teknik icatların ortaya çıkmasıyla birer birer kendini göstermiş ve endüstri ürünlerinin sayıları artmıştır. Bunun sonuncunda büyük kazançlar elde ettiği halde ekonomik bunalımla karşılaştığı için yeni ürünler bu duruma karşı koyamayarak ezilmiştir (Freyer, 2014, s. 54). Daha sonra bazı maddelere olan talebin artmasından dolayı verimlilikte artış yaşanmış, piyasaya dönük üretim şekli benimsenmiştir (Hobsbawm, 2003a, s. 30).

Üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri de ticari devrimdir. Endüstri devriminin ticari devrimden ortaya çıktığı belirtilmektedir. 17. ve 18. yüzyıllarda ticarete büyük gelişmeler yaşanmıştır. 18. yüzyılda istatistikçi olan Michael G. Mulhall tarafından geliştirilen dünya ticareti tablosunun ilk istatistik tablo olduğu bilinmektedir. Bu tablo 1720-1800’lü yıllar arasında ticaretteki genişlemeyi göstermektedir. Gelişen ticaretle birlikte sanayinin türü de yeni bir üretim fonksiyonu geliştirmekten geçmekte ve genişleme ancak tüm teknoloji ile

¹ Orta Çağ’da Avrupa’da, miras yoluyla kendisine verilen kiralık arazide toprak sahibi için çalışan köylüdür.

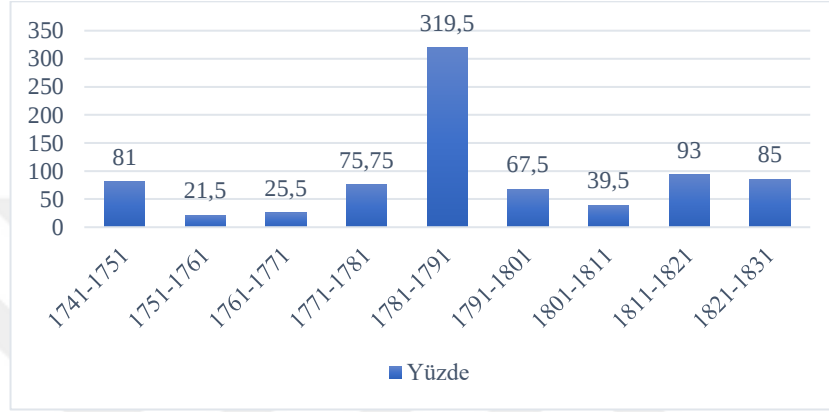
yapılmaktadır. Endüstrileşmenin türü yeni üretim fonksiyonları ile ilişkilidir ancak ticaretin genişlemesi ile bir bağlantısı bulunmamaktadır (Rostow, 1970, s. 259).

J. A. Schumpeter tarafından “Kapitalizm, Sosyalizm ve Demokrasi” adlı yaratıcı yıkım çalışmasına göre, kapitalist sistemi çalıştıran veya çalışmasını sağlayan; yeni tüketim maddeleri, yeni imalat yöntemleri, yeni ulaşım yöntemleri, yeni pazarlar, yeni sınai örgütlenme türleridir ve tüm bunlar kapitalist girişim aracılığıyla oluşturulmuştur. Yeni ulusal piyasaların veya dış piyasaların genişlemesi; el tezgahları atölyesinden, büyük işletmelere kayması, kapitalist modele ara vermeden, yorulmadan içinden bir devrim, yenilenme tarzı yaratmakta; tüm bu ögeler sürekli bir şekilde eski etkenleri bulundurmamakta, yenilerini oluşturmaktadır. Bu ‘Yaratıcı Yıkım Gelişimi’ kapitalizmin esasını oluşturmaktadır. Dolayısıyla bütün kapitalist girişim erken ya da geç bu düzene uyum sağlamak durumundadır (Günay ve Çalık, 2019, s. 6). İlk endüstri devriminin başlamasıyla birlikte yeni kapitalist üretim, kısa zaman içerisinde birçok çelişki ile dolu olsa da hem sermayenin birkaç elde toplanmasına hem de varlıksız yığınların büyük şehirlerde yaygınlaşmasına neden olmuştur (Marx ve Engels, 1977, s. 205).

Sanayileşmenin ilk yıllarında, nüfus artışından dolayı üretim ve ticaret de artmıştır. Ormanlık ve verimsiz topraklar, tepeler ve bataklıklar ekilmiştir; endüstri ürünlerinin yaygınlaşmasıyla köy ve kasabalar büyümeye başlamıştır. Savaş, anlaşmazlık, korsanlık, ordu, silahlı çeteler, yeni zenginler nüfusla birlikte artmıştır. Büyüme, sanayileşme ve popülasyon artış hızı aynı oranda büyümüştür (Duran, 2002, s. 156). Bunun yanında endüstrileşmenin ilk yıllarında su mekanik enerjisinin en önemli unsuru olmuştur. Bu nedenle endüstriler, su kaynaklarının yoğun olduğu bölgelerde toplanmıştır. İngiltere’nin yağış rejimi düzenli, iyi yağış almakta ve enerji çarklarını döndürmeye yetmektedir (Ongun, 2009, s. 3). Yukarıdaki açıklamadan da anlaşılacağı gibi teknoloji ve endüstrileşme faaliyetlerine en uygun ülke olarak yine İngiltere karşımıza çıkmaktadır. İngiltere birçok yönüyle bu süreçte en uygun konumda yer almaktadır. Endüstri çağının başlangıcını anlaşılır hale getiren yeni yöntemleri, topraktan çıkabilecek enerjileri aramak ve onları dışarı çıkarmaktır. Özellikle toprakta bulunan enerji birikimi kullanılmıştır. Endüstrileşmenin başlamasındaki en belirgin özellik olarak yapılan kazı çalışmalarında topraktan kömür çıkarılmıştır. Dünya’nın ekonomik ve politik yapısını belirleyen en önemli

etkenler; kömür elde etmek, petrol elde etmek, su kuvvetini elektriğe dönüştürerek kullanmak gibi faktörler işlenme ile mümkün olmaktadır (Freyer, 2014, s.39). Endüstri devriminin en önemli buluşlarından biri olan eğirme makinesiyle pamuk üretiminde önemli artışlar yaşanmıştır. Şekil 1’de on yıllık zaman diliminde pamuk ithalatının artış hızı grafik aracılığıyla verilmektedir.

Şekil 1: 1741-1831 Arasında On Yıl Aralığında Pamuk İthalatının Artış Hızı



Kaynak: Rostow, 1966, s. 50

1741-1751 yılları arasında fabrikasyon düşük seviyede gerçekleşirken önemli bir gelişme yaşanmış ve bu gelişmenin ardından artış hızı belli seviyelerde gerçekleşmiştir. 1771-1781 yıllarında eğirme makinesinin icat edilmesiyle pamuk ithalat hızında muazzam bir artış olmuş %320 seviyesine ulaşmıştır. Bu gelişmenin ardından iplik bükme makinesi icat edilmiş ve ilk yıllardan günümüze kadar ılımlı bir şekilde önceki yıllara göre ithalat hızı daha yüksek ve düzenli bir artış göstermiştir. Ülkenin gereksinimlerini karşılayacak düzeyde pamuklu dokuma sanayinin kurulmasıyla kendine yetebilen bir düzen kurulmuştur. İlk sanayileşmede hakim olan pamuk sektörü Şekil 1’de yer almaktadır (Rostow, 1966, s. 50). Dolayısıyla Endüstri 1.0’ın en etkileyici örneği ise, üretimin niceliksel bir artış göstermesidir. Bunun devamında mekanik kuvvet, girdi mal, ürün, ulaştırma, üretilmiş malları satın alacak bireyler, bu malları satışını gerçekleştirecek bireyler ve sermayesi artan, daha fazla insan çalıştıran makro boyuttaki firmalar ortaya çıkmıştır. Konvansiyonel üretimin yerini ucuz ve kaliteli ürünler alırken bu ürünler fabrikalarda üretilmeye başlamıştır (Öcal ve Altıntaş, 2018, s. 2071).

İnsanlar üretici konumuna geçtiğinden beri nüfusta artış, ekonomik büyümede güçlü bir hızlanma, devlet işleyişinin ortaya çıkması, teknolojideki gelişme, kentleşme ve ticaretle gelişmeler yaşanmıştır (Taş, 2018, s. 1821). 18. yüzyılda iktisat tarihçileri büyümenin şiddetini açıklamak için şu faktörlerden yararlanmıştır (Bülbül, 2008, s. 31):

- Pazar genişlemesi,
- Serbest piyasa ekonomisi,
- Demirin işlenmemiş hali, çeşitli mineraller,
- Tasarrufların artması, faiz oranlarının düşmesi ve yatırımların artması,
- Yeni teknolojiler ile ziraat ve endüstrinin organizasyondaki dönüşümlere, yüksek oranda üretim ve yüksek iş bölümü neden olmaktadır.

19. yüzyılda Yeni Zelanda, Amerika'nın güneyi ve Japonya'da yün, pamuk, ipek üretiminde, Ortadoğu'da petrol üretiminde, Amerika'da bazı bölgelerde, Avustralya ve Alaska'da ise altın üretiminde artış yaşanmıştır. Sanayinin gelişimi uzun zaman alırken akabinde büyük sermayeye gereksinim duyulabilmekte ve bunlar beslenirken de nüfus artışından yararlanılmıştır (Rostow, 1966, s. 20). Bu yenilikler teknolojik gelişmelerin, yeni fikirlerini uygulamaya çalışan girişimcilerin ve iş insanlarının öncülüğünde gerçekleşmiştir (Acemoğlu ve Robinson, 2014, s. 37) .

Gelir dağılımı adaletsizliği, işçi sorunları, çalışma saatlerinin yoğunluğu, şehirlerdeki yoksulluk, yeni suç şekillerinin oluşması polis kavramını ortaya çıkarmıştır. Endüstrileşmenin şehirlerde toplanmasıyla kentlere ve ülkelere göçler başlamıştır. ABD endüstrilerde işgücü ihtiyacını göçmenlerden karşılayarak, Amerikan vatandaşlığı kavramını ortaya çıkarmıştır. Batı'nın düşünsel, ekonomik, toplumsal olarak farklılaşmasıyla ve endüstrileşmeyle kendini geliştirmiştir. 19. yüzyıldan sonra Batı ülkeleri kendilerini gelişen, diğerlerini ise geride kalmış olarak nitelendirmiştir (Akagündüz, 2016, s. 429). Sanayileşmiş toplumlarda iş bölümünün olumsuz yönü, işçide yabancılaşma olmuştur. Samuelson şöyle söylemiştir; “Uzmanlaşmanın birtakım bedelleri bulunmaktadır. Acımasız yazmanlar ve ast-üst ilişkisinden oluşan işçiler toplumsal tanımazlık oluşturduğu gibi insani değerleri de görmezden gelmiştir” (Toffler, 1991, s. 43).

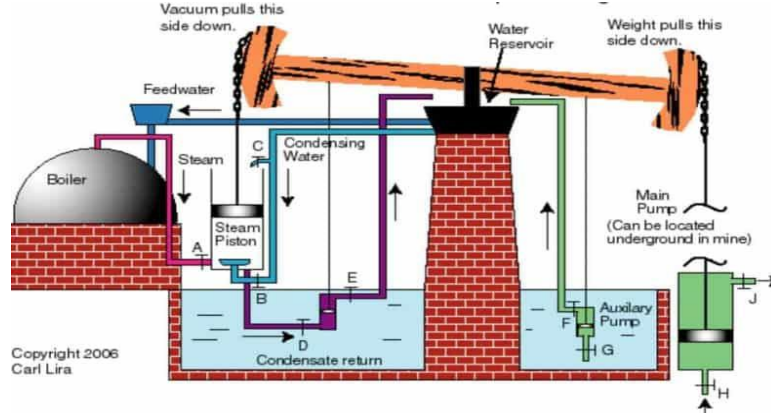
1.2.Dönem Araçları ve Teknolojisi

Alman iktisatçı Friedrich List endüstri devrimiyle eğitimin bağlantılı olduğunu söylemiştir: “*İmalat sanayide fizik, kimya, matematik, makine ya da tasarımıyla ilgili olmayan bir durum çok az görülmektedir. Herhangi bir gelişme, keşif ve buluşlar bu disiplinler olmadığı takdirde gerçekleşmediği gibi, ürünler bazında gelişme ve değişimler sağlanamamaktadır. Bu nedenle endüstrileşmiş ülkelerde bilim ve zanaatın genişlemesi gerekmektedir*” demiştir (Bülbül, 2008, s. 45).

İngiltere’de endüstriyel devrim açık bir şekilde yaşanmıştır. Dönemin teknolojisi olarak buhar gücü, taşımacılık ve tekstil üretiminde teknolojik değişimler yaşanmış ve toplam gelirde büyük bir artış olmasına rağmen birçok insan makineleşmeyi reddetmiştir. Ekonominin büyüme eğiliminde olması ve teknolojik gelişmeler neticesinde Joseph Schumpeter’in ifadesiyle “yaratıcı yıkım” getirmiştir (Acemoğlu ve Robinson, 2014, s. 84). Tekstil sanayinde işçi olarak çalışan *John Kay* 1733 yılında icat ettiği ‘uçan mekik’ adlı düzenek ile dokuma makinesinin hızını artırmıştır. Dokuma tezgahının hızındaki artış ipliğe olan gereksinimi de artırmıştır. Akabinde *James Watt*’ın 1765 ‘te icat ettiği buhar makinesini, *Hargreaves* 1766’da ‘iplik eğirme makinesini’, *Richard Arkwright*, 1769’da ‘eğirme tezgahını’, *Samuel Crompton* ‘eğirme katırı’ makinesini icat etmiştir. Bu gelişmeler ışığında dokuma sanayisinde yaşanan hızlı bir yükselme ile dokuma sektöründe İngiltere öncü sektör olmuştur. *Trevithick* 1802’ de yüksek basınçlı buhar makinelerinin geliştirilmesi ile gemi ve tren gibi araçlarda buhar gücü kullanılmıştır (Günay, 2002, ss. 5-6).

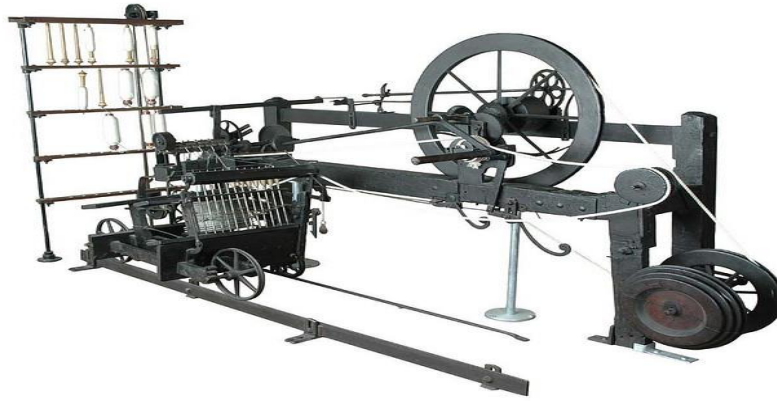
Şekil 2’de buhar makinesi görseli, Şekil 3’te ise iplik eğirme makinesi görseli yer almaktadır.

Şekil 2: Buhar Makinesi



Kaynakça: Durmaz, 2019

Şekil 3: İplik Eğirme Makinesi



Kaynak: Durak, 2012

Gelişen teknolojilerin verimliliği ile el işçiliğinin verimliliği arasındaki ilişki 4'e 1 şeklinde olmaktadır. İngiltere'de 1840 yılında nüfus 30 milyonu aşmış ve üretici kesim 6 milyon olarak kayıtlara geçmiştir. Ancak teknolojik gelişmenin verimliliği 650 milyon olmasının yanı sıra nüfusa oranına bakıldığında 21'e 1, işgücü verimliliği ise 108'e 1 olarak gerçekleşmiştir (Özgür, 1976, s. 14). Bunun yanında dokuma üretiminde gayri safi değer görece olarak önemsiz bir durumda ve yapılan tahminlere göre 1760'lı yılların ilk yarısında yıllık satışların 600 bin sterlin olduğu tahmin edilmiştir. Dönemin ihracatı yıllık 200 bin sterlinden fazla, yün kumaşlar ise 5,5 milyon sterlin olarak gerçekleşmiştir. Kay tarafından 1750-60 yılları arasında pamuk dokumacıları ile uçan mekik icadı kullanılmaya başlanılmıştır. Paul ise 1748 yılında tarama makinesi patentini almıştır (Deane, 1988, s. 77).

18. yüzyılda mevcut talep dışında yeni pazarlar oluştuğu ve maliyetler düştüğü için makineleşmiş fabrika sistemi kurulmuştur. İngiltere’de inşaat malzemesi ve ev eşyalarında kullanılan çivi, makas, kap kaçak, bıçak vb. üretimini yapan küçük çaplı sanayiler, bu dönemde gelişmiş fakat mevcut pazarda bir işlem olmaktan ileri geçememiştir (Hobsbawm, 2003b, s. 41).

Endüstri devriminden itibaren büyüme sürdürülebilir bir büyüklükte gerçekleşmiştir. Bu en önemli değişimdir. Büyümenin üretimle birlikte ne derecede teknolojik enformasyon artışına etki ettiği ve hangi düzeyde ticari kazançları etkilediğini anlamak gerekmektedir. Demir ve tekstil üretiminin gerçekleştirilmesinde önemli rol oynayan buluşlar ve yenilikler endüstri devriminin merkezi durumunda olmuştur (Bülbül, 2008, s. 36). Demir sanayisi ile birlikte gelişen yenilikler 19. yüzyılda endüstrileri etkileyen buluş 1828’de Nielsen tarafından oluşturulmuştur. Körükte yararlanılan havanın ısıtılması kömür tüketiminin düşmesine ve üretimin büyük oranda artmasını sağlamıştır. Kısa bir süre sonra sıcak hava basıncından yararlanılmıştır. Bununla birlikte olumlu gelişmeler yaşanmıştır: yakıt kullanımında tasarruf edilirken, sıcak hava basıncı kullanılmadan önce eritimi gerçekleştirilemeyen İskoç demiri ekonomik olarak değerlendirilmiş ve ham kömür kullanılmaya başlanmıştır (Deane, 1988, s. 99). Ziraat, enerji ve tekstil sanayisi gibi ekonominin önemli kaynakları 18. yüzyıldan endüstri devrimine kadar değişim yaşamamıştır. 19. yüzyılda ilerlemenin yaşandığı iş bölümü demirin kullanılmasıyla yaygınlaşmaya başlamıştır. (Gimpel, 2014, ss. 227-228).

1.3.Sosyal Hayata Yansımalar

Toplum birinci endüstri devrimi sürecine alışmaya çalışmıştır. Daha önce sanayi ile ilgili ufak çaplı gelişmeler olsa da endüstri dönemi gibi kapsamlı olmamıştır. Dolayısıyla endüstri devriminden önce Tarım Devrimi diye adlandırılan bir devrimi yaşayanlar ekim, dikim, ticaret gibi tarımın getirdiği faaliyetleri yürütmüştür. İnsanların bu denli bir devrime ayak uydurması pek kolay olmamıştır. Endüstri devrimi öncesinde insan emeği kullanılırken yerini insanlardan daha üstün performans ve hızlı bir üretim gerçekleştiren makineler almaya başlamıştır. Tarım devriminin bitmesine neden olan endüstri devrimi insanları ekonomi, teknoloji, bilimsel alanlarda etkilediği gibi, toplumsal ve politik alanlarda da farklı dönüşümler

meydana getirmiştir. Endüstrileşmenin şehirleşme kültürünü ortaya çıkarmasıyla ekonomik ve sosyal olarak farklı birçok getirisi olmuş, sosyal ve kültürel hayatta yozlaşmalar meydana gelmiştir (Özdemir, 2011, ss. 87-88). Bu yozlaşmayı reddedenler yani ülkeler ve toplumlar ilerlemeye karşı olanlar da mevcuttur. Bunların teknolojik büyüme ile ilişkisi bulunmamaktadır. “İdeal dünya” düşüncesine uyum sağlayamayanlar da bulunmaktadır. Bunlar teknolojik ilerlemeye karşı çıkmış ve kırsal hayatın ideal olduğunu savunmuştur. Yaşanan bunalımlar insanları sanayi üzeri toplumlara itmiştir (Toffler, 1991, s. 87). Endüstri 1.0 dünyanın “ufak ve birbiriyle entegre” olan ilk ve önemli gelişmesi olmuştur (Taş, 2018, s. 1821).

Endüstriyel üretim ve GSYH’deki yavaş büyümeyi gösteren yeni istatistikler oluşturulmuştur. Verimlilik yavaş yavaş artmıştır; sabit sermaye oranları, tasarruf ve yatırımlar yavaş yavaş değişmiş; işçilerin hayat standartları ve kişisel harcamaları 1830’dan önce büyük oranda değişmiştir (Berg ve Hudson, 1992, s. 24). Üretimde yaşanan olumlu değişimler, ekonomik ve sosyal yapıyı etkilediği gibi nüfusu, yaşam kalitesini ve yaşam süresini de artırmıştır (EBSO, 2015, s. 4). Endüstri devrimi ile birlikte nüfus artışı ekonomik gelişmenin önüne geçmemiştir. Dolayısıyla bu yönüyle devrimin ekonomik büyümeye katkıda bulunduğu görülmektedir. Endüstrileşmenin bir diğer özelliği ise üretim miktarını artırması olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha yoğun mekanik güce ihtiyaç duyularak, hammadde temini, üretimi yapılan mal, ulaşım, endüstri ve ticaret süreçlerinin takibini yapan katipler, tüketici ve satıcı sayısında büyük artış, büyük sermaye sahibi kişiler ve daha fazla işçi alımı yapan firmalar bu dönemde karşımıza çıkmaktadır (Küçükkalay, 1997, ss. 52-53).

Sanayileşmenin ilk yıllarında üretim biçimi özellikle ev içi dokuma şeklinde gerçekleşmiştir. Yün veya pamuklu ürünlerle uğraşan kişiler evlerinde iş yapmış, kadın ve çocuklar pamuğu önce toplamış daha sonra temizlemiş ve eğirmiş; erkekler ise dokumuştur. Çivi yapımı ve madeni eşya yapımında çalışanlar evlerine yakın derme çatma yerlerde çalışarak hayatlarını devam ettirmiştir. 18. yüzyılın ilk yarısında bir yazar, İngiliz yünlü dokuma endüstrisinde 1 milyon kişinin işgücüne katıldığını söylemiştir (Deane, 1988, s. 12). Devrimin toplumsal boyutta çeşitli değişimler yarattığı görülmektedir. Toplumda evlenme ve boşanma olaylarında farklılıklar yaşanmış, modern toplumda değişimler meydana gelmiştir. Çalışma şartlarının iyi olmaması sebebiyle, bu şartların daha iyi hale getirilmesi 18. yüzyılın

bitimine uzamıştır. Sanayi bölgelerine doğru yoğun bir göç başlamış, bu yerlerde yoğun nüfus birikimi oluşmuştur. Yoğun çalışma saatleri nedeniyle 1802’de bedensel sağlığı içeren yasa onaylanmıştır (Öztuna, 2017, ss. 22-23). Ayrıca sanayileşme ile gelen yeni teknolojiler üretimi değiştirirken aynı zamanda yaşam biçimlerinin değişmesine neden olmuştur. Konut ve işyerleri birbirinden ayrılırken sanayideki kitlesel üretim kent yaşamını etkilemiş ve sanayileşme ile kentlerde insan yoğunluğu artmıştır. Sosyolojik yapıda dönüşüm geniş aileden çekirdek aileye kaymış, eğitim kuruluşları fabrika sisteminden etkilenmiştir. Aristokratlar yerine sermaye sahibi olan burjuvaziler toplumun elit ve itibarlı kesimi olarak ortaya çıkmış, toplum yapısı, norm ve tutumlar değişmiştir (Günay, 2002, s. 8).

Endüstrileşme sürecinde özgürlük, insan hakları ve eşitlik kavramlarının geniş kitlelere yayılmasıyla insanlar kişilik edinmeye, kendine güven, sosyal hayatın içine kendilerini koymaya konumlanmıştır. Bu süreç, kişinin kendini bulması olarak adlandırılabilir ve tarım toplumunda sadece elit kesimin eğitilmesine yönelik politikada değişime uğramıştır. Yeni eğitim politikaları ile makinelerin aktif olduğu, fabrika sayısı ve vasıflı çalışan sayısı artışına önem verilmiştir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016, ss. 58-59). Dolayısıyla eğitimde değişimler sağlanmış fen bilimlerinin ve bilimsel araştırmaların hız kazanmasıyla patent sayılarında hızlı bir artış yaşanmıştır. Sanayi devrimi aynı zamanda sanayi toplumunu ortaya çıkarmıştır. Milyonlarca insanın sanayi bölgelerine göç etmesi ile kentleşme hız kazanmış bu nedenle sosyal, ekonomik getiriler sağlarken, sosyal ve kültürel hayatta birçok yapı değişime uğramıştır (Özdemir, 2011, ss. 87-88).

Bu devrimin getirdiği toplumsal etkiler, şehirleşme ve teknoloji hızlı bir şekilde büyümüş ve bu dönemde ölüm oranlarının yüzde 50’si salgın hastalıklardan kaynaklanmıştır. Kirliliğin, cahilliğin, beslenme koşullarının iyi olmadığı ve yoğun kalabalığın doğurduğu çocuk hastalıkları nedeniyle bu şehirlerde birçok çocuk 5 yaşına ulaşmadan hayatını kaybetmiştir. Şehirlerde temizlik koşulları sağlık sektöründe büyük bir tehdit oluşturmıştır. O yıllarda küçük su sızıntısı ile yıkanmaya çalışan insanlar dikkat çekmiştir (Deane, 1988, s. 231).

Devrim batılı yaşam biçimini de derinden etkilerken, dünyada ilk kez nüfus artışı ve yaşam standartlarında yükseliş birlikte meydana gelmiştir. Dolayısıyla endüstrileşme ile nüfus artışı ekonomik büyümeyi durdurmamıştır. Bu nedenle endüstri devrimi ekonomik büyüme örneği olarak değerlendirilmiştir (Öcal ve Altıntaş, 2018, ss. 2070-2071). Toplumsal düzen insana bazı görevler ve haklar yüklemiş, insana iç düzen ve huzur sağlamış, insana toplumsal düzende bir anlam yüklenmiş ve yaşamını sürdürmek için yardımcı olmuştur. Diğer toplumsal biçimler vardır ancak bu konuların üstesinden gelememiştir. Bunlar bireyi amaca giden bir araç olarak belirli bir görev üstlenen, hatasız işleyen makinede tekerlek olarak değerlendirmiştir (Freyer, 2014, s. 68).

Makineleşmenin artmasıyla işsiz bırakılan ve düşük ücreti kabul etmek zorunda kalan zanaatçılar makineleşmeye karşı çıkmışlardır. 18. yüzyılda dokuma tezgahının ortadan kaldırılmasına öncü olan *Ned Ludd*'dan adını alan *Luddit hareket*, 1811'de İngiltere'de Nottingham yöresinde dokuma sektöründe başlayıp diğer endüstri bölgelerini de etkilemiştir. Makine kırıcılarının hareketi şiddet kullanılarak kontrol altına alınmaya çalışılmış ve harekete öncülük eden birçok isim idam edilmiştir (Günay, 2002, s. 13). ABD'de 1812'den 1830'lara kadar devam eden kadın ve çocukların, üretimde bulunan işgücü oranı %10'dan %40'a yükselmiştir. Daha maliyetli ve nitelikli erkek işgücünü dağıtmak için özel tasarlanmış yeni büyük ölçekli teknolojiler ve iş bölümleri ile ilişkilendirilmiştir (Berg ve Hudson, 1992, s. 23).

2. İKİNCİ SANAYİ DEVRİMİ

Bu kısımda endüstri sürecinin ikinci aşaması incelenecektir. Endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimi çerçevesinde ortaya çıkışı, araç ve teknolojisi, sosyal boyutu ele alınmaktadır. Bununla birlikte ekonomik olarak etkiler bölümlerin içerisinde yer almaktadır. İkinci endüstri devrimi Endüstri 1.0'ın devamında gerçekleşmiştir.

2.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

İkinci endüstri devrimi (Endüstri 2.0), 19. yüzyılın sonuna doğru Almanya’da özellikle de Amerika’da ortaya çıkmıştır (Tunzelmann, 2003, s. 370). Endüstri 2.0, 1870-1914 yıllarını kapsamaktadır (50MINUTES, 2017, s. 26). Bu devrim, seri üretim ve buharın kimyasal enerji ve elektrik ile dönüştürülmesiyle gerçekleşmiştir (Ślusarczyk, 2018, s. 235). İlk endüstri devriminden 100 yıl sonra gerçekleşen ikinci endüstri devrimi elektrik ve içten yanmalı motorlarla birlikte bilimde ve kimyasalda ortaya çıkmıştır. Yeni teknolojilerin ani gelişimi, bu sürece uyum sağlayabilen ülkelerin üretim ve pazarlama süreçlerini değiştirmesi, yeni ürünler ortaya konulması, zenginlik hükümetin konumunu değiştiren belirleyici bir rol üstlenmiştir (Castells, 2008, ss. 43-44). 1840’tan sonra teknolojik ilerleme başlamıştır. Ulaşım ağı ve demiryolunun gelişmesi ile hammadde temini daha basit hale gelmiştir. Üretim aşamasından çıkan malların uzak ve yeni pazarlara erişimi kolaylaşmıştır. Dönemin en önemli özelliği elektrik teknolojisindeki gelişme ve üretim hattının kullanılmasıdır. Bu gelişmeyle dünyada seri üretim Henry Ford tarafından başlatılmıştır. Demir ve çeliğin hammadde olarak kullanılmasıyla ağır sanayi gelişmiş ve devrime İngiltere, Almanya, ABD, Japonya öncülük etmiştir (EBSO, 2015, s. 5).

Endüstrileşmeyle birlikte fiyatların artması, nüfusun yükselmesi, taşımacılığın yaygınlaşması, maliyetleri düşürmeye yönelik gelişmeler, profesyonel olarak çiftçiliğin yapılması ile tarım ticarileşmiştir. 1830’lu yıllarda büyük çiftlikler işletmeler haline gelirken üretkenlik için toprak alanında genişleme ve açık tarla sisteminde gelişmeler meydana gelmiştir (Güran, 2013, s. 127). Endüstrileşmeye başlayan bir toplumda çimento, demir-çelik, elektrik ve enerji üretimi sağlayan endüstriler ilgisiz kalırsa, kalkınma çabalarının başarıya ulaşması olanaklı olmamaktadır. Küçük sanayi kollarında iyileşmeler, sermaye malları üretimi sağlayan sanayilerde üretim kapasitelerinde duraklama olduğu müddetçe sınırlı olmaktadır. Gelişmenin sağlanabilmesi için ekonominin sektörler arasında ayırım yapmadan yürütülmesi gerekmektedir. Endüstriden istenen hem tarımda çağın beklentilerine uyum sağlayan üretim yöntemlerinin uygulanması ve tarım girdileri sağlanması hem de endüstri ürünlerinin uluslararası pazarda alıcı bulması olarak karşımıza çıkmaktadır (Özgür, 1976, ss. 31-32).

Endüstrileşme üzerinden yüzyıl geçmeden Endüstri 2.0 temel unsurları hayatımıza girmeye başlamıştır. Süreç tam olarak bilinmese de 1860 yılında ucuz çelik üretiminin artmasıyla başladığı da söylenmektedir. Hammadde alımı, yeni ve daha uzak pazarlara ulaşım bu şekilde sağlanmıştır. Bu devrimle birlikte basit mekanik aletler bilim insanları aracılığıyla fizik ve kimya alanında yapılan yenilikleri teknolojiye adapte etmiştir (Akbulut, 2011, s. 3). Bu dönemde iletişim ve ulaşımında büyük sıçrama yaşanmıştır. Elektrik ve sıvı yakıtlar, deniz ve demiryolu taşımacılığı, uçak ve otomobil yaygınlaşmış, telgraf, telefon, radyo gibi teknolojiler gelişmiştir. Dünya piyasalarında yaşanan rekabet, güçlü şirketlerin daha fazla avantajlı olmasına, güçsüz şirketlerin tasfiyesine ve ölçek ekonomisine daha sonra pazarlama kolaylığına ve hammadde de denetleme yapılmasına neden olmuştur (Ongun, 2009, s. 8).

Elektriğin yaygınlaşmasıyla hareketli üretim hattı ilk kez Amerika’da mezbahalarda kullanılmıştır. Asıl uygulama Ford üretim fabrikalarında seri üretim otomobil üretimiyle gerçekleşmiştir. Ford fabrikalarında kullanılan üretim tekniği, üretim ölçeğinin genişlemesini ve aynı zamanda fiyatların ve maliyetlerin ucuzlamasına neden olmuştur. Bu teknikler yeni iş yönetim modellerinin oluşmasına yol açmıştır (Eğilmez, 2017). Büyük buhar makinelerinin yerini küçük makinelerin almasıyla, fabrikalarda üretim alanı genişlemiştir. Ayrıca fabrika yönetimi iç yapıda etkinlik, verimlilik ve yüksek performansa uygun şekilde düzenlenmiştir. İlerleyen yıllarda makine sayısını arttırmanın kapasite ve performansı etkilemediği gerekçesiyle sanayilerde yeni üretim teknikleri ve yaklaşımlar kullanılmaya başlanmıştır (Görçün, 2017, ss. 56-57).

İngiltere’de 1770’lerden 1830’a kadar geçen sürede verimlilikteki artış birkaç sanayiden ibaret olmadığı için, enflasyon düzeltmesi yapılmış, ücretlerde büyüme oranı fark edilmeyecek derecede düşük gerçekleşmiştir. Endüstrileşmenin getirileri ekonomiye yansırken 19. yüzyılın sonlarına doğru, ücretler de verimlilik artışları da yükselmeye devam etmiştir. İşgücüne sosyal haklar, yeni siyasi hareketler ve ücretlerdeki artış endüstriye olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Yeni eğitim yatırımları ile daha fazla vasıflı işlere uygun emek gücü arzı sağlanmıştır (Kazdağlı, 2015, s. 23).

Simiand, Fransa’da ekonomik gelişmeye ilişkin incelemeler yapmış ve 19. yüzyılda ekonomik gelişmeyi uzun süreli olarak birbirini izleyen ekonomik dönemler ile fiyatların düşmesi veya artması durumuna göre araştırmalar yapmıştır. Bu araştırmada Simiand, ücretlerin azalmasına yönelik direnç sağlayan ücretlere göre, ücretlerin azalmasıyla birlikte makineleşmenin artması ve teknik gelişmenin oluşmasını sağlamıştır. Bu kuram hem ekonomik hem de sosyal bir kuram olarak karşımıza çıkmaktadır. Topluma ya da nüfusun bazı bölgelerine yönelik, belirli gelirlere ilişkin gider dağılımını anlatmıştır (Aron, 1997, s. 121). Ayrıca dünyanın büyük bir bölümü bilmeden petrol ve fosil yakıtlara bağımlı ekonomik sistem içinde global ekonomik büyümenin ulaşabileceği uç sınırdadır bulunmaktadır. Endüstri 2.0 ve bu devrimle anılan petrol devrinin sonuna gelinmiştir, bu durum yeni sanayi modeli ve yeni bir enerji kaynağı benimsememiz ya da düzenin çöküşünü izleyebileceğimiz anlamına gelmektedir (Rifkin, 2014, s. 28).

Endüstri toplumlarının niteliği ile ilgili sonuçlar incelendiğinde, işletmenin temeli aileden ayrı olmaktadır. İkinci durum, endüstri toplumu özgün bir iş modeli oluşturmaktadır. İşletme içinde yer alan teknolojik iş kolunu zorunlu hale getirmektedir. Üçüncü durum, sermaye birikimini mümkün kılmaktadır. Sermayenin artması ile işgücünü önemli bir sermaye içinde iş yapmaya mecbur kılmakta ve gelişmiş ekonomi düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Dördüncü durum, işverenlerin yatırımlarını genişletmek için sermaye gereksinimi için akılcı hesaplamalar karşımıza çıkmaktadır. Son durum olarak, iş yerine çalışanların toplanması ile üretim araçları sahipliğinin oluşmasına neden olmaktadır (Aron, 1997, ss. 65-67).

2.2.Dönem Araçları ve Teknolojisi

Elektriğin fabrikalarda yaygınlaşmasıyla üretimde kullanılmaya, petrol yerine enerji olarak kömürün kullanılmasıyla, seri üretim ve montaj hattı gibi yeniliklerin hayatımıza girmesi ile Endüstri 2.0 oluşmaya başlamıştır. Fordist üretim ile Taylor üretim verimliliği artırmış gelir bakımından orta gelir gurubu ortaya çıkmış ve refah artışı yaşanmıştır. J. Beaumont Neilson’un 1828’de demiri, S. Henry Bessemer’in çeliği, 1879’da Thomas Edison’un ampülü icat etmesiyle bu devrimin önemli bir kilit noktası ortaya çıkmıştır (Kabaklarlı, 2016, s. 36).

Endüstri devriminden etkilenen ve hızlı büyüyen sanayiler arasında; demir-çelik, ilaç, kimya, elektrik, üretim hattı, otomasyon, havacılık, taşımacılık ve telekomünikasyon yer almaktadır. Elektriğin yaygınlaşmaya başlamasıyla yeni teknolojilerle birlikte üretim artmış ve bu ürünlerin pazarlanması için yeni iletişim ve taşıma kanalları bulunmuştur. Bu dönemde insanların refah seviyeleri artmış, yaşam süreleri uzarken sağlık standartlarında da iyileşme görülmüştür (Özdoğan, 2017, s. 11).

Endüstri devriminde elektromanyetik sistemler kurulup, fabrikalardaki elektrikle ilgili problemlerin yaşanmasının önüne geçilmiştir. Elektrifikasyonun icadıyla, çalışma şartları iyileşirken gaz lambasının oluşturduğu kirliliğin ortadan kalkması sağlanmıştır. Bilim ve teknoloji arasındaki ilişki iyileşirken, Endüstri 1.0'ın teknolojileri ve gelişmelerinden yararlanmaya devam edilmiştir. Yeni teknolojilerle hayat standartları ve satın alma gücünde artış yaşanmıştır (Türkel ve Yeşilkuş, 2020, s. 334). Bu teknik ilerlemeler Fransa'da da kendini göstermiş, alışveriş merkezlerini, reklamcılığı bulan ve geliştiren, bilimin üstünlüğünü savunan; Nicephore Niepce ve Daguerre tarafından fotoğraf, Leblanc tarafından soda işlemi, Berthollet'le klorla ağartma sistemi, galvanizleme, elektro kaplama gibi yenilikleri insanlarla buluşturmuştur (Hobsbawm, 2003b, s. 194).

Endüstri 2.0'da kitlesel üretime geçilmiş, telefon, telgraf gibi iletişim araçları yer alırken, dayanıklı tüketim malları bulunmuş ve kullanılmaya başlanmıştır. Henry Ford tarafından kullanılan bant sistemi ve kitlesel üretim yöntemiyle, otomobil insanların hayatına girmiş, iletişim araçları ve ulaşımında insanların hayatlarını kolaylaştıran teknolojiler ortaya çıkmıştır (Taş, 2018, s. 1821). Rekabet içgüdüleriyle bilimsel çalışmalar yapan birkaç millet ne olduğunu anlamak için birbirleri ile yarış içine girmiştir. Antarktika'yı 1820'de ilk gören millet Ruslar olmuştur. İngiliz bilim insanları tarafından oluşturulan bir grup kıtaya ulaşmıştır. 1900'lü yılların başında diğer ekipler, kızaklarla birlikte gitmeyi denemişlerdir. Bunun yanı sıra Asya midillileri ve balonlarla yetinmeyip ilk otomobillerle kıtanın içlerine doğru seyahat etmişlerdir. 1911'de kayak ve köpeklerle birlikte kızaklar sürülerek Norveç keşif grubu Güney Kutbu'na ulaşmayı başarmıştır (Davis, 2009, s. 171).

İki pilot 1931’de uçakla dünyanın etrafını 9 günde gezmiştir. 1932 yılında Atlas Okyanusu’nu bir kadın uçakla geçmeyi başarmıştır. 1938’de ise bir pilotun farkında olmadan Atlas Okyanusu’nu geçtiği bildirilmiştir. Eski ve motorlu bir uçakla New York şehrinden izin almadan kalkarak bir gün sonra İrlanda’ya inmiştir. Pilot gerçekte Kaliforniya’ya gitmeyi amaçladığını ancak rotayı yanlış hesapladığını anlatmıştır. Gazeteciler pilotu “Yanlış Yön” lakabıyla anmıştır (Davis, 2009, s. 286).

Teknolojik gelişimin önemini anlatmak amacıyla yazılmış “Ezop Masalı” olarak bilinen bir öykü örneği bulunmaktadır. Asırlar öncesi bir karga susuzluktan ölecekken bir ibrik bulmuş, zorla içmeye çalışsa da ibriğin dibindeki suya ulaşamamıştır. İbriği devirmeye çalışsa da buna yeterli gücü bulunmayan karga, sonunda pes etmek üzereyken aklına yaratıcı bir fikir gelmiş ve civarda bulunan küçük çakıl taşlarını ibriğin içine atarak su seviyesini yükseltmiştir. Böylece suyu içen karga ölmekten kurtulmuştur. İhtiyaçlar yaratıcı düşünmeyi gerçekleştiren eylemlere dönüştürerek teknolojik etkinliğin tamamını açıklamada kullanılan bir görüş olmaktadır (Günay ve Çalık, 2019, s. 3).

Çelik ve enerji tüketimleri endüstrileşme ve gelişmenin bir göstergesi olarak düşünüldüğünde ülkemizde ve diğer gelişmiş ülkelerde çelik tüketimi ve enerji tüketimi miktarlarına yer verilecek ve 1971-2019 yılı karşılaştırılacaktır. Tablo 1’de ülkelere göre çelik ve enerji tüketimi verilmektedir.

Tablo 1: Ü ülkelere Göre Çelik-Enerji Tüketimi

Ülke	1971		2019	
	Çelik Tüketimi (kilogram)	Enerji Tüketimi (KW)	Çelik Tüketimi (kilogram)	Enerji Tüketimi (KW)
ABD	617	11.244	296.8	9.114
İsveç	676	6.089	378.7	7.078
Kanada	555	9.326	347.5	12.040
Avustralya	567	5.359	218.2	8.059
Almanya	580	5.223	419.5	4.985
Türkiye	52	516	311.6	2.465

Kaynak: Özgür, 1976, s. 149, Worldsteel Association, 2019 ve Our World in Data, 2019

Tablo 1’de 1971 yılı için en fazla çelik tüketimi İsveç tarafından yapılmış, ikinci sırada ABD yer almıştır. Söz konusu tüketimde 2019 yılında ise en yüksek artış Almanya’da gerçekleşmiştir. Türkiye, 1971 yılında çelik tüketiminde incelenen ülkeler arasında son sırada yer almıştır. 1971 yılında ABD kişi başına enerji tüketiminde en yüksek tüketime sahipken, 2019 yılında en yüksek tüketim Kanada’da gerçekleşmiştir. Türkiye diğer ülkelerle karşılaştırıldığında en az kişi başına enerji tüketimi yapan ülkedir. Yukarıda yer alan ülkelerin 2019 enerji tüketimi kWh cinsinden kW cinsine dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm kWh/1 yıl (2019 yılı için) toplam saate oranlanmıştır.

2.3.Sosyal Hayata Yansımalar

Sanayi toplumunda hem ekonomik hem de sosyal olarak en önemli özellikleri milli durumda pazar ekonomisi, önemli ekonomik hareketler, otomatikleşmiş maddi mallar üretimine odaklanmasıdır. İşgücünün dağınıklığı, belirli uzmanlık niteliğine, standartlaşmış iş yapma biçimine, sınıflaşmış kurumların farklı durumlarda otoritelerinin birbiriyle ayarlanmasına uzanmaktadır. Birincil kaynağı ise fiziki sermaye olmaktadır. Sosyal etkilerle birlikte çekirdek aile kavramının ortaya çıkması, sosyal değerler ve yetişkinlerde tamamlanan kitlesel eğitim gibi konulara yer verilmiştir (Erkan, 1998, ss. 111-112). Yeni teknolojiler ekonomik büyüme, yaşam kalitesi, insanların doğa üzerindeki etkisi gibi birçok sosyal ve ekonomik boyutuyla karşımıza çıkmaktadır. Tüketim ve yaşam standartlarında 18. yüzyılın sonuna doğru az miktarda artış yaşanmış ancak birçok endüstride imalat teknolojileri ve üretim teknolojileri önceden etkilenmeyen endüstrilere doğru genişlemiştir. 19. yüzyılın sonlarında ise Schumpeter büyümeye ilişkin farklılıkların yaşanmasına neden olmuştur. İnovasyon, üretim ve teknolojik yenilik arasındaki uyumun bulunması, dönüşümün hızlı olduğunu ve toplumsal şartların inovasyon üzerindeki etkisinin yüksek olduğunu göstermektedir (Castells, 2008, ss. 46-47). Gelişmeyi etkileyen faktörler bireylerin davranışlarına göre şekillenmektedir. Toplumsal bir olayı araştıran sosyolog, merkez olarak bireyin davranışlarını baz almaktadır. Bireylerin davranışları endüstri medeniyeti altında üç faktörü açıklamaktadır. Bunlar: yöntem ve bilim düşüncesi, ekonomik hesaplama düşüncesi, inovasyon, dönüşüm ve gelişme düşüncesi olarak şekillenmektedir (Aron, 1997, s. 137).

Endüstri devriminde sosyo-ekonomik etkileri 1900'lü yıllarda en fazla ekonomik büyümede gerçekleşmiştir. Sanayileşme sürecine hızlı adapte olan ve kendini geliştiren ülkelerde yaşam kalitelerinde ciddi artışlar kaydedilmiştir. Ulaşım, sağlık gibi sektörlerde iyileşmeler ve hizmet standartlarında artış olmuştur. İnsanlar hızlı seyahat edebilir hale gelmiştir. Yaşanan hastalıkların çabuk iyileşme göstermesinden dolayı ölüm oranları düşmüştür. Bununla birlikte teknolojiye yeni değişimler olurken sağlık, eğitim, iş hayatı gibi alanlarda benzer değişikliklere gidilmiştir (Özdoğan, 2017, ss. 8-9). Bu değişimlerin yanı sıra sermaye yoğun üretime geçiş, verimlilik ve yaşam standartlarında hızlı büyüme, büyük kurumsal hiyerarşilerin oluşumu, kapasite fazlası ile tesislerin kapatılması gibi durumlar meydana gelmiştir. 19. yüzyılın ortalarında kablolu sistemler, buhar makinesi, telgraf, demiryolunu kapsayan modern ulaşım ve haberleşme araçlarının doğuşuyla birlikte farklı bir değişim dalgası yaşanmıştır (Jensen, 1993, s. 834).

Sanayileşme ile birlikte teknolojinin 19. yüzyılda daha fazla önem kazanmasıyla ortaya çıkan sorunlar ve durumlar sosyal reform taraftarlarının Orta Çağ dönemine dönmek istemelerine neden olmuştur. Bu düşüncenin nedeni Orta Çağ'da emek gücünün ve makineleşmenin yaşanmadığı bir dönemde el becerisi ile iş yapan zanaat sahibi bireyler bulunduğu ve geçmiş dönemlerde toplumda teknolojinin olmadığı bir çağda yaşamının verdiği mutluluk olduğuna inanmışlardır (Gimpel, 2014, s. 230).

Sanayi toplumunda iş bölümü, uzmanlık, standardizasyon, kentsellik, sekülerizasyon, rasyonellik, bürokratiklik, sermayenin birikimi, modernlik, teknolojik gelişmeler, nitelikli emek gücü, çoğulculuk, biçimsel ilişki, sosyal farklılaşma, ferdiyetçilik, paranın hakimiyeti, çekirdek aile egemenliği gibi faktörler artmıştır (Bozkurt, 2006, s. 19). Bunun yanında endüstrileşme, üretim şeklinin oluşturduğu fabrikalaşma ve şehirleşme sürecini geliştirip üretilen malların türü ve globalleşmenin etkisiyle tüketicilerin hayatlarını etkilemiştir. Otomobil, televizyon, yapı malzemeleri gibi malların tüm dünyadaki benzerliği şehir ve daha küçük yerleşim birimlerini geliştirmiştir. Birbirinden uzak yerlerde de aynı blue jean giyilmiş, aynı fast-food tüketilmiş, aynı müzik dinlenmiş ve hatta aynı televizyon dizisi izlenmiştir (Yenal, 1999, s. 76).

Endüstri 2.0 sürecinde anlatılan olaylar “*Modern Zamanlar*” adlı filme konu olmaktadır. Filmde, üretim bandında çalışan işçilerden birini canlandıran Charlin Chaplin üretim bandında sürekli cıvata sıkma hareketini yaptığı için bir süre sonra sosyal hayatında da yapmasına neden olmaktadır. Bu filmin, dönemin dinamiklerini konu alan psikolojik durumu bozulmuş bir kişiyi konu aldığı görülmektedir. Aynı zamanda film dönemi eleştiren bir yapıttır. Aşağıda sanayi toplumunu oluşturan ek sosyo-ekonomik unsurlar yer almaktadır. Sanayi toplumu olarak Endüstri 2.0 ve Endüstri 1.0 sürecinde yaşanan sosyo-ekonomik unsurları da kapsayarak döneme ilişkin ön plana çıkan amaç ve araçlar Şekil 4’te gösterilmektedir.

Şekil 4: Endüstri Toplumunda Sosyal ve Ekonomik Durum



Kaynak: Erkan, 1998, ss. 102-103

Şekil 4’te endüstrileşmeye ilişkin sosyo-ekonomik yapı içerisinde oluşturulan durumlardan birkaçı yer almaktadır. Bu dönemde bireyler üzerinde etkili olan ve yaşamlarını idame ettirebilmek için gerekli olan mal ve hizmetlere, ayrıca üretim yerleri, şirketler ve kamu düzeni, iş gücü ile ilgili düzenlemeler, fiyat düzenlemeleri, rekabetçilik, aşırı tüketime yönelme, milli gelire yönelik düzenlemeler ve siyasi düzenlemeler bulunmaktadır.

3. ÜÇÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ

Bu kısımda endüstri sürecinin üçüncü aşaması incelenecektir. Endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimi ile ortaya çıkışı, araç ve teknolojisi, sosyal boyutuna yer verilmektedir. Ayrıca ekonomik etkiler bölümlerin içerisinde verilmektedir. Üçüncü endüstri devrimi Endüstri 2.0'ın devamı olarak gerçekleşmektedir.

3.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Endüstri 3.0, bilgisayarın üretimde kullanılmasıyla “dijital devrim” olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde endüstri toplumu yerine bilgi toplumuna geçiş yaşanmış, bilgisayarların yaygınlaşmasıyla ilk defa üretimde emek gücü azalarak, robotların işleri devralması gündeme gelmiştir. Elektronik ve bilgi teknolojilerindeki değişimler üretimde otomasyonu yaygınlaştırmıştır. Moore yasasına göre, otomasyonun gelişmesiyle mikroçiplerin adetleri iki senede bir iki kattan daha çok artarken entegre düzende yaygınlaşan birim maliyeti azalmıştır (Aydın, 2016).

Dijital teknolojiler İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yeni gelişmelerle birlikte global rekabeti oluşturmuş ve tüketici tercihleri endüstriyel süreçte üçüncü evreye geçişi başlatmıştır. 1968'de programlanabilen makinelerin yaygınlaşması Endüstri 3.0 döneminin başlangıcı kabul edilmiştir (Alçın, 2016, s. 21). 20. yüzyılda savaşların etkisiyle diğer devrimlere göre sanayi ve teknolojiye daha az ilerleme olmuştur. Bu duraklamanın bir diğer sebebi de önceki iki devrimde sanayileşmiş ülkelerin, 1929 küresel kriz ile ekonomik gelişmelerinden olumsuz yönde etkilenmesidir. Özellikle 1950'lerde dijital teknolojiler gelişme göstermiştir. Üretilen Z1 adlı hesap makinesi üretimi ve bilgisayar teknolojisiyle üretimde yeni dijital gelişmeler yaşanmıştır (EBSO, 2015, s. 6).

Bu dönemde dijital teknolojilerin yanı sıra iletişim teknolojilerinde de gelişmeler sağlanmıştır. Değişen şartlara uyum sağlanması ve üretim modeline teknolojinin uygulanması ile birlikte esnek üretim modeline geçiş yaşanmıştır (Atik ve Ünlü, 2019, s. 148). Dewey'e göre, 50 yıl sonra bilim, teknoloji, ekonomi, sosyal olarak endüstri devriminin oluşturduğu etkiden daha fazlasını bilgi çağı ve getirdiği teknolojiler sağlamıştır. Endüstri toplumunun merkezinde buhar makinesinin

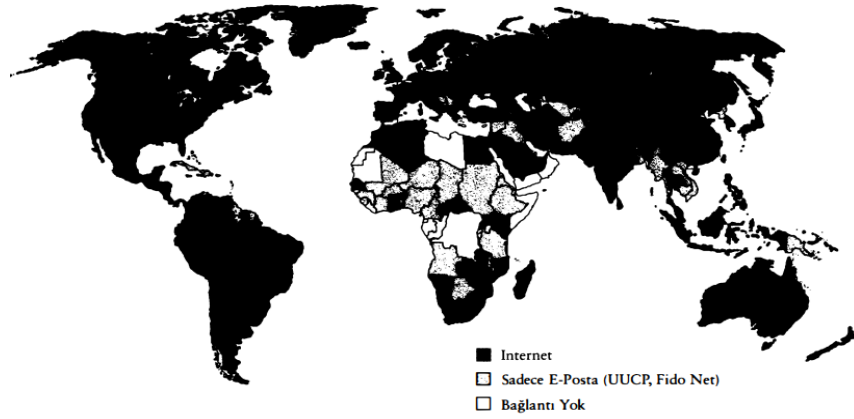
bulunması gibi, bilgi toplumunun merkezinde de bilişim teknolojileri içinde bilgisayar yer almaktadır. İmalat sanayine dayanan ekonomi yerine hizmet ile bilgi teknolojileri kapsamında ekonomik yapıda dönüşüm yaşanmıştır. Bu devrimin üretim aracı bilgiye dayanmaktadır (Özdemir, 2011, ss. 88-89).

Her köklü ekonomik krizin arkasında yeni teknoloji ve ham enformasyon bulunmakla birlikte uygun bir alan ve avantaj yaratılmaktadır. Petrol krizinde de olduğu gibi bu krizin oluşturduğu yansımaları ortadan kaldırmak için Batı ülkeleri teknolojik yenilikleri uygulamak amacıyla avantajlar yaratmıştır. Batı Blok'undaki bu oluşum fazla istihdam durumundan, istihdamın düşmesine ve işsizlik gibi durumlara neden olmuştur. Burada en önemli faktör oluşturulan veya kullanılmaya başlanan teknolojik yeniliklerin uzun sürede etkisini kaybetmemesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Erkan, 1998, s. 10).

Endüstri 3.0 ile birlikte bilgisayar ve internet kullanımının artmasıyla teknolojik birçok gelişme yaşanmıştır. Bunlar mekanik ve kullanışlı ürünler olarak insan hayatına girmiştir. Dolayısıyla işgücüne duyulan ihtiyaç azalmış tüketici memnuniyeti işletmeci anlayışı hakim olmuştur (Serinikli, 2018, s. 1610). Özellikle algılayıcılardan alınan enformasyonu, bir program aracılığıyla iş elemanlarına devreden mikroişlemci özelliğe sahip programlanabilir mantık devresi oluşturulmuştur. Tekniğin imalat sisteminde kullanılmasıyla imalat sisteminde otomasyon yaygınlaşmıştır. Bunun neticesinde imalatla insan emeğinin azalmasıyla yaşanan hatalar minimize edilmiştir (Eğilmez, 2017). Endüstri 3.0 dijital çağın güçlenmesi olarak adlandırılmış ve 1969'da ARPANET ile sıçrama yaşanarak internet dönemi başlamıştır. Mori kanunu ile karmaşık işlemler yapılarak, karmaşık süreçler de otomasyon durumuna gelmiştir. Bu devrim, çok yönlü otomasyon ve birey ile çevre arasında bağlantılılığın artması olarak ilişkilendirilmektedir (BEBKA, 2017, s. 16).

Aşağıdaki şekilde global internet ağ dağılımına ilişkin dünya bağlantılılık haritası verilmektedir. Telekomünikasyon eksikliği ve internet bağlantısı olan/olmayan ülkeler Şekil 5'te yer almaktadır.

Şekil 5: Global İnternet Ağı Dağıtımı



Kaynak: Castell, 2007, s. 121

Şekil 5 incelendiğinde 1995’li yıllarda internet erişiminin Afrika’nın büyük bölümünde bulunmadığı, şehirler arasında bağlantısızlığın mevcut olduğu görülmektedir. Afrika büyük oranda global dünyanın internet ağından yoksun ve yararlanamamıştır. 1996’da ülkenin 22 başkentinde internet ağı mevcuttur ancak, internet ulaşımının başkent haricinde kullanıldığı tek yer Senegal olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı şehir merkezlerinin ağ bağlantıları bulunsa bile, ülke genelinde ağ bağlantısı eksikliği bulunmaktadır (Castells, 2007, ss. 120-122).

Türkiye, hem vasıfsız emek gücü maliyetli olmasına rağmen eğitmekte, hem de elinde bulundurduğu düşük sayıdaki nitelikli işgücünü elinde tutabilmektedir. Türkiye’de küçük işletmelerin yoğun olması, sermaye birikimine dayalı sanayilerde sorun olmamaktadır. Artık teknolojik yenilikleri satın almak ve dünya ölçeğinde aktif olmak için büyük sermayeye ihtiyaç kalmamıştır (Bozkurt, 2006, s. 300). Bu dönemde kol gücüne olan talepte bir azalış yaşanmıştır. Dolayısıyla insan yerine makineler bu işleri yaparken belirli bir üretim şekli uygulamaktadır. Burada çalışanlar üzerindeki yük azalmış ve insan sadece makineyi yönlendirmekle görevlendirilmiştir. Global yapıdaki ekonomik düzenin yaygın hale gelmesiyle ve üretimin esnekliği ile iş gücüne olan ihtiyaç giderek azalmıştır. Bu nedenle üretimin verimliliği makineler ile arttırılarak, hatalardan arındırılmaktadır (Destebaşı, 2018, s. 9).

20. yüzyılın sonlarına doğru milli sınırları ortadan kaldırıp global piyasaya geçilirken, dünyanın birbirine yaklaşması, savaşların anlamsızlığı, imkanların ve fırsatların yaratılarak globalleşme sürecinin başladığı düşünülmüştür. Neoliberalizmin etkinliğini artırması ile dünyada ekonomik gelişme ve demokratikleşmenin beraber büyüyeceği düşünülmüş, teknolojik gelişmelerde bu durumu onaylamıştır. Bilgi toplumu, enformasyon toplumu, karşılıklı bağımlılık gibi konular gündeme gelmiştir (Koray, 2011, s. 12). Sanayi toplumlarında gerçekleşen yapısal dönüşümün temelindeki önemli faktörler eğitim, bilim ve teknoloji olmuştur. Bunlar arasında teknolojik yeniliklerle bağlantılı bilgi teknolojileri en önemli unsurlardır. Sanayi toplumları sermayeye dayalı olmasının yanı sıra yeni toplumlarda enformasyon stratejik kaynak niteliği taşımaktadır. Bu toplumlarda bilginin piyasalarda ürün ve hizmet şeklini alması sağlanarak, Ar-Ge ve eğitim harcamalarını en fazla yapan firmalar ve toplumlar başarıyı yakalamıştır (Bozkurt, 2006, s. 287).

Colin Clark ve Allen Fisher gibi iktisatçıların görüşlerine göre; hizmet sektörü yerine ve niteliğine göre üç bölümden oluşmaktadır: İlk bölümde, tarım, hayvancılık, madencilik bulunurken, ikinci bölümde, endüstri toplumu bulunmakta, üçüncü bölümde ise hizmet ekonomisi bulunmaktadır. Üçüncü aşama ancak endüstrilerin yüksek gelir düzeyine ulaşması ile mümkün olmaktadır (Ongun, 2009, s. 15). Gelişmişlik göstergesi olarak, imalat sanayinin milli ekonomi ve buna bağlı olarak milli gelir içinde önemli bir büyüklüğe sahip olması gerekmektedir. Dolayısıyla ülkeler içinde endüstri kesiminin hem milli ekonomi hem de büyüme hızı üstündeki etkinliği önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Böyle durumlarda ülkelerde ve aynı zamanda Türkiye’de de kapitalist düzenin derinlemesine hakim olduğu görülmektedir (Özgür, 1976, s. 149). Gelişme ve endüstrileşme en yaygın biçimde kişi başına düşen milli gelirle ölçülmektedir. Dolayısıyla, kişi başına düşen milli gelir düzeyinde belirli bir noktaya ulaşmış ülkeler, endüstrileşmiş ya da bir diğer ifadeyle kalkınmış ülkeler olarak tanımlanmaktadır. Endüstrileşme ya da gelişme olarak tanımladığımız durum kişi başına milli gelirde belirli bir yükseliş yakalama durumudur. Burada sözü edilen yükselişin kalkınmış ülkelerle aradaki büyüklüğü kapatacak bir duruma gelmesi gerekmektedir (Özgür, 1976, s. 11).

Endüstrileşmiş ülkelerin işletmelerinde iş parçacığı stratejik öneme sahip değilse ve dış kaynaklarla yapılması maliyet avantajı sağlıyorsa, bu iş parçacıkları yapılmak için dış aktörle yönlendirilmektedir. Daha sonra işletmeler ve sanayiler tedarik zinciri oluşturmaktadır. Departmanlar yok olup yerini uzmanlaşmış profesyonel işletmelere bırakmış ve faaliyetler dış çevre tarafından karşılanmıştır. Bu devrimle tedarik zinciri genişlemiş, profesyonelleşmiş ve giderek globalleşmiştir (Görçün, 2017, s. 105). 20. yüzyılda, enformasyon toplumu ve bilişimde oluşan gelişmelerde artış yaşanmıştır. Bununla birlikte, fiber-optik, mikroçip, nükleer enerjinin yaygınlaşmasıyla mikro elektronik teknolojinin üretimi gerçekleşmeye başlamıştır (Yücel, 2003, ss. 100-101).

1980'ler için geçerli makroekonomik veriler verimlilik artışını göstermektedir. 1981'li yıllar bu noktada gerçek bir dönüm noktası olmuştur. Bu dönemde verimlilikte artış yaşanırken, işgücü maliyetlerinde azalma gerçekleşmiştir. Dolayısıyla döneme ilişkin verimlilik faktörü önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Jensen, 1993, s. 836). Richard Nelson çalışmasında, teknolojik gelişimin verimliliği artırmada önemli bir faktör olduğunu belirlemiş ve çalışmada asıl vurgulanan noktanın teknolojik gelişme kaynaklarına odaklanması olmuştur. Verimliliğin ekonomik büyümedeki olumlu sonuçlarının, teknolojik gelişmelerin bir nedeni olduğu, sosyal vasıflılığın, yeni teknolojilerin ve gelişmelerin ekonomik büyümenin gerisindeki faktörlere dayandığından söz etmiştir. Sanayileşme sürecinde verimlilik artışı ekonomik büyümeyi etkilemektedir (Castells, 2008, ss. 102-103).

Global dünya düzeninde endüstrileşmiş ve kalkınmakta olan ekonomiler için kişi başı gelir farklılığı, 1960'lı yıllarda 5.700 dolar, 1993 yılında 15.000 dolar olarak artış göstermiştir. 1960-91 yıl aralığında, global nüfusun en varlıklı 5'te 1'lik kısmı dışında kalan kişilerin gelirlerinde düşüş yaşanmıştır. Bu globalleşen dünyanın fazlasıyla kutuplaştığı anlamına gelmektedir (Castells, 2007, s. 103). Endüstri 3.0 sürecinde Doğu Blokunun yıkılarak soğuk savaşın sona ermesi ve globalleşme ile oluşan süreç ile dünya tek bir pazar olarak görülmeye başlanmış, üretim, pazarlama ve satış teknikleri büyük oranda değişmiştir. Seri üretim önemini kaybederken özel üretim ve tüketiciye yönelik üretim anlayışı benimsenmiştir. Bu dönemde kaliteli ve ucuz üretim modeli hakim olmuştur. "Dijital Çağ" kavramının oluşmasıyla belli sektörler büyük kar ederken, 2009 finansal krizinden olumsuz etkilenmiştir. Bu

dönüşüme uyum sağlayamayan devasa şirketler yok olmuştur. Bilgisayarların gelişmesi ile süreç, masaüstü ve ardından laptop olarak ceplere sığacak kadar küçük üretimler şeklinde ilerlemiştir. Dünya artık küçülerek ufak bir köy haline gelmiştir (Özsoylu, 2017, ss. 43-44).

3.2.Dönem Araçları ve Teknolojisi

Toplumsal dönüşümde teknolojik yenilikten, yeni teknolojilerin icadı ve Ar-Ge süreçleri sonrasında, geleneksel teknoloji ve sistemlere göre etkin bir konuma gelmesiyle üretim sürecinden ekonomik ortamda yararlanılmaktadır. Teknolojik yeniliklerin üretim sürecine akması, iş bölümü ve uzmanlaşmayı ortaya çıkarmıştır. Toplumsal alanı etkileyen yeni meslekler örgütlenerek toplumda üstünlüklerini hissettirmek istemektedir. Yeni teknolojilerle birlikte sırasıyla ekonomik, toplumsal, siyasal ve kültürel olarak dönüşüm süreçleri etkin hale gelmektedir (Erkan, 1998, ss. 93-94).

Bilgi çağında en önemli unsur bilgisayar kullanarak bir ağa bağlanmaktır. Dolayısıyla bunu yapabilmek için telekomünikasyon yapısı ve internet bağlantısına sahip olmak gerekmektedir. Günümüzde bu konuların gerisinde kalmış telekomünikasyon yoksunluğu ile yüzleşen Afrika kıtası bulunmaktadır. 1991 yılında bu ülkede her 100 bireye bir telefon hattı düşerken, kalkınmakta olan ekonomilerde 2,3, endüstrileşmiş ekonomilerde 37,2 hat düşmektedir. Telekomünikasyon hizmetlerinin gelişmesini engelleyen unsurlar devlet siyasetinden ve ulusal şirketlerin tekellerinin korunmasından dolayı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla telefon aygıtlarının bağlanması için milli operatörlerin onayından geçmesi gerekmektedir (Castells, 2007, s. 120). Bu devrim üretimde otomasyon ve sayısallaşma olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde bilgisayar, mikroelektronik, nükleer, fiber optik, lazer gibi teknolojiler, biyotarım, tarım, telekomünikasyon, biyogenetik alanlarında gelişmeler olurken, üretimin yönü ve biçimi etkilenmiş, endüstri ve ticaret ise globalleşmiştir. Bu dönemde kaynaklar kıtlamış ve sürdürülebilirlik ilkesi ortaya çıkmıştır. Dönemin enerji kaynağı petrol ve elektrik olurken yenilenemez kaynaklardaki sıkıntılar artmış, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerjilere ilgi artmıştır (SIEMENS, 2015, s. 6).

Seri üretim elektrikle beraber kullanıldığında mekanik ve elektronik alanda gelişmeler yaşanmış, yeni teknoloji ile programlanabilen cihazlar ve bilişim teknolojileri meydana gelmiştir. Bilgisayarın ortaya çıkması ve internetteki yeni gelişmeler neticesinde bu dönem bilişim devrimi olarak adlandırılmıştır. Ağır sanayi ve enformasyon teknolojilerinde ilerlemeler gerçekleşmiş ve fiber-optik, çip, atom enerjisi gibi teknolojilerin gelişmesiyle mikro elektronik teknoloji üretimi sağlanmıştır (Bulut ve Akçaci, 2017, s. 52). Demiryolu ve su, elektrik, telefon, doğalgaz için gereken şebeke ile şehirleşmenin yaygınlaşması bu dönemde gerçekleşmiştir. Devlet tarafından belirlenen demiryolu ölçüleri, elektrik voltajları, daktilo klavyesi çeşitleri, trafik kuralları gibi faktörler ile içten yanmalı motor, yakıtlar, altyapı hizmetleri, standardizasyon süreçleri, seri üretimle gerçekleştirilerek yedek parça teknolojisi ve işçilere sosyal haklar, refah ve sendika gibi topluluklar ortaya çıkmıştır (Öztürkçen, 2016'dan akt. Doğan ve Baloglu, 2020, s. 59).

Endüstrileşme sürecinde Francis Crick ve James Watson tarafından DNA'nın yapısı incelenmiştir. Deney tüpü yerine tel ve karton kullanarak, boncuk ve metal plakaları birbirine bağlayarak, konumlarını sürekli değiştirmektedir. Molekölün yapısına göre ve X ışını araştırmalarıyla ilişkili bir model oluşturmayı düşünmüşlerdir. Yavaş yavaş kimya çözüme kavuşturulmaya çalışılmıştır. DNA yapısının ikili bir sarmal şeklinde kıvrılarak aşağı indiği incelenmiştir. Bilim insanları molekülün dört değişik çeşitte kimyasal madde barındırdığı ve bu maddelerin tek bir geni meydana getirdiği sonucuna varmıştır (Davis, 2009, s. 455).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ABD ve endüstrileşmiş ülkelerin iş bölümünde gelişme yaşanırken pazar ekonomisi, kamyon, otomobil ve ulaşım imkanları ve endüstri üretimi giderek artmıştır. Üretimde verimlilik aynı zamanda teknolojik ilerlemelerle gelişmiştir. İmalatta makineleşme ve standardizasyon sağlanarak, üretimde inorganik maddeler kullanılmaya başlamıştır (Ongun, 2009, ss. 9-10). Aşağıdaki tabloda üçüncü endüstri devrimi ile gelen diğer ek yeni teknolojiler yer almaktadır. 1960'lı ve 1970'li yıllardan başlayan sürecin teknolojik gelişmeleri tablo aracılığıyla aktarılmaktadır.

Tablo 2: Endüstri 3.0’ın Diğer Yeni Teknolojileri

1966	3D Tasarımlar	1990	İnternet
1970	Boeing 747	1995	GPS
1973	Cep Telefon	1997	Mars’a Araç Gönderimi
1980	3D Küp Oyuncak	1997	Hibrit Otomobil
1981	Uzay Mekiği	1997	Akıllı Telefon
1984	Masaüstü Bilgisayar	2012	Uzaydan Atlama ve Ses Hızını Aşma

Kaynak: EBSO, 2015, ss. 5-6

Elektronik alanda gerçekleşen yeniliklerin hızlı ortaya çıkmasından dolayı insanlar değişimi anlamakta zorlanmıştır. Bu dönemde bilgisayarların küçülmesiyle, ofislerde ve evlerde kullanılabilir hale gelmiştir. Siyah ekran adında disk işletim sistemi (DOS) ortaya çıkmıştır. Bu komut sisteminin dilini bilmeyenler bilgisayarı kullanamamıştır. Bu sorunun üstesinden Bill Gates gelerek komutları ortadan kaldırıp pencerelerden oluşan bir sistem olan Windows’u 1987’de kullanıcılara sunmuştur (Görçün, 2017, ss. 108-109).

1960-70 yıllarında yazılım mühendisleri bilgisayar kullanıcı ağını başka ağlara bağlamayı başarmışlardır. İnternetin 1990’lı yıllarda daha fazla yaygınlaşmasıyla dünyadaki herkes birbiriyle iletişime geçebilir duruma gelmiştir. İnsanlığın önemli bir boyuta geçtiği bu yıllarda, bilgisayarın bağlanması, üretilmesi kadar önemli bir faktör olduğu söylenmektedir. İnsanlar tarafından “Lick” olarak bilinen ağları birbirine bağlamış ve “mekanik durumda genişleyen insan” olarak ifade edilen terimi bilinçte canlandırmayı başarmıştır. 1989 yılında İngiliz fizikçi Tim Berners-Lee tarafından World Wide Web (www) oluşturulmuştur (Davis, 2009, ss. 444-445). Aşağıdaki tabloda Fransa’da Orta Çağ ve Amerika’da 20. yüzyıl karşılaştırması yer almaktadır. Orta Çağ’dan 20. yüzyıla kadar teknolojik gelişmelerde meydana gelen değişim tablo aracılığıyla aktarılmaktadır.

Tablo 3: Fransa’da Orta Çağ ve Amerika’da 20. Yüzyıl Karşılaştırması

Orta Çağ	20. Yüzyıl
• La Beauce (Orta Çağ’da buğday yöresi) • Ağır pulluk • İnanç • Katedral • Beauvais Katedrali • Cistercianlar ² • Chartres • Louis altını • Su değirmeni • At	• Meralar, otlaklar • Ziraat makineleştirilmesi • Demokrasi ülküsü • Otomobil • Empire State Binası • Henry Ford • Times Meydanı • Dolar • Buhar makinesi • İçten yanmalı motor

Kaynak: Gimpel, 2004, s. 236

Tablo 3’te Orta Çağ’da Fransa ve 20. yüzyılda ABD’ye ilişkin karşılaştırma yapılmıştır. Gelişen teknolojiyle ülkelerdeki kültür ve yapı etkilenmiştir. Her iki toplumda da gelişme gösteren etmenler karşılaştırılmıştır. Bu iki dönemde eğitim, ekonomi, fikirler, yaratıcılık ve sanayileşme gibi detaylar ön plana çıkmaktadır. Endüstrileşme ile binalar, otomobiller, büyük görkemli yapılar, tarımda kullanılan modern yöntemler, siyasi düzen, para birimi ve teknolojide büyük farklar oluşmuştur. Fransa’nın Orta Çağı ile Amerika’nın 20. yüzyılı arasında endüstrileşmenin yol açtığı uçurum tablodan açıkça anlaşılabilmektedir.

3.3.Sosyal Hayata Yansımalar

Toplumlarda sürekli yaşanan bir dinamizm ya da bir gelişim bulunmaktadır. Bu durum evrensellik olarak da açıklanmaktadır. Gelişme aşamasındaki bir toplum, toplumsal, ekonomik, siyasal yapı, kültür, toplumsal örgütler ve kurumlar, sosyal eylem örnekleri, sosyal sistem ve kurallar sürekli gelişen ve değişen süreçler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu gelişmeler her alanda açık ve değişmez olmayacağı gibi, hız açısından farklılıkları bulunmaktadır. Sosyal gruplar içinde farklar bulunabileceği gibi, aynı kültürün farklı kısımları içinde de farklar olabilmektedir (Öztürk, 1994’ten

² Tarikat, Aziz Benedictus’un (480-547) kendi oluşturduğu ilkelerle hayatlarına devam ederek, birkaç arkadaşıyla beraber 1098’de Molesmes Manastırının Başrahibi Robert tarafından oluşturulmuştur. Zamanla ekonomik bir güç haline gelmiştir.

akt. Özdemir, 2011, s. 89). Toplumun sosyal sistem içinde temel özellikleri; sosyal etkiler beraberinde insanı merkeze almış, çeşitli aile biçimleri ve bireylerin özelliklerini geliştirici durumlar oluşturmuştur. Kurumlaşmalar geliştirilmiş, toplumsal değerlerde farklılık, eşitlik ve bireycilik ön plana çıkmış, eğitim ise bireyselleştirilerek devamlılığı sağlanmıştır (Erkan, 1998, s. 112). Colin Clark’a göre, üretim gelirleri çeşitli sektörlerde zamansal olarak farklılaşmaktadır. Büyüme, global bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Global üretim, ekonomik sektörler itibarıyla gelir, kişi başına düşen gelir gibi üretilen değerleri belirlemektedir. Büyümenin ekonomik yönleri araştırılırken, işgücünün diğer sektörler içinde dağılımı, yaşam kalitesi ve değişimleri de araştırılmıştır. Çağdaş ekonomilerde en önemli durum kişi başına düşen gelirin yükselmesi ve büyümenin teknik gelişmeyle mümkün olması olgusu olarak karşımıza çıkmaktadır (Aron, 1997, s. 112).

Eğitim sosyal yapıyla birlikte düşünülmektedir. Eğitimde yapılan bir değişiklik sosyal yapıdaki diğer etmenleri etkilediği gibi eğitim de bu etmenlerdeki değişikliklerden etkilenmektedir. Dolayısıyla toplumda değişim ve eğitim arasında bir ilişki mevcuttur (Özdemir, 2011, s. 90). 20. yüzyılın sonunda, 10 milyonlarca Çin, Kore, Hint, Malezya, Tayland, Endonezya ve Arjantin gibi ülke vatandaşlarının, farklı ülkelerden daha az bireyin gelişme, endüstrileşmeye ve tüketime ulaşma imkanının mümkün olduğu kabul edilmiştir. Dolayısıyla Avrupa’da nüfusun büyük bir bölümü yüksek yaşam şartları içinde yaşamaktadır (Castells, 2007, ss. 91-92). Aşağıda bilgi toplumunu oluşturan sosyo-ekonomik unsurlar yer almaktadır. Bilgi toplumu olarak Endüstri 3.0 sürecinde yaşanan sosyo-ekonomik unsurlar, döneme ilişkin ön plana çıkan amaç ve araçlar Şekil 6’da verilmektedir.

Şekil 6: Enformasyon Toplumunda Sosyal ve Ekonomik Durum



Kaynak: Erkan, 1998, ss. 102-103

Şekil 6’da endüstrileşmeye ilişkin sosyo-ekonomik yapı içerisinde oluşturulan durumlardan birkaçı yer almaktadır. Bu dönemde bireyler üzerinde etkili olan ve bilimsel bilgi ile enformasyon kullanan³, aşırı bilgi kullanımı, imalat sanayi yerine entellektüel sanayiler⁴, metaekonomi⁵ yerine sinerjik ekonomi⁶, fiyat yerine amaç ilkesi⁷, sınıf toplumdan fonksiyonel toplum⁸, katılımlı demokrasi gibi kavramların benimsenmesiyle yeni sosyo-ekonomik faktörler oluşmuştur.

Aşağıdaki tabloda endüstri devrimlerinin genel özellikleri özetlenmektedir. Endüstri devrimlerinin hangi ülkeleri kapsadığı ve ülkelerin yıllar itibarıyla değişimi, teknolojik gelişmeler ve hangi üretim tipini benimsediği gibi konular yer almaktadır.

³ Bilgi ağları, veri bankalarıdır.

⁴ İletişim ve bilimsel entegrasyon sanayileridir.

⁵ İş bölümü, üretim ve tüketimin ayrılmasıdır

⁶ Birlikte üretim ve kullanımda paylaşımdır.

⁷ Sinerjik ileri besleme prensibidir.

⁸ Çok merkez, fonksiyon, otonomidir.

Tablo 4: Endüstri Devrimlerinin Genel Özellikleri

DEVİRİM	ÜLKE	YIL	TEKNOLOJİ	ÜRETİM TİPİ
Birinci Endüstri Devrim	İngiltere	1760/1765-	-Su gücü	-Fabrika tipi üretim
	Avrupa	1830/1840	-Buhar makinesi	-Seri üretim
			-İplik eğirme makinesi	
			-Demir	
İkinci Endüstri Devrim	ABD	1840/1870	-Çelik	-Seri üretim bant
	İngiltere	1914/1950	-Elektrik	sistemi ile kitlesel
	Almanya		-Demir, deniz ve kara yolu	üretim
			-Elektrifikasyon	
Üçüncü Endüstri Devrimi	ABD	1960/1970-	-Mikroçip	-Yalın üretim
	Çin	2010	-İnternet	-Esnek uzmanlaşma
	Japonya		-Bilgisayar	
	Güney Kore		-Mikro işlemci	
	Almanya		-Fiber-optik	
	İngiltere		-Robot teknoloji başlangıcı	
Dördüncü Endüstri Devrimi	Almanya	2011-	-Bulut bilişim	-Esnek üretim
	ABD	Günümüz	-Eklemeli üretim	-Akıllı üretim
	Çin		-Büyük veri	
	Güney Kore		-Siber-fiziksel sistem	
	İngiltere		-Akıllı fabrikalar	
	Japonya		-Nesnelerin interneti	
	Rusya		-Simülasyon	
			-Zenginleştirilmiş gerçeklik	
			-Endüstriyel robotlar	

Kaynak: Çalışma sonucunda derlenmiştir.

Tablo 4’te Endüstri 1.0’den Endüstri 4.0’a kadar gerçekleşen yeni teknolojiler ve süreçler yer almaktadır. Endüstri devrimlerinin hangi ülkelerde gerçekleştiği ve hangi yılları kapsadığı açıklanmaktadır. Bunun yanı sıra yıllar itibarıyla gelişen ve dönüşen teknolojik yenilikler ve bu yeniliklerin hangi üretim tiplerini benimseyerek imalat gerçekleştirdiği tabloda genel olarak kısaca açıklanmaktadır. Ayrıca tablo tüm bölümün özeti olarak derlenmiştir.

2. BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ VE ÜLKELER

Dördüncü endüstri devrimi önceki devrimlerin aksine daha yıkıcı etkilere sahiptir. Endüstri 4.0'dan önce gelen devrimler büyük devrimin oluşmasına zemin hazırlamıştır. Bu değişim zinciri asırlar boyu sürüp gidecek ve insanlık sosyo-kültürel ögeler, ekonomi, yenilik ve teknolojik dönüşümler yaşanmaya devam edecektir. Endüstri devrimi ile üretim sistemleri değişerek geleneksel üretimden modern üretime geçiş yaşanmıştır. Modern üretim birey gereksinimleri ile örtüşen bir dönemdir ancak post-modern döneme geçişle birlikte üretim ve tüketim biçimleri değişmiştir. Önceki devrimlerle karşılanamayan değişen tüketici isteklerini karşılayacak teknoloji yetersizliği, Endüstri 4.0'ın oluşumuna zemin hazırlamıştır. Bu nedenle Endüstri 4.0 değişen müşteri isteklerine cevap vermek için oluşmuştur. Endüstri 4.0 bu bağlamda firmalar, tedarikçiler, müşteriler vb. ilişkilerde sağlam bir bağlantı kurmaktadır. Bireylerin değişen isteklerine hızlı müdahale ederek gerçek zamanlı olarak karşılamayı amaçlamaktadır.

Devrimin ve dönüşümün büyüklüğünü anlamak için teknolojilerine, ardından ülkelerde ve insanlarda yarattığı etkiye bakmak gerekmektedir. Büyüklüğün yalnızca boyut olarak değil teknolojiyle de mümkün olabileceği anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra teknolojiler insanlığa güç, standart, kalite sağlamayı teklif etmektedir. Kabul edenler teknolojiyi yöneten, etmeyenler ise yönetilen hale gelmiştir. Diğer devrimlerden farklı olarak karmaşık bir yapısının bulunması ve emek gücünün fabrikalarda akılcı bir yol izlemesi gibi faktörler devrimin teknolojik yapısıyla ilgili bir durumdur. Bireyler ve nesnelerle daha yakın bağ kurmayı hedefleyen, makine ve ekipmanlarla otonom bir faaliyet sürdürme amaçlanmaktadır. Bunun yanında devrimin amaçladığı birçok faktör bulunmaktadır. Bunlardan biri de maliyetleri düşürmek ve ucuz emek gücünden yararlanmaktır. Bir diğeri fiziksel ve sanal ortamı birbirine yaklaştırarak rekabet üstünlüğünün yaratılması, niteliksiz emek gücü bağımlılığının azalması sağlanmaktadır. Artık ülkelerin gücünü teknolojik yenilik yapan, endüstride öncü, dönüşüme uyum sağlayan ve veri devrimine ayak uydurabilen ekonomiler belirlemektedir.

1. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ

Bu bölümde Endüstri 4.0 ile yaşanan gelişmeler ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır. Buna ek olarak Endüstri 4.0'a ilişkin avantaj ve dezavantajlara yer verilmektedir. Ardından yeni teknolojik gelişmeler araştırılmaktadır. Endüstri devrimi küresel dünyada ülkeleri de etkilemiştir. Bu kapsamda özellikle ön plana çıkan ABD, Çin, Almanya, Güney Kore, Japonya, İngiltere gibi ülkeler incelenmiştir.

1.1.Dördüncü Endüstri Devriminde Kavramsal Çerçeve

Mrugalska ve Wyrwicka'a (2017) göre Endüstri 4.0; “karmaşık fiziksel makine ve cihazların, ticari ve toplumsal sorunların daha iyi tahmini, kontrolü ve planlanması için kullanılan ağa bağlı sensörler⁹ ve yazılımlarla entegrasyonu” ya da “ürünlerin yaşam döngüsü içinde yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi” olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle, gelecekte Endüstri 4.0 rekabetçi bir strateji olarak algılanacaktır. Kontrolü sağlanan dinamik üretimle birlikte değer zincirinin optimizasyonu üzerine odaklanmaktadır. Rekabetçi ürün ve hizmetlerin güçlü ve esnek lojistik üretim sisteminin tasarımını ve uygulanmasını sağlamaktadır (s. 469).

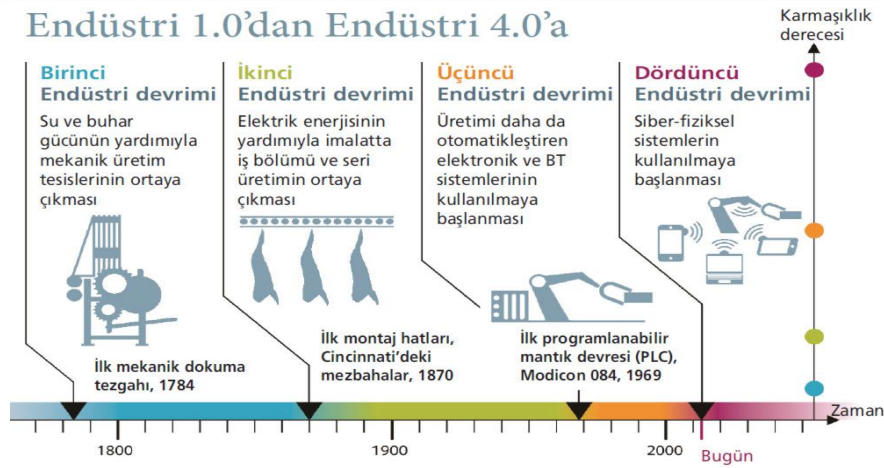
Dördüncü endüstri devrimi; “yatay ve dikey entegrasyon, uçtan uca entegrasyon, üstel teknolojiler” tarafından güç kazanarak büyük endüstri ve teknolojik dönüşümü gerçekleştirmiştir. Endüstri 4.0'ın fiziksel altyapısı CPS üzerine kurulmuştur. Dolayısıyla bu süreci diğer süreçlerden ayıran bir diğer özellik üretim alanıyla sınırlı olmayıp dönüşümü bütün iş modellerine, mühendislik sürecine ve örgütün bilişsel çalışma alanlarına aktarmaktadır (Banger, 2018, ss. 57-58). Günümüzde yaygın olarak kullanılan Endüstri 4.0 terimi, 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya çıkmıştır (Ślusarczyk, 2018, s. 233). Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı ülkenin gelecekte kalkınmasını devam ettirmek için 10 ana proje olan “Gelecek Projesi” adı altındaki projeleri “Yüksek Teknoloji Stratejisi” 2020 projeleri olarak yayınlamıştır. Bu projeler akıllı şehirler, alternatif yakıtlar, akıllı şebekeler vb.

⁹ Sensör teknolojisi ısı, ışık, nem, ses, basınç, kuvvet, elektrik, uzaklık, ivme ve pH gibi hem fiziksel hem de kimyasal nitelikleri elektrik sinyallerine dönüştüren mekanizmalar olarak ifade edilmektedir.

şeklinde sıralanmaktadır. Bu projelerden biri de “Industrie 4.0” olarak açıklanmıştır. Almanya proje için ilk aşamada 200 milyon Euro yatırım yapmıştır. “Endüstri 4.0 Strateji Belgesi” 2013’te yine bu fuarda duyurulmuştur (SIEMENS, 2015, s. 9). Dördüncü endüstri devrimi nihai raporunda, Endüstri 4.0’ın başarılı olabilmesi için tamamlanması gerekenler; referans donanım mimarisinin bulunması ve standartlaşma, karmaşık sistemin idare edilmesi, geniş ve hızlı iletişim altyapısının sanayiye uygulanması, emniyet ve güvenlik, yasal mevzuatları uyarlama, iş tasarımı ve organizasyonu, eğitimin gelişmesinin devamlılığı, kaynakların etkin kullanımı olarak sekiz aşamada gerçekleşmektedir (Kılıç ve Alkan, 2018, s. 32).

Diğer devrimlere göre, Endüstri 3.0 yani bilgi toplumu olarak geçen süreç daha farklı temel bileşenlerde toplanarak bilgi, haberleşme teknikleri ve mikro-elektronğin ortaya çıkması ve gelişmesine öncülük etmiştir. Günümüzde kullanılan Endüstri 4.0 teknolojileri ise CPS, IoT ve akıllı fabrikaları kapsayan teknolojilerle tanınmaktadır. Aşağıda Endüstri 1.0’dan Endüstri 4.0’a kadar geçen süreç tarihsel gelişimleriyle Şekil 7’de yer almaktadır.

Şekil 7: Endüstri Devriminin Tarihsel Gelişim Süreci



Kaynak: Capital, 2013

Endüstri 4.0’a giden süreçler incelendiğinde, Endüstri 3.0 teknolojileri ile mekanik, elektronik ve yazılım alanında ortaya çıkan gelişmelerin bu gelişime temel oluşturduğu görülmektedir. Endüstri 3.0, otomasyonun daha dinamik gerçekleşmesine, lazer ve fiber optik alandaki ilerlemelere, bilgisayar sistemlerine ilişkin yazılımların geliştirilmesine ve internet alanının genişlemesine olanak

vermektedir. Bunlar üretim teknolojisinde otomasyonun hassas sensörlerle ölçüm, sınıflama, kontrolünün yapılması ve verilerin farklı yazılımlarla yapılmasına olanak sağlamıştır. Endüstri 4.0'ı diğer endüstri devrimlerinden ayıran en önemli özellik etkilerin meydana gelmesiyle değil, şu an oluşmuş olmasından kaynaklanmaktadır (Türkcan ve Akseki, 2019, ss. 60-61).

Tüketiciler tarafından talepte bulunulan ürünün sipariş aşamasından teslim aşamasına kadar tüm sürecin kontrolünün sağlandığı, faaliyetlerin ve fonksiyonların otonom sistemler ile yapıldığı, kişilerin istek ve beklentilerine cevap verebilmekte, bunun yanı sıra oluşan değişiklikleri anında çözebilmektedir. İnsan ve nesneler arasında bağ kurmakta, üst düzey katma değer sağlayabilmek amacıyla veri akışı eşzamanlı gerçekleşmekte, organize ve sistemli bir şekilde, makine ve ekipmanlar otonom bir biçimde faaliyet göstermektedir (Görçün, 2017, s. 144). Endüstri 4.0 sürecinde bireylerin farklılaşan isteklerine hızlı cevap verebilen üretim sistemi bulunmaktadır. Ayrıca birbiriyle iletişim ve koordinasyon sağlayan otomasyon sistemleri bulunmaktadır. Bu devrim şirketler, firmalar, tedarikçiler, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında haberleşme ağı oluşturmak olarak ifade edilmektedir (Qin vd., 2016, s. 174).

Endüstri 4.0'ın diğer en önemli özelliği dijital sistemleri dönüştürme ve kapsamını genişletmektir. Son altmış yıl içinde dünya çapında değişim için bilgi işleme, depolama ve iletme ortamlarındaki gelişmeler olmasaydı yeni teknolojiler bulunamazdı. Endüstri 4.0 teknolojileri yaygınlaştıkça yatırım, verimlilik, kurumsal strateji, sanayi yapısı ve kişisel davranışlar üzerinde oluşan etki hızlanmaktadır (Schwab ve Davis, 2019, ss. 40-41). Endüstri 4.0 ürün hayat döngüsü kapsamında değer zincirinin farklı bir organizasyon biçimine vurgu yaparken, bu süreç fiziksel ve sanal dünyayı birleştirmeye odaklanmaktadır. Böylece imalatla otomasyonda enformasyon ve elektronik teknolojilerinden yararlanılırken Endüstri 3.0'dan farklı olarak karmaşıklık seviyesi değişik bir yapıdan söz edilmektedir. İşgücü önemini kaybetmemiş, merkezi bir fabrika sisteminden, akılcı bir sisteme geçiş önem kazanmıştır. Üreticiler tüketici gereksinimlerini anında gerçekleştirmek için fabrika ve makinelerin otomasyonunu kendiliğinden biçimlendirecek organizasyonlara yönelmiştir (Alçın, 2016, s. 22).

Endüstri devriminin büyüklüğünün anlaşılması için bir örnek vermek gerekirse, Ray Kurzweil'in mucit ve imparatorun hikayesini konu aldığı eseri dikkat çekmektedir. Satranç oyununu çok seven İmparatorun oyunu icat eden kişiye dileğine uygun pirinç verilmesini söylemiştir. Mucit dilediği pirinç adetini “Satranç tahtası üzerindeki birinci kutuya bir adet pirinç, ikinciye iki adet, üçüncüye dört adet biçiminde her kutuya bir öncekinin iki katı kadar pirinç koymuştur”. Buradaki en önemli ayrıntı, 63 kez ikiye katlandığında büyük bir rakam oluşmaktadır. Mucitin isteği yerine getirilirse, 2 üzeri 64 -1 veya 9 katrilyondan daha büyük pirinç adeti elde edecektir. Sonuç olarak büyüklüğü Everest tepesinden daha yüksek pirinç yığını yapmaktadır (Kazdağlı, 2015, s. 25).

Günümüzde Endüstri 4.0'a ilişkin uygulama, makine, nesne, süreç ve fabrika gibi etkenlerin tümünün bir ağa bağlantılı duruma gelmesi hızlanmıştır. IoT ve endüstriyel internette (endüstriyel IP) ağlarla ilgili prototiplerin dönüşümü yönünde ilerlemeler kaydedilmiştir. Endüstriyel IP ile internetten daha fazla verim alma planlanmıştır. Dolayısıyla firmalarda daha esnek ve inovatif şekillerde çalışmalar yapılarak, imalata yönelik yan süreçlerde daha fazla bilgi akışı, ağ şartı ve olanağının sağlanacağı tahmin edilmektedir (Banger, 2018, s. 21). Günümüzde endüstriyel üretim, global rekabet ve üretimin değişen pazar taleplerine hızlı uyum isteğinden kaynaklanmaktadır. Bu ihtiyaçlar yalnızca mevcut üretim teknolojisindeki radikal gelişmelerle karşılanabilmektedir (Rojko, 2017, s. 77).

Aşırı otomasyon ve bağlantılılık Endüstri 4.0'ın itici gücü sayılmaktadır. Bu dönemde YZ teknolojisinden daha fazla yararlanılmaktadır. Dil ile görsellerin işlenmesi ve bilgisayar tarafından işlenmeyenlerin dışında büyük verinin işlenmesinin de YZ ile yapılacağı belirtilmiştir (BEBKA, 2017, s. 16). Endüstri 4.0'ın geleceği yönlendireceği tahmin edilmektedir. Endüstri 4.0 dijital dönüşüm, YZ, eklemeli üretim, nanoteknoloji gibi alanlarla sınırlı kalmayıp, bu süreç çalışma koşulları gibi yönetim, yeni meslek, istihdam, sosyal güvenlik, sendika gibi farklı alanları da etkilemiştir. YZ'den yararlanan firmalar, emek gücünü azaltmakta ve bu süreçte gelirlerin emek gücüne daha az gitmesini sağlamaktadır. YZ'ye yönelik çalışmalar yapan firmaların tüm gelirin hakimi olması muhtemel görülmektedir. Hükümetin, firmaların ve sivil toplum örgütlerinin Endüstri 4.0 ile ilgili muhtemel durumlara karşı hazırlık yapması gerekmektedir (Öztuna, 2017, ss. 56-57).

YZ'yi anlamlandırmak için beyin ve bilgisayar ilişkisinde aynı ya da farklı yönlerinin anlaşılması gerekmektedir. Beyin 60 yılda saniyede 600 birimi hafızada kaydedip, işleyip programlamaktadır. Bu durum, dakika olarak 3,600, saat olarak 2,160,000 bitlik bilgi denilmektedir. İnsan beyni ile eşdeğer bir makinenin oluşturulabilmesi için 300 trilyon dolar, yapılan makinenin çalıştırılması için de 1 milyon watt elektrik gerekmektedir (Pirim, 2006, s. 82).

Bunun yanında gelişmekte olan ülkelerde yeni teknolojiler en fazla imalat sanayisini etkilemiştir. Elektronik ve mikroelektronik teknolojiler ürünlerde olduğu kadar teknolojik süreçlerde ve yönetim tekniğinde farklılaşmaya neden olmuştur. Bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla ülke ekonomisinde rekabet avantajı yaratmıştır. Ardından yeni teknolojilerin yeterli seviyede kullanılmaması neticesinde karşılıklı avantajların zamanla yok olmasına neden olmaktadır (Ongun, 2009, s. 13). Endüstri 4.0 formu, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi tarafından yayınlanan raporda bu dönemle birlikte şekillenen ayırt edici özellikler şunlardır (Alçın, 2016, s. 21):

- Yeni iş modelinin oluşturulması,
- Daha iyi iş ile hayat dengesi,
- Depolama yöntemleri ve kaynaklar ile makinelerin küresel değişimi,
- Konum becerisine hakim akıllı ürünlerle gelişim sağlama,
- Ürünlerin özellikleriyle uyumlu ve kaynak optimizasyonu oluşturan akıllı fabrikaların kurulması,
- İşgücü için işyerlerinde toplumsal altyapı ve kişisel değişikliklerde hassas iş yapısı,
- Anında mühendislik ile sorunların çözümü için geliştirilmiş akıllı yazılım bulunmaktadır.

Endüstri 4.0 sürecinde mühendislik, operasyonel, planlama, imalat ve taşımacılık faaliyetleri, kalite standartları çerçevesinde yapılarak esneklik ve dayanıklılık yaratan maliyet değerlendirilebilirliği ve kaynak kullanımını optimize eden, dinamik, gerçek zamanlı, kendi kendini optimize eden sistemiyle değer zincirinin oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Acatech, 2013, s. 21).

Bu sürecin amacı, fiziksel ve sanal ortamı birbirine yaklaştırmaktır. İnsan etmeni önemini yitirmemiş, fabrika kontrol mekanizmasında, teknoloji ve akıl hakim olmaktadır. Sonuçta, global dünyada maliyetleri düşürmek, rekabet üstünlüğü yaratmak, niteliksiz emek gücü bağımlılığını azaltmak ve kıt kaynaklardan daha iyi yararlanmak sürecin en temel noktası kabul edilmektedir (Ramanathan, 2014, s. 28). Endüstri devrimini diğer devrimlerden ayıran en temel özellikler üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanmaktadır (Fırat ve Fırat, 2017, s. 213):

- **Hız:** Bu özellik üstel bir hızla başlayıp, global dünyadaki üst düzey teknolojinin üretimi sağlanmaktadır.
- **Genişlik ve derinlik:** Bu özellik dijital teknoloji alt yapısı ile kurulmakta ve iş dünyasında, kişilerde, toplumda paradigmlar kullanarak değişim ve dönüşüm yaratmaktadır. Nesiller arası fark daha fazla artmaktadır.
- **Sisteme etkisi:** Yönetim bilişim sistemleri ile bir şeylerin başka bir şeylere bağlantılı olduğu ağ sistemi ile gelişirken, evrendeki sistemlerin dönüşümünü kapsamaktadır.

Endüstri 4.0 sürecini anlamlandırabilmek için akıllı üretimin gelişimi ve kullanımı aşağıdaki başlıklarda daha iyi anlaşılmaktadır (Kamber ve Sönmeztürk Bolatan, 2019, s. 838):

- *Karşılıklı çalışabilme:* Sistemler, bireyler ve üretimin birbiriyle bağlantılı iletişim halinde bulunan CPS, sanal ortamda bilgilerin makineler ve bireyler arasında transferini yapmaktadır.
- *Gerçek zamanlı yetkinlik:* Akıllı üretim için hızlı veri kullanma, işleme ve karar verme yeteneğine sahip olması sağlanmaktadır.
- *Sanallaşma:* Akıllı fabrikaların yaygınlaşmasıyla uzaktan sensörler yardımıyla veya ekran başından takip edilebilir hale gelmiştir.
- *Kişiselleşme:* Siber sistemlerde makineler üretim komutlarının yanı sıra, üretimle ilgili önemli kararlar almada kullanılmaktadır. Bu kararlar tek taraflı değil, makine ve sistemler aracılığıyla desteklenmektedir.
- *Hizmette oryantasyon:* Nesnelerin internetine uygun yazılım kullanılmaktadır.

- *Modülerlik:* Bireylerin farklı ürün talepleri doğrultusunda ürün süreci değişikliği için, yazılımların çözümlenmesinde değişik görevler verebilmektedir.

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasındaki en önemli etken, üretim maliyetleri nedeniyle, ilk önce uzak doğu, ardından iş gücü ile diğer kaynak maliyetleri düşük olan ülkeler tarafından kullanılan küresel üretimin, batı ülkelerine aktarılmasıdır. Son 20 yıl içerisinde düşük maliyetler nedeniyle batıdaki üretimin, ucuz iş gücünün yüksek olduğu ülkelere geçmesi ve daha sonra bazı kaynakların da düşük maliyetli ekonomilere geçmesiyle, küresel pazar payında batı ülkelerinin %10 değer kaybına uğradığı görülmektedir (Yıldız, 2017, s. 2). Henüz endüstrileşmiş ülkelerle rekabet etmede zorlanan erken endüstrileşen ekonomilerin başvurdukları yol, firmaları işgücünün ucuz olduğu ülkelere kaydırma şeklinde gerçekleşmektedir. Günümüzde endüstri ürünlerinin önemli bir bölümü erken endüstrileşmiş ülkelerin gelişen ekonomiler ve inşa edilen fabrikalar tarafından üretilmiştir. Örneğin, Alman otomobil fabrikaları, imalatı iş gücünün ucuz olduğu Amerika kentlerine doğru kaymaktadır (Yenal, 1999, s. 63).

Sermaye sahipleri gelişmiş ülkelerde üretim yaptığı için maddi olarak yükümlülüklerinin ağırlaşmış olmasından dolayı Endüstri 3.0'dan sonra üretim az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere kaymaya başlamıştır. Bazı yeni teknolojilerin oluşmasıyla üretimde dünya genelinde yer değiştirme yaşanmıştır. Bu gelişmeden sonra sosyal refah devlet krizi yaşanmış ve bu krizi önlemek için 1980'lerde üçüncü yol adında İngiltere merkezli ekonomik ve toplumsal ilişki modeli uygulanmaya çalışılmış ancak gelişmekte olan ülkelere etkili olduğu tartışma yaratmıştır (Bauman 2014'ten akt. Yazıcı ve Düzkaya, 2016, s. 57). Firmaların Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalar yürütmek için, bilişsel ve operasyonel teknolojilere entegrasyon sağlayacağı alanda yaklaşım benimsemesi gerekmektedir. Endüstri 4.0; bilişim, iletişim, otomasyon, veri toplama gibi tekniklerin entegrasyonudur. Endüstri 4.0'ın sürekli gelişeceği ve uygulama konusunda kendini iyileştireceği bilinmektedir (Öztuna, 2017, s. 54). Fabrikaların hedefleri doğrultusunda otomatik hale gelmesiyle yapılan işlerin makinelerle aktarılması kolaylaşmıştır. Akıllı teçhizat ve ürünler, internete bağlanarak ürünün oluşturulma aşamasından, Ar-Ge, üretim ve tedarik zinciri aşamaları kontrolü yapılmakta ve dolayısıyla verimliliğin artmasını

sağlamaktadır. Endüstri 4.0 ürünlerin bireylere teslimi, satıştan sonraki hizmet ve mahsullerin geri dönüşümünü içermektedir (KPMG, 2015, s. 1).

1.1.1. Endüstri 4.0 Avantajları

Endüstri 4.0 seviyesine ulaşmak isteyen ülkeler dijital dönüşümün üretim yerlerine getirdiği verimlilikten Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikalarında, maliyetler düşerken insan hatalarından arınmış daha verimli ve etkin bir üretim sürecine odaklanmıştır (Lee vd., 2014, s. 5). Endüstri 4.0 kendi değerlerine odaklananlar ve dünyevi bir dünya fikrini savunan toplumlar içinde gerginliğin artmasına neden olmaktadır. Manuel Castell'in değindiği gibi, *“Teknolojik dönüşümde bireyler, firmalar ve kuruluşlar değişimi derinden hisseder, tamamıyla değişimin etkilerindeki cehaletlerinden dolayı, değişime ayak uyduramazlar”*. Teknolojik değişimin derinliğinin hissedilmesi ile bireyler, şirketler ve kurumlar dönüşümün farkına varmaktadır ancak teknolojinin etkisi konusunda cahillikleri yüzünden dönüşüme ayak uyduramayanlar olarak bilinmektedir (Schwab, 2017, s. 102).

Endüstrileşme ile gelen yeni teknolojilerden olan blok zinciri, şifreleme yöntemiyle birlikte kurulan ve bağlantılı verilerle gerçekleştirilen kayıt dizilerine denilmektedir. Bu teknoloji sanal para gibi farklı finansal işlemlerin içinde bulunduğu dijital defter olarak bilinmektedir. Böylece yapılan işlemler güven çerçevesinde ve başka bir otoritenin onayı olmadan yapılmaktadır. Bu kavram, Bitcoin'in 2009 yılında kurulmasıyla ortaya çıkmıştır. Bitcoin'i oluşturan blok zincir daha fazla finans sektöründe kendini göstermekte ve diğer sektörlerde de kullanılmaktadır (Türkcan ve Akseki, 2019, s. 196). Endüstri 4.0 kendi kendini yapılandırma, izleme ve iyileştirme gibi otonom özelliklere sahip akıllı sistemlerle yönlendirilen üretim ekosistemini olanaklı kılmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0, verimlilikte hızlı bir büyüme sağlamaktadır. Makine-insan iş birliği ve simbiyotik ürün oluşturmaya odaklanmış yeni tip gelişmiş üretim ve endüstriyel aşamalar ortaya çıkmaktadır (Thames ve Schaefer, 2016, s. 13). Endüstri 4.0'ın getirdiği avantajlar ve faydalar şu şekilde sıralanmıştır (EBSO, 2017, s. 18):

- İşgücüne yönelik geleneksel fabrikalar dışında makine ve akıl gücüne dayanan akıllı fabrikalar bulunmaktadır.
- Seri üretim kullanılarak müşteri ihtiyaçlarına yönelik özel üretim ve akıllı ürünlerin kullanılmasıdır.
- Hammadde ve kaynak kullanımı azaltılırken, verimlilikte artış, enerjide ise daha fazla verim sağlanmaktadır.
- Eklemeli üretimin (3D yazıcı) kişilerin özel yaşam alanlarında (evler) dahi üretimi gerçekleştiren duruma gelmesiyle tüketiciler üretici konumuna geçmektedir.
- Üretim tesisleri ile ürünlerin gerçek zamanlı bir şekilde veri ve bilgi alışverişini yaygınlaştırmıştır.
- Endüstriyel robotların gelişmesi ile işgücüne yönelik ihtiyaç azalarak akıl gücüne yönelim ön plana çıkmaktadır.
- Otomatik olarak kendini yöneten üretim yöntemleri neticesinde gerekli kaynaklara olan ihtiyacın azalması, robotların ise üretim süreçlerini yönetmesi mümkün olmaktadır.
- Robotların yaygın hale gelmesi ile iş güvenliği ve güvenlik problemlerinin azalması beklenmektedir.
- Endüstri 4.0 sürecine adapte olan firmaların global pazar payı artmakta, imalatın dijital ortamla iç içe geçmesiyle başlamaktadır.

Endüstriler ülkeler için iktisadi büyümenin merkezinde bulunmaktadır. Birçok Batı ülkesinde endüstrinin GSYH'daki payı %10 ve %15 (3,49'dan -4,34'e)¹⁰ düşmüştür¹¹. Buna karşın 2006 ve 2011 yılları arasında geçen sürede batıdaki 27 ülkenin toplam endüstri üretim verileri 550'den 620'ye yükselmiştir. Daha sonra Çin'deki üretimin 170'ten 580'e yükselmesiyle Avrupa ülkeleri tedbir almak için çalışmalar yapmıştır. Almanya'nın bütünleşmiş bir düzenle ürünün pazara varış hızı yükseltirirse, esnek üretim kullanılırsa ve verimlilik artışı sağlanırsa Çin'i geride bırakacağı düşünülmektedir. Bilgisayar kullanılarak simülasyon yapılması, esnek

¹⁰ <https://data.worldbank.org/>

¹¹ 2006 ve 2011 yıllarında gerçekleşen düşüştür.

üretimle kişisel talepleri karşılamada çeşitli ürünlerin üretimi, emek gücünün üretimde kullanılmamasının maliyetleri ve üretim hatalarını düşüreceği tahmin edilmektedir (MTSO, 2017). Endüstri 4.0 teknolojisi ile ortaya çıkan ve ekonomik büyümeye etki eden dört fayda bulunmaktadır. Bu faydalar şu şekilde sıralanmaktadır (EBSO, 2017, s. 19):

- **Üretkenlik:** Gelecek 5 veya 10 yıl içinde birçok firma Endüstri 4.0'a adapte edilecek, hammadde hariç üretim maliyetleri %5 ya da %25 arasında düşme gösterecektir.
- **Ciro artışı:** Endüstri 4.0 neticesinde ileri ekipman ve yeni veri uygulama beklentisi, müşterilerin bireyselleştirilmiş ürünlere ilişkin artan taleplerine yönelik artmaktadır. Örneğin, Almanya'nın ekonomik büyümede GSYH'ye %1 artış sağlayarak yıllık 30 milyar dolar büyüme gerçekleştirmesi beklenmektedir.
- **İstihdam:** Son sanayi devrimi ile üretimde %6 ve %10 istihdam artışı olacağı tahmin edilmektedir. Yeni emek gücüne olan talebin mekanik ve mühendislik sektöründe olması muhtemeldir. Çeşitli özelliklere sahip çalışana olan talebin artması beklenmektedir.
- **Yatırım:** İmalat sürecine endüstrileşmenin uyum sağlaması için üreticilerin cirolarından %1 veya %1,5 yatırım ayırması gerekmektedir.

Dünya'da küresel GSYH'nin yüzde 65'inin hizmet sektöründe toplandığı ve ilerleyen yıllarda ekonomik büyümenin 3/4'ünün bu sektöre kayacağı düşünülürse sektörlerin hizmette inovasyon yapması kaçınılmaz görünmektedir. Endüstri 4.0'ın en fazla yansıdığı sektör hizmet sektörü olmuştur. Endüstri 3.0'ın getirileri olan bilişim ve internetin devamı durumunda olduğu bilinmektedir. Dijitalleşmeyle beraber alıcının talepleri doğrultusunda kişiye özel hizmette bulunmakta ve rekabeti ön plana çıkarmaktadır (Kabaklarlı, 2016, s. 23). Endüstri 4.0 Almanya'dan sonra Avrupa'ya yayılarak milyonlarca Euro'luk bir piyasaya dönüşmüştür. Avrupa'da 2020 yılında 140 milyar Euro yatırım yapılması öngörülmektedir. Günümüzde gelişmiş ekonomiler Endüstri 4.0 haritası hazırlayıp, çalışmalarını devam ettirmektedir. Bu doğrultuda yapılan Ar-Ge çalışmaları yeni teknolojiler ile buluşmayı ve Endüstri 4.0'ın gelişmesini sağlamaktadır. 2018'de endüstride 2,3 milyon robot kullanımı, akıllı üretim sistemi, akıllı şehir, lojistik, ev, cihaz, şebeke,

e-ticaret, sosyal ağlarla birleşmesiyle veriler, nesneler, bireyler ve hizmetlerin internet ağından yararlanarak önümüzdeki küresel ticaret hacminde % 46'lık bir değişim yaşanacağı belirtilmektedir (EBSO, 2017, s. 5). Son devrimin yaygınlaşmasıyla birlikte etkilenen sektörlerden biri de sağlık sektörü olmuştur. Bireylerin sağlık verilerini kendileri üretebilir duruma geleceğinden söz edilmiştir. Nabız, tansiyon, insülin değerleriyle ilgili veri üretilmekte ve dijital olarak saklanmaktadır. İnsan genleri üzerindeki hatalar araştırılıp kesin ve kişiselleştirilmiş bilgiler elde edilmiştir. Görüntüleme ve tanı teknolojileri gelişerek hayatımızı kolaylaştırmıştır (Özdoğan, 2017, ss. 32-33).

1.1.2. Endüstri 4.0 Dezavantajları

Endüstrileşmeyle ilgili gelişmeler göz önünde tutulduğunda bir yenilik veya yeni teknoloji hayatımıza girdiğinde, bu teknolojilere uyum sağlandığında olumlu pek çok gelişme olabileceği gibi olumsuz etkenler de sanayileşmeyi etkileyen büyük faktörlerden olacaktır. Burada önemli olan yeni gelişmeye ayak uydurabilmek ve bu teknolojiye adapte olabilmektir. Buna karşın Endüstri 4.0'ın en çok etkileyeceği alanlardan biri işgücüdür. İşgücünde ortaya çıkan olumsuz değişimler işgücü yapısını etkileyecektir. İşgücünden çalışanlar çıkarılarak yerine robotların getirilmesiyle birlikte verimlilik artacak ve maliyetler düşecektir ancak robotlar kas gücünün yerini alacağı için işsizliğinde artmasına neden olacaktır. Bunun olumlu yönü ise yeni iş kollarının yaygınlaşmasıyla istihdam da artış olmasıdır. Ayrıca yeni teknolojilerin gelişerek daha muazzam hale gelmesiyle birlikte, siber güvenlik riskleri ve güvenlik açıkları daha fazla artacaktır. Yeni teknolojiler yön değiştirirse veya kötü amaçlar için kullanılırsa tehlikenin boyutu da artacaktır.

Endüstri 4.0 sürecinin global dünyada daha hızlı yayılması beklenmektedir. Dolayısıyla bu sürecin uluslararası ekonomide olumsuz durumları da bulunmaktadır. Fabrikalaşmayla birlikte işgücünün YZ ile değiştirilmesi sonucunda çok uluslu şirketlerde sermaye yoğun üretimin gerçekleşmesi beklenmektedir. İşgücünün aldığı ücret azalırken, gelir dağılımında bozulmalar yaşanabilmektedir. Yabancı firmaların ülkede aktifliğinin artmasıyla yerli firmalar rekabet gücünü kaybetmektedir. Bunun sonucunda rekabet edemeyecek durumdaki yerli firmaların değer zincirinden ayrılmaları söz konusu olmaktadır (Porter, 1990'dan akt. Aydemir, 2018, s. 256).

2. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİNİN TEMEL TEKNOLOJİLERİ

Dünya ülkeleri Endüstri 4.0'a ve yeni teknolojilere uyum sağlamak için stratejiler belirlemektedir. Ülkelerin ekonomik, sosyal, siyasal, teknolojik vb. olarak güçlü bir konuma gelmesi için devrimin değiştiği ve değişimin yeni teknolojiler getirdiği açık bir şekilde görülmektedir. Giyilebilir teknolojiden yapay organlara kadar gerçekleştirilecek, 100 yıl önce duyulduğunda böyle bir teknolojinin varlığına insanların inanamayacağı bir boyuttan söz edilmektedir. Bu teknolojilerin oluşumuna zemin hazırlayan Endüstri 4.0 ile hayatımıza giren dokuz yeni teknoloji bu kısımda incelenecektir.

2.1.Nesnelerin İnterneti

IoT, çeşitli teknolojilerin birbiriyle iletişime geçmesini ve fiziksel nesnelerin bir ağ ile bağlanmasını içermektedir. İlerleyen dönemlerde nesnelerin internetinin gelişimi makine öğrenimi, gömülü sistemler, wireless (kablosuz) bağlantısının ağ bağlantısını üretim uygulamalarıyla bütünleştirmektedir (Morrar ve Arman, 2017, s. 14). Yalnızca nesneleri kapsamadan süreçler, veriler, bireyler, canlılar ya da atmosferdeki olgular gibi farklı değişkenler baz alınarak bir sistem geliştirilmiştir. “Nesnelerin interneti kavramı” ilk kez 21. yüzyılda ilk 10 yıl içinde yaygın hale gelmiş ve tedarik zincirinde bulunan ürün ve süreçlere bilgi ulaştırarak Endüstri 3.0 devriminden Endüstri 4.0'a geçişi hızlandırmıştır. Radyo frekansı tanımlama (RFID) cihazları uygun maliyetli sensör teknolojilerini “ nesneleri” etiketleme ve izleme düşüncesi ile ortaya çıkmıştır (Thames ve Schaefer, 2016, s. 13). Nesnelerin internetini kavramak için IoT'a yönelik genel özellikler Tablo 5'te verilmektedir. Bu özellikler; karmaşık zeka, hızlı haberleşme, açık sistem, asıl zamanlı imalat ve veri aktarımı olarak dört bölüme ayrılmaktadır.

Tablo 5: Nesnelerin İnternetinin Genel Özellikleri

Karışık Zeka	Akıllı cihazların ve ağların merkezi iyi bir denetim sistemlerine bağlı bulunmadan karar verme ve denetleme özelliği ile donatılması hedeflenmektedir. Akıllı imalat makineleri bir ağ aracılığıyla aynı imalat hattında yer alan makinelerle ve bulutla iletişim kurulabilmektedir.
Seri Haberleşme	İş yeri içinde iletişim kurabilmek için fiber altyapı ile yeni iletişim protokolünün iyileştirilmesi gerekmektedir.
Açık Sistem ve Standartlar	Çeşitli firmalar tarafından tasarlanan imalat cihazlarının birbiriyle iletişim kurabilen belirli bir dille programlanma imkanı, fabrikaların bir tek kaynağa bağlı olmadan ekonomik ve esnek bir sonuç elde edebilmesidir.
Asıl Zamanlı İmalat ve Veri Aktarımı	İmalatta rastlanan talep değişikliği ve hammadde tedariki gibi problemlere seri bir şekilde yanıt vermektedir. Dolayısıyla imalatта toplanan enformasyonun asıl zamanlı şekilde izlenmesi, rekabet ve maliyet olarak olumlu gelişmeler bulunmaktadır.

Kaynak: Ercan ve Kutay, 2016, s. 602

Tablo 5’te nesnelerin internetinin dört farklı özelliği verilmektedir. Bu özellikler IoT teknolojisini anlamlandırabilmek için önemli özelliklerdir. Denetim sistemine bağlı kalmadan karar verme ve denetleme özelliklerinin karmaşık zeka ile kullanılabilir hale gelmesi, iş yerlerinde seri iletişim kurma seri haberleşme ile mümkün olmaktadır. Herhangi bir kaynağa bağlı kalmadan esnek bir şekilde sonuca ulaşabilme açık sistemlerle mümkün olmakta, tüketicinin değişen isteklerine cevap verebilmek ve hammadde bulma gibi problemleri çözmek için asıl zamanlı imalat ve veri aktarımı kullanılmaktadır.

Nesnelerin interneti kapsamlı ve geniş uygulama alanına sahip teknolojilerden biridir. 2025 ve 2030 yıllarında daha fazla gelişmesi beklenen yeni teknolojilerdendir. Nesnelerin internetinin uygulandığı yerler: E-Sağlık, Ev Otomasyonu, Akıllı Çevre, Akıllı Su Sistemi, Akıllı Tarım, Akıllı Hayvancılık, Akıllı Enerji, Akıllı Şehirler, Akıllı Ölçüm, Endüstriyel Kontroller, Güvenlik ve Acil Durumlar, Alışveriş ve Lojistik’tir (Gökrem ve Bozuklu, 2016, s. 49). Aşağıdaki tabloda nesnelerin interneti katmanları dört bölümde tamamlanmaktadır. Bu katmanlar birbiriyle iç içe süreçlerden oluşmaktadır.

Tablo 6: Nesnelerin İnterneti Bölümleri

ÇEVRE	CİHAZ	İLETİŞİM		BİLİNÇ
*Sıcaklık *Konum *Ağırlık *Işık şiddeti *Nabızda sayı *Tansiyon *Sertlik *Karbondiyoksit oranı *Nem ph değeri	*Algılayıcı *Mobil cihazlar *RFID	*RFID *Wifiler (Wireless Fidelity) *Zigbeeler ¹² *Bluetooth *Kızıl ötesi (Infrared) *NFC (Near Field Communication) *ModBus (Seri haberleşme protokolu.)	*GPRS (General Packet Radio Service) *GSM (Global System for Mobile Communications) *Bacnet (Building Automation and Control Networks) *LPWAN (A low-power wide-area network) *M-Bus (Meter-Bus)	*Yazılım dili *Büyük veri *Bulut *Makine öğrenme

Kaynak: Gökrem ve Bozuklu, 2016, s. 48.

IoT katmanları birbiriyle iç içe süreçlerden oluşmaktadır. Bu süreçlerden olan çevre katmanında sıcaklık, konum, ağırlık, vb. gibi fiziksel büyüklükler ham olarak bulunmaktadır. Ham verilerin algılanmasıyla sayısal sinyallere çevrilmektedir. Buradan alınan değerler önce işlenmekte ve daha sonra iletilmektedir. İletişimde gereken RFID, Zigbee, NFC gibi elektrik hattı taşıyıcılarının kablolu ve kablosuz iletişim protokolleri bulunmaktadır. Bu protokoller bilinç adı verilen işlem merkezine yollanmaktadır. Burada ufak işlemler gömülü sistemler ile yapılırken, büyük veriler ise bulut sistemine gönderilmektedir. Bu verilerin analizi için gizlilik, güvenlik, kimlikleme ve tanıma gibi işlemler bu bölümde yapılmaktadır (Gökrem ve Bozuklu, 2016, s. 48).

2.2. Bulut Bilişim Sistemleri

Bulut teknolojiyle (BT) muhtemel bilgiye farklı yerlerde erişme olanağı oluşturulmaktadır. Bilgisayar ya da cep telefonundan bütün bilgilere erişim sağlanmaktadır. Belleklere ve disk değişimine ihtiyaç duymayan esnek bir yapıda olup hem elektrik hem de yerden tasarrufta bulunmaktadır. Endüstri 4.0 ve BT'nin

¹² Kişisel alan ağları için kullanılan bir IEEE 802 standardına göre küçük, düşük güçlü dijital radyolar kullanılarak oluşturulan yüksek düzeyde iletişim protokollerinin özelleştirilmesidir.

ortak noktası veri olarak karşımıza çıkmaktadır. Son devrimin niteliklerinden biri de bilgiye erişme ve kontrolünde sınırları ortadan kaldırmaktır. Bu sistemde elde edilmek istenen bilgiye her yerden ulaşma olanağı sağlanmaktadır (Öztuna, 2017, ss. 58-59). BT ile ilgili yapılan araştırmalar neticesinde genelde, donanım, yazılım, ağ ve çalışan harcamalarında azalma gerçekleştiği ortaya çıkmıştır. BT’de yatırım gerçekleşmeden önce maliyet avantajları oluşturulmaktadır. Üçüncü tarafa ilişkin sunucularda tutularak, ihtiyaç duyulduğunda ulaşılarak kullanılmaktadır. BT’nin avantajlarından biri de maliyetlerden sonra esneklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde BT ve bütün iş yapılarında iyileşme ve azalma durumlarında değişme görülmektedir. Bir diğer avantaj ise, kullanılabilir ve sürdürülebilir olmasıdır (Yıldız, 2009, ss. 10-11). Aşağıda Tablo 7’de bulut sisteminin kullanım şekilleri ve yararlanma biçimleri dört farklı şekilde açıklanmaktadır.

Tablo 7: Bulut Bilişim Sisteminden Yararlanma Biçimleri

Genel Bulut	Üçüncü tarafla ilgili ve web aracılığıyla kullanıma açık bulunmaktadır. Bazı hizmetler; Amazon, Google, Go Grid vb.
Özel bulut	Belirli bir kurum için uygulanan, kurum içi olabildiği gibi kurum dışında bir yerde gerçekleştirilebilmektedir. Bu model kuruma özel olarak yapılmaktadır.
Topluluk Bulutu	Altyapısı bulunan kurum ve ortak hareket sağlayan kuruluşlar aracılığıyla paylaşımı yapılmaktadır.
Melez Bulut	Diğer üç modelde mevcut bulunan çeşitlerin bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır.

Kaynak: Yıldız, 2009, ss. 8-9

Tablo 7’de BT dört bölüme ayrılmaktadır: Birincisi genel bulut; küçük ve orta büyüklükteki kurum, şirket ve bireylerin veri aktarımı ve depolamada kullandığı bir alandır. Örneğin, şirketlerin kendi içlerinde e-posta uygulamasını kullanmasıdır. İkincisi özel bulut; şirketlerin veya kurumların erişimi, gizliliği ve güvenliği yüksek bilgilerin depolandığı veri sistemidir. Örneğin, kurumların ve şirketlerin Ar-Ge’ye yüksek miktarda yatırım yapmasıyla ve uyguladığı yenilik çalışmalarıyla verilerini

şifreleme yöntemidir. Bir diğer çeşidi melez veya topluluk bulut olarak bilinmektedir (Özen, 2019, ss. 106-107). BT teknolojisiyle birlikte 3 farklı teknoloji gelişmeye başlamıştır. Bunlar; BT'nin alt yapısını oluşturan internet hizmetleri, sanallaştırma ve ızgara teknolojisi olarak bilinmektedir. Bu sistemlerde güncelleme, sürümü artırma, yedekleme işlemleri farklı bakım ve yönetim ortamları bulut teknolojisi departmanları aracılığıyla kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Firmada yapılan operasyonlar açısından kesintisiz bir iletişimin sağlanması için firmaya yönelik birçok avantaj bulunmaktadır (Seyrek, 2011, ss. 703-704).

Günümüzde BT en fazla Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri (KOBİ) etkilemektedir. KOBİ'ler üzerine yapılan bir araştırmaya göre; BT'yi kullanmanın maliyeti kendi sistemlerini kullanmalarından 40 kat daha az olmaktadır. Amazon şirketinin Amazon Web Hizmetleri çözümü 7,88 milyar dolar gelir artışı sağlamış ve bir önceki senenin son çeyreğine oranla %69 büyüme elde etmiştir. (Özdoğan, 2017, ss. 84-85). Yeni teknolojilerin insanlığa olumlu getirileri olduğu kadar bu teknolojilere ilişkin birçok risk bulunmaktadır. Aşağıda bulut bilişim sisteminin riskleri; güvenlik, gizlilik, performans ve yasal engeller olarak dört başlık altında incelenmiştir.

Tablo 8: Bulut Bilişim Sisteminde Yaşanan Zorluklar

Güvenlik	Firmalar tarafından hassasiyet gösterilen konular finansal ve kurumsal bilgilerin, yetkisiz bireyler tarafından kullanılması, izinsiz alınması, verilerin gerçek dışı ve hatalı verilerle değiştirilmesi veya verilerin tamamıyla kaybolması gibi konularda güvenlik ile ilgili risk ve tehdit oluşturabilecek engellerin ortadan kaldırılması ya da minimum düzeye indirilmesi gerekmektedir.
Gizlilik	Verilerin gizliliğinin oluşturulması yalnızca yetkili bireylerin ve uygulamaların verilere ulaşması olarak ifade edilmektedir. BT ile tarafların, uygulamaların ve cihazların sayısı arttığında gizlilik güçleşmekte ve büyük riskler oluşmaktadır.
Performans	Firmalar işlemleri ile ilgili problem yaşamamak için bulut sistemlerinin sorunsuz çalışmasını istemektedir. Bu isteklerinin yanı sıra hizmetin kaliteli ve uygulama performansının yüksekliği önemsenmiştir.
Yasal Engeller	Ülkelerden birçoğunda veri gizliliğine yönelik yasalardan dolayı verilerin saklandığı ortam önem taşımaktadır. Mesela, Avrupa Birliği (AB) hassas konuların bulunduğu verileri ülke dışına çıkarmamaktadır. Bu işlem yasaktır.

Kaynak: Seyrek, 2011, ss. 707- 708

Tablo 8’de teknolojinin hızına ve gelişen teknolojiye uyum sağlamak isteyen kurumlar ve bireyler bu gelişmelerin olumsuz ve riskli yönleriyle karşılaşmaktadır. Bilgilerin ve verilerin güvenliğinin sağlanması, izinsiz bu verilerin kullanılmaması gibi güvenlikle ilgili problemlerin yaşanması engellenmek istenmektedir. Ayrıca cihaz sayısındaki artışla birlikte gizlilik sorunları yaşanmaktadır. Hizmete yönelik kalitenin yüksek olmasını isteyen kullanıcılar uygulama performansının yüksek olmasını istemektedir. Verilerin taşınmasında yasal engellerle karşılaşmaktadır.

2.3.Siber Güvenlik ve Siber Fiziksel Sistemler

Endüstri 4.0 ile gelen standart iletişim protokolünün kullanımı ve artan bağlantısıyla kritik endüstriyel sistemleri ve üretim yöntemlerini siber güvenlik tehditlerine karşı koruma ihtiyacı artmaktadır. Sonuçta güvenli iletişimin yanı sıra kimlik ve erişim yöntemi, makinelerin ve kullanıcıların güvenliğini gerektirmektedir. Fiziksel, hizmet ve dijital dünyanın güçlü bağlantısı, üretim sisteminin planlanması, optimizasyonu için bilginin niteliğini arttırmaktadır (Vaidya vd., 2018, s. 236).

Fiziksel süreçlerin etkisiyle iş davranışlarıyla ilgili verilerin toplanması sensörlerle gerçekleşen mekanik sistemlerden oluşmaktadır. Endüstriyel sistemlerden fiziksel üretim sistemini monitör aracılığıyla kontrol altına alan bilgisayarlı sistemden bahsedilmektedir. Bu sürecin siber bölümü, fiziksel süreçten veri elde ederek, elde ettiği veriyi imalat sürecine uygulayan bilgisayar yazılımlarından meydana gelmektedir. Bu sistemlerin etkisi diğer etkileşimde bulunduğu sistemlerle kurduğu bağlantıyla ilgili ve değişik sistemlerle ilişkili çapraz bağlantı kurabileceği yapılardan oluşmaktadır (Alçın, 2016, s. 25). CPS sistemlerin ana rolü, üretimin dinamik ihtiyaçlarını gerçekleştirerek bütün endüstrinin etkinlik ve verimliliğini artırmak olarak ifade edilmektedir. CPS, fiziksel süreçlerin hesaplanmasının entegrasyonu olarak da ifade edilebilmektedir. Buradaki üretim süreçlerinde kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimliliği bütünüyle yeni bir derecede gerçekleştirmektir (Yıldız, 2018, s. 449). Üretim sisteminin ana merkezi, sistem, süreç, tedarikçi ve müşteri ağları, karmaşık bir sistemi oluşturmaktadır. CPS sistemler bilişimlerle donatılmış makine ve depolama yöntemlerinden ayrı olmaktadır. Arayüzlerin kontrolünde değer zinciri unsurlarının yeni inovasyonlarla değişimi esneklik oluşturmaktadır (KPMG, 2015, s.2).

CPS'nin en temel özellikleri, işgücü ve YZ kullanılarak zor işlemler kısa süre içerisinde yapılmaktadır. Bu sistemde internet bağlantısı mevcut olduğu için verilere daha hızlı erişim sağlarken, çevre koşullarına anında adapte edilmektedir. Farklı arayüzler içinde çeşitli ağlara bağlanarak çeşitli servislerle iletişim sağlamaktadır. Buna örnek olarak; akıllı telefonlarda bulunan internet ağının çeşitli içeriklere erişimi ve dış koşullarda akıllı telefonlarla çeşitli platformlar içerisinde iletişim kurması gösterilebilir (Özsoylu, 2017, s. 53). Özellikle öğrenci sayısı yüksek öğretmenlerin yetersiz olduğu sınıflarda mobil cihazlarla bağlantılılık söz konusu olmaktadır. Gelişmekte olan ekonomilerde çocuklar ve bireyler için okuma, yazma ve bir diğer dil öğrenme gibi mobil teknoloji ile uygulanan birçok pilot proje bulunmaktadır. 2012 yılında Etiyopya'da Massachusetts Institute of Technology (MIT) medya laboratuvarı tarafından öğretmensiz ve talimatsız bir şekilde ilköğrencilerine önceden yüklenmiş tabletler verilerek bu durum test edilmiştir. Sonuçta birkaç ay içerisinde öğrencilerin İngilizce alfabeyi öğrendikleri ve düzgün cümleler yazabilir duruma geldikleri gözlemlenmiştir (Schmidt ve Cohen, 2014, s. 31). Tablo 9'da siber sistemler ve fiziksel sistemlerin özellikleriyle ilgili karşılaştırma yapılmaktadır.

Tablo 9: Siber-Fiziksel Sistemlerde Özellik Kıyaslaması

		Siber Sistem	Fiziksel Sistem
<i>Mevcut</i>	<i>Düzende</i>	Hızlı	Gerçek zaman
<i>Oluşturulması</i>			
<i>Konu Senkronizasyon</i>		Eş zamanlı	Eş zamanlı değil
<i>Zamansal Nitelik</i>		Kopuk	Sürekli
<i>Yapısı</i>		Bilgisayarlı sistemler	Fiziksel kanunlar

Kaynak: Alçın, 2016, s. 25

Tablo 9'da bulunan sistemlerin ayırt edici unsurlarına yer verilmiştir. Mevcut düzende siber sistemler hızlı oluşmakta, fiziksel sistemler gerçek zamanlı oluşmaktadır. Siber sistemler eş zamanlı sekronize edilmektedir. Zamansal olarak siber sistemler kopuk nitelikte, fiziksel sistemler ise süreklilik sağlamaktadır. Yapısı gereği siber sistem bilgisayarlı sistemlerden oluşurken diğer sistemde ise fiziksel kanunlar mevcuttur.

2.4.Büyük Veri ve Analizi

Büyük veri, “sosyal ortam paylaşımı, ağ günlüğü, blog, fotoğraf, video, log dosyası gibi kaynaklardan alınan verilerin anlaşılır ve işlenebilir bir şekle dönüştürülmesi” olarak ifade edilmektedir. Büyük veri, web sunucu logları, web istatistikleri, kamera, sosyal ortam paylaşımları, blog, mikroblog, iklim algılayıcısı, GSM operatörü, nesnelerin interneti gibi gerçek zamanlı olarak kazanılmaktadır. Çeşitli alanlardan gelen verinin yorumlanması, işletmelere önemli kararlar almalarında, risk yönetimi ve inovasyon sağlama imkanı sunmaktadır (Serinikli, 2018, s. 1614). Birçok farklı kaynaktan gelen verilerin toplanması ve kapsamlı bir biçimde değerlendirilmesi üretim ekipmanı ve sistemlerinin yanı sıra kurumsal ve müşteri yönetim sistemleri, karar vermeyi desteklemek için standart hale gelmektedir. Forrester’in tanımına göre, büyük veri dört boyutta meydana gelmekte: Veri hacmi, Veri değeri, Veri çeşitliliği, Veri üretme hızı ve analizidir. Önceden kaydedilen verilerin analizi daha önce kullanılan farklı üretim sürecinde oluşan tehditleri bulmak ve aynı zamanda endüstride yeni problemlerin çıkmasını önlemek için farklı çözümlerin öngörüsünde kullanılmaktadır (Vaidya vd., 2018, s. 234). Endüstri 4.0’ı oluşturan unsurlardan biri olan büyük veri, verinin tespiti, verinin depolanması, yöneltme ve veriyi analiz etme olarak kurulan bilgi tabanı yazılımlarından oluşmaktadır. Farklı büyüklükteki ve çeşitli kaynaklardan ulaşılan verinin toplanarak ayrıntılı analizinin ve değerlendirmesinin firmalar için zaman içerisinde sürekli gerçekleştirilen bir uygulama haline geleceği tahmin edilmektedir. Firmalar zaman içerisinde niteliklerin artmasını ve enerji tasarrufunun sağlanmasını istemektedir (Atik ve Ünlü, 2019, s. 151).

Büyük veri sistemleri, bir kullanıcı tarafından yapılan internet faaliyetlerini içinde bulundurmaktadır. Her gün girilen siteler veya tıklanan yerler veri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bilgiler, mevcut veri tabanında depolanması ve raporlamada kullanımının olmamasından dolayı bilgi çöplüğü olarak yorumlanmaktadır. Bu veri sistemi çeşitli verileri birlikte kullanıp karar almayı kolaylaştırmaktadır. Yüksek hacimle güçlü üretim hızı ve güçlü veri değişkenlerine sahip bilgilerden meydana gelmekte ve bilgi işleme, analiz ile verilecek kararlarda destek, veri yorumlama ve süreç optimizasyonu sağlamayı amaçlamaktadır (Özsoylu, 2017, s. 51).

Büyük veri sistemleri işletmelerde olması gereken sunucu gereksinimlerini azaltarak, üretimde ihtiyaç duyulan bilgiye kolay erişim sağlamaktadır. Dolayısıyla bilginin kamusal kalitesinin artmasıyla firmalar bazında daha fazla maliyet üstünlüğü yakalarken, tüketiciler açısından düşük fiyat üstünlüğü kazanmaktadır. Bu sistemlerde internet ulaşımının açık olması siber güvenliği önemli duruma getirmiştir. Gizli olmayan veya yok edilmiş veriler işletmeler için belirsizlik yaratmaktadır (Alçın, 2016, s. 26). Endüstri 4.0 ile birlikte değer zincirine bağlanmış üretim tekniğinin sensörler ve veri tabanları gibi çeşitli yapılardan oluşması, Terabaytların büyüklüğü 100 TB (Terabayt-1000⁶) boyutlu, bünyesinde büyük ögeler bulunan birinin analizinin yapılabilmesi ve bulunan sonuçların üretim sistemine geri bildirim biçiminde aktarılması gerekmektedir. Bu veri ile birlikte '*öğrenen sistemler*' geliştirilmeli ve bu veri otonom gerçekleştirilmelidir. Büyük veri ile ilgili öğrenme¹³ daha iyi düzeye getirilmelidir (Yıldız, 2017, s. 4).

2.5.Eklemeli Üretim (3D Yazıcılar)

Eklemeli üretim ile gerçekleştirilen imalat, bir oyuncak veya alet bilgisayar aracılığıyla dijital olarak çizildiğinde ürün eklemeli üretim ile somut bir şekle dönüşerek elle tutulabilir duruma gelmektedir. Üretimi gerçekleşmesi mümkün olmayan ürünleri karmaşık durumdan kurtarıp somut bir hale getirmektedir. Tasarlanacak model kum tanesi gibi küçük ya da bir gemi parçası kadar büyük ölçülerde tasarlanabilmektedir. Baskıda kullanılan 100'den fazla nesnenin katı, sıvı ve toz halinden yararlanılmaktadır. Yazıcı malzemelerin tamamlanmasıyla yazdır seçeneği tıklandığında ürün aşağıdan yukarı katmanlı bir şekilde kısa bir sürede işlemektedir. Basım gücü birkaç milimetreden metreye çıkabilmektedir (Özsoylu, 2017, s. 55). Eklemeli üretimde yazdırma seçeneğinin nesnelerin internetine entegre edilmesiyle insanlar üretici konumuna gelmektedir. İmalat aşamasında kullanılan malzemenin 10/1'inden yararlanmakta ve emek gücüne çok az ihtiyaç duymaktadır. Eklemeli üretim, seri prototipleşmeyle bireye yönelik uygun maliyetli üretim olanağı, kişisel yaratıcılığın ve yeni fikirlerin gelişmesine olanak sağlamaktadır. Verilerin eklemeli üretime gönderilmesi ile yazıcı aracılığıyla basılıp kimyasal işlemlerle

¹³ Bu öğrenmelerin derin, çevrimiçi, lokal, aktarım, hayat boyu ve topluluk öğrenme gibi farklı biçimleri mevcuttur.

dayanıklılık, renk ve yüzey düzeltmeleri yapılarak tamamlanmaktadır. Bu yazıcılar ürünün tasarlanması ve geliştirilmesi aşamasında meydana gelebilecek sorunları önceden görmektedir (Öztuna, 2017, ss. 63-64). 3D teknolojisinin olumlu ve olumsuz özellikleri bulunmaktadır. Olumlu yönleri, ürün iyileştirme hızlanmış, bireysel ürün, çapraşık parçaların basit üretiminin yapılması, eğitim merkezlerinde bulunan öğrenme alanında işlerin kolaylaşması, organ bağıışı ile ilgili eksikliklerin tamamlanması olarak ifade edilmektedir. Olumsuz yönleri, silahları kötü amaçlar doğrultusunda kullanmak için 3D baskıya imkan verilmesi, gıda ve çeşitli ürünlerin denetimsiz üretiminde korsan atıkların sayısının artması gibi durumlar gösterilmektedir (Sözen ve Mescioğlu, 2019, s. 300).

3D yazıcılar, çeşitli malzemelerden yararlanarak 3D modeli tabakalara ayırarak planlanan modeli temel olarak ortaya koymaktadır. Kullanım alanı, özellikle eğitim başta olmak üzere medikal/tıp teknolojileri, askeri/ sivil uzay ve havacılık, tekstil, inşaat ve mimarlık vb. teknolojilerde kullanılmaktadır (Doğan ve Baloglu, 2020, s. 61). Eklemeli üretimle birlikte tasarımda makro olarak esneklik sağlanmış; üretimi sağlanamayan farklı fiziksel parçalar kısa zaman içerisinde, basit ve olanaklı hale gelmiştir. Bu üretim şeklinde kısa süre içinde uygun parçalar yapılabilmektedir. Tasarım farklılığı için bilgisayarda sanal 3B baskı için yapılacak değişiklikler dışında maliyet veya zaman gerektirmemektedir. Karmaşık geometrilerden üretimi mümkün olmayan ürünlerin imalatını basitleştirmektedir. Ardından tasarım ve üretimin bütünleşmesi, makine sayısı ve gerek duyulan yatırımı düşürmesi, modüler yapı için fonksiyonel ürünlerin iyileşmesi ve imal edilmesi, 3B model teknolojisini mümkün kılmaktadır (Banger, 2018, ss. 147-148).

2.6.Endüstriyel Robotlar

Robotlar, sanayilerde 1960 yılından sonra yaygın hale gelmiştir. İlk 1961’de General Motors baskı aşamasında “Ultimate” adlı bir robot iş gücü ile birlikte çalışmıştır. Son zamanlarda endüstriyel robot teknolojileri değişiklik göstermiştir. Endüstriyel robotlarda kullanılan robot kollar üretimin gereksinimlerini karşılayarak kendini geliştirmiştir. Robotlarla ilgili en yaygın çalışma el-göz koordinasyonunun artırılması şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu teknolojilerle üretimde esneklik sağlanırken akıllı üretim kullanımı da yaygınlaşmıştır (Özsoylu, 2017, s. 54).

Robotlar birbiri ile etkileşime giren, insanlarla yan yana rahatlıkla çalışan, onlardan öğrenen, özerk, esnek ve iş birlikçi hale gelmiştir. Otonom bir robot, otonom üretim yöntemlerini daha kusursuz gerçekleştirmekte ve ayrıca insan işçilerin çalışmasının sınırlı olduğu yerlerde çalıştırılmak için kullanılmaktadır. Verilen görevi belirli süre içerisinde kusursuz tamamlamaktadır (Vaidya vd., 2018, s. 235). İlerleyen zamanlarda robotları yönetmek için fiziksel hareketlere ihtiyaç ortadan kalkacaktır. Hareketleri düşünce gücüyle yönlendirebilen hareket teknolojisi ortaya çıkmıştır. Japonya’da 2012’de robot laboratuvarında çalışan bir grup, functional resonance imaging (fMRI) makinesine¹⁴ bağlı olan bireyin vücudunun hareketli bölümlerini uzak mesafeden hayal gücüyle kontrol etmiştir. Birey, robotun üstündeki kamera ile onun gözünden bakmakta, kol ve bacak gibi hareketli kısımları oynatmaktadır (Schmidt ve Cohen, 2014, s. 26). Yeni nesil robotlar esnek, yetenekli, ucuz olmalı ve tek tip robot üretiminin son bulduğu daha esnek, dar alanlarda hızlı üretim olanağı sağlayan küçük ve estetik robotlar üretim için seçim alanı oluşturabilmektedir. Bu robotlara örnek, Japon Kawada Industries üretimi Nextage robotu güvenlik bariyerine gerek duymayıp, baş kısmındaki kameralar aracılığıyla bulunduğu yeri algılayan ve oradaki objelerin üç boyutlu görüntüsünü alarak, çalışma ortamına biri girdiğinde kendiliğinden durmaktadır. Bir diğer robot 2011’de SEA brown boveri’nin (ABB) planlamacısı olan friendly robot for industrial dual-arm assembly (FRIDA) robot, bireyler tarafından üstündeki aparat yardımıyla kaldırılarak iş yapılacak çalışma bandına kolayca yerleştirilmektedir (Adalı vd., 2017, s. 30).

2.7.Akıllı Fabrikalar / Karanlık fabrikalar

Endüstri 4.0 yeniliklerinden biri de “akıllı fabrikalar” ya da “karanlık fabrikalar” dır. Karanlık olarak ifade edilmesinin nedeni insansız, iletişim sağlayan robotların çalıştığı fabrikalar ve insan olmadan çalıştığı için fabrikalarda ışıklılandırma bulunmamasıdır. Bu fabrikaların insanların çalışamayacağı derecede yüksek ısıda üretim gerçekleştiren, yüksek oranda zehirli gaz bulunan, yüksek ağırlıkların taşındığı iş kollarında kullanılması olanaklıdır. Bu sistemin geçmişte başarısızlığı¹⁵ bulunmaktadır. General Motors (GM) 1980’de bu sistemi denemiş ancak başarılı

¹⁴ Kan akışındaki farklılıkları gözlemek için beyin taraması yapmaktadır.

¹⁵ Teknolojik boşluktan ziyade kârın kaynağının işgücünde olmasıdır.

olamamıştır. Araçlar yerine birbirini boyayan robotlar, yapılan hata neticesinde üretimi durduran kaynak makinesi, GM'un Ar-Ge faaliyetleri için harcanan milyonlarca dolara rağmen beklenen dönütü sağlayamamıştır (Yıldırım ve Özbay, 2019, s. 98). Ürünler sürdürülebilir ve hizmete yönelik iş uygulamaları göz önünde bulundurularak tasarlanmaktadır. Bireylerin, makinelerin ve kaynakların kendileriyle sosyal ağlar üzerinde rahat olduğu kadar, doğal iletişim sağlayabilecekleri bir alanda olmalarından dolayı karmaşıklığı yönetme kabiliyetini bünyesinde barındırmaktadır. Bozulma olasılıkları düşük ve ürünlerin imalatını verimli bir biçimde gerçekleştirmektedir (Özenir ve Nakıboğlu, 2019, s. 2254). Akıllı fabrikalar içinde üretilen ürünler imalat sürecinde kendiliğinden bağımsız olarak yollarını bulmakta ve hızlı tanımlanabilmektedir. Üretim süreçlerinde yaşanan karışıklıklar, işgücü için yönetilebilir duruma getirilmekte ve üretimin daha cazip, sürdürülebilir ve aynı zamanda kazançlı duruma gelmesi sağlanmaktadır. Bütün üretim kaynaklarının kendiliğinden bilgi alışverişi gerçekleştirmeden üretim sürecini denetleyen, fabrika düzenini yöneten ve bakım yapabilecek kadar akıllı olması beklenmektedir (Yıldız, 2018, s. 551).

Mühendislik kararlarında etkinlik sağlayabilmek için bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak mevcut olan üretim teknolojisini bir araya getirmektedir. Dijitalleşme ile birlikte gündeme gelen akıllı fabrikalar; imalat sistemlerinin ve ürünlerin daha akıllı, bir diğer ifade ile bireylere daha iyi hizmet sağlamak için tedarik sistemine entegre olarak imalat sistemini verimli, çok yönlü ve kullanışlı hale getirmektedir. Makine ve bireyler üretim amaçları neticesinde re'sen yönlendirilmektedir (Kamber ve Sönmeztürk Bolatan, 2019, s. 840). Global rekabetin yaygınlaştığı günümüzde akıllı fabrikalarla üretim yapılması önem kazanmıştır. Üretim sistemine CPS'lerin yerleştirilmesiyle akıllı fabrikalar ortaya çıkmıştır. Bu fabrikalarda nitelik artışı, vasıflı insanların yaptığı hataların azalması, kaliteli insan kaynağının verimliliğe olumlu etkisi, pazar olanakları, kaynak tasarrufu gibi alanlarda işletmelere yarar sağlamakta ve sonuç olarak işsizlik sorununu arttırmaktadır. Örneğin, Çin'de telefon parçası üretimi yapan ilk akıllı fabrikada robotlardan yararlanılarak işgücünde %90 azalma yaşanırken, hatalı ürünlerin %25 oranından %5 oranına gerilediği görülmektedir (Serinikli, 2018, s. 1614).

2.8.Simülasyon

Simülasyonlar; makineleri, ürünleri ve insanları kapsayan fiziksel dünyayı sanal bir modele yansıtmak için gerçek zamanlı verilerden yararlanmakta ve tesis işleyişinde daha yaygın kullanılmaktadır. Ayrıca makinelerin kurulum süresini kısaltmakta ve niteliğini artırmaktadır. Sanal yönlendirme ve devir süresinin, üretim tesisinin enerji tüketimi veya ergonomik yönlendirmesinin simülasyonu için 2D ve 3D simülasyonlar oluşturulmaktadır. Üretim sürecinde simülasyon kullanmak sadece süreleri kısaltmakla kalmaz, aynı zamanda başlangıç aşamasında üretim hatalarını da azaltmaktadır (Vaidya vd., 2018, s. 235).

Simülasyonun amacı, tahminlerin sanal ortamda önceden izlenmesi ve gereken hazırlık stratejisinin yapılması olarak ifade edilmektedir. Simülasyonun başarılı olabilmesi fiziksel sistemdeki bütün verilerin dijital alana modellenmesi ile gerçekleşmektedir. Günümüzde Monte-Carlo, Petri- Ağ, gerçekli, trafik simülasyon ve bu yöntemlerin bütünüyle birlikte oluşturulan hibrit simülasyon yöntemi yoğun madde fiziği, imalat, lojistik ve yönetim gibi birçok ortamda kullanılabilmektedir (Çelen, 2017, s. 10). Simülasyonla birlikte ürün iyileştirme süreciyle hem zaman hem de maliyetten tasarruf edilmektedir. Ürün ve süreç simülasyonu, dijital ikiz olarak bilinmektedir. Gerçek zamanlı verilerden yararlanılarak fiziksel ortamdaki makine, ürün ve bireyleri kapsayacak biçimde kullanılması beklenmektedir. Bu özellikle fiziksel ortamdan daha önce sanal ortamda bulunan ürünlerin makine ayarlarının kontrol edilmesi ve optimizasyonun sağlanması gerekmektedir. Böylece makinenin kurulum süresi kısılacak ve niteliği gelişecektir. Simülasyon sanal makinelerin fiziksel makinelerdeki verilerden yararlanarak parçaların benzerini yapabilmektedir (Banger, 2018, ss. 132-133).

2.9.Zenginleştirilmiş Gerçeklik

Bilgisayarda üretilen enformasyonun gerçek ortamda entegrasyonu olarak ifade edilmektedir. ZG uygulamaları, bilgisayar grafikleri ve kullanıcıların mevcut ortamını bir arada bulundurmaktadır. Kullanıcıların ortamlarıyla doğrudan bilgiye ulaşması ve etkileşim sağlamasına yönelik uygulamalar kullanıcıların deneyimlerini geliştirmesi bakımından önem arz etmektedir. ZG teknolojileri Ar-Ge

laboratuvarlarında yapılırken, sadece birkaç gerçek alan uygulamasıyla kullanıcı arayüzü olarak gerçekleştirilmektedir (Banger, 2018, s. 159). Gerçek dünyada ileri teknolojilerden yararlanarak aygıtlara grafik ve ses gibi özellikler yüklenmektedir. Bilgisayar aracılığıyla elde edilen duysal girdi tarafından canlandırılan imgelerin farklı bir ortamda dolaylı görünüşüdür. En çok endüstriyel tasarım alanında kullanılmaktadır. Örneğin, görselleştirilmiş araba ile oluşturulan çarpışan araba sesi artırılmış gerçeklikle yapıldığında maliyetler azalmaktadır. Aynı ortamda olmayan bireylere, aynı ortamdaymış gibi alanlar oluşturulabilmektedir (Özen, 2019, s. 107).

Bireyler deneyimlerini hayata geçirebilmek için doğal çevredeki nesneler ya da yerlerle ilgili dijital bilgileri görüntülü olarak üst üste eklemektedir. ZG kullanıldığı tıp, pazarlama, eğitim, müze, moda vb. alanlarda dijital bilgileri birleştirmektedir. Burada ZG ile sanal ve gerçek birlikte aynı zamanda birbiriyle iç içe bulunmaktadır. Sanal gerçeklikle birlikte kurulan dünya ile tamamen sanal bir ortam oluşturulmaktadır (Doğan ve Baloglu, 2020, ss. 62-63). Zenginleştirilmiş ve sanal gerçeklik ortamdaki özellikleri seri bir şekilde güncellemektedir. Ardından kişiye amaçladığı alanda gerçekçi bir ortam sağlamak ve bu ortamda gerçek zeminde sanal objelerden yararlanmaktadır. Artırılmış gerçeklik gözlüğü bulunan yerin o anda görüntüsü üzerine çeşitli objeler koymaktadır. Kişiler objeleri izleyerek bu objelerle iletişim kurmaktadır (Aslan ve Erdoğan, 2017, s. 206). Böylece obje ya da görüntünün derinlik duygusuyla hareket edilmesi gerekmektedir. Mesela, araçların servis bakımlarında ne yapılması gerektiğini, araçla ilerlerken öndeki otomobilin hızını ve mesafesini hesaplamaktadır. İlerleyen zamanlarda ZG'nin günlük hayata ilişkin birçok alanda kullanılmaya başlanması beklenmektedir. Örneğin, savaş pilotları tarafından kullanılan ZG teknolojisinden günümüzde birçok alanda yararlanılmaktadır. Bu alanda ZG'nin kullanıldığı yerler; eğitim ve insan birimi, doğal afetler ve nükleer oluşabilecek tehlikelere karşı korunma, sanat, reklam ve pazarlama, eğlence, sağlık, müzecilik, mühendislik, askerlik ve güvenlik'tir (Öztuna, 2017, ss. 78-79).

Üç boyutlu yapılar içinde karar verme ve gereken iyileşmeyi göstermek için iş hayatına ve tüketicilere gerekli olanaklar sağlamaktadır. Ayrıca artırılmış gerçeklik ürünlerinin ulaşım birim maliyetleri gün geçtikçe düşmekte ve daha çok kullanılmaktadır. James Cameron'un 2009'da yönetmenliğini gerçekleştirdiği Avatar

filminde artırılmış gerçeklik uygulamaları farklı şekillerde görülmektedir. Ancak içinde bulunduğumuz yüzyılda artırılmış gerçeklik bilim kurgu olmaktan çıkmış ve Endüstri 4.0 ürünü olmuştur (Yıldız, 2017, s. 7). Giyilebilir teknolojiler, bileğe takılan kol saatinin çalar saat vazifesi görüp çaldığında bileğe titreşim ileten bir teknolojinin gelişmesi ya da kulağa takılan bir küpenin tansiyonu takip etmesi gibi teknolojilerin üretiminin gerçekleşmesi beklenmektedir. 2012 yılında çalışmalara başlanan, Google'ın ZG prototipiyle tek göze takılan ekrandan enformasyon gönderen, sesli komutlarla mesajları kontrol ederek, video çekebilen gözlükler hayatımıza girecek gibi görünmektedir (Schmidt ve Cohen, 2014, s. 82).

Giyilebilir teknoloji alanında çalışmalar yapan virtual surgical planning (VSP), genel anlamıyla gözlük ve göze yönelik tüm ürünlerde öncü firmalardan birisidir. 2016'da VSP level adını verdikleri bir gözlüğü piyasaya sürmüştür. Bu ürün jiroskop ve hız okuyucu gibi sensörlere sahip olmaktadır. Bu gözlükte ön plana çıkan ayrıntı adımlarını sayabilmekte, yakılan kalorilere ilişkin verileri görebilmekte ve yapılan aktivitelerin kontrolü sağlanabilmektedir (Menteş, 2019).

3. GELECEĞE YÖNELİK TEKNOLOJİK İZLENİMLER

T-İnsan kitabının yazarı olan M-Gen Gelecek Planlama Merkezi'nin kurucusu Ufuk Tarhan, gelecekte başarısı kaçınılmaz olacak birey modelini şöyle ifade etmektedir: “Yeni çağda insanlığın altın oranı T olacaktır. ‘T-İnsan’ın bir ortamda derinlemesine, diğer ortamlarda ayrıntılı olmadan bilgi sahibi olması gerekecektir. Bir diğer açıklamaya göre, her ortamda bir şey, bir ortamda her şeyi bilen değerli sayılacaktır. Bir yandan öğretirken diğer yandan öğrenen bireyler bulunacaktır. Meslekten ziyade beceriler ön planda olacaktır.” İş hayatında organizasyon yapısında değişimler olacağını açıklayan Tarhan, hiyerarşik sistemden ziyade dairesel sistemlerin yaygınlaşacağını belirtmiştir (Dirier, 2017). Endüstri 4.0 teknolojilerinin getirdiği yenilikler ve olumsuz durumların yanı sıra birçok yeni iş kolu bulunmaktadır. Bunların birçoğu yurt dışında varlığını sürdürmektedir. Bu iş kollarından bir kısmı mevcutta bulunan ve piyasada yer alan Endüstri 4.0'a özgü yeni iş kollarıdır. Endüstri 4.0 teknolojisini yönetmek için geleceğe ilişkin yeni meslekler aşağıdaki tabloda yeni iş kolları ve açıklamalar şeklinde yer almaktadır.

Tablo 10: Yeni İş Kolları

Endüstriyel Yazılım Programcısı	Bilişim sistemleri Endüstri 4.0'ın ana bileşenlerindendir. Bunun yanında programlama becerisi bütün diğer mesleklerin temel unsuru haline geldiği için yeni iş kolları arasında tekrar yer almaktadır.
Akıllı Şehirlerin Planlayıcıları	Ürünlerin akıllı hale gelmesiyle trafik lambaları trafikte akan araçları okuyacak, ambulans gibi acil durum vakalarında ise ana merkeze gelen verileri hesaplayarak yolları ambulanslar için açık hale getirecektir. Binaların kendi gereksinimlerini karşılayacak kadar enerji üretebilir hale gelmesi beklenmektedir.
Bilişim Sistemleri ve loT Çözüm Üreticisi	Veriyi değerleyip akıllı tepkiler sağlamak için bilgiler akıllı cihazlarla servis edilmektedir. Veri hızını iyi ve uygun hale getirmek için loT işlemi kullanmaktadır.
Veri Analiz Uzmanı	İlerleyen süreçlerde bütün cihazların veri üretmesi beklenmektedir. Çevrede birçok yerde veriler mevcuttur ancak bunları kaydetmek, anlamlandırmak, yakalamak için uzmanlara gerek duyulmasından dolayı önemli olmaktadır.
Ürün Tasarımcıları ve Üreticiler	Eklemeli üretim ile her ürün tasarlanacak ve bunu 3B yazıcılara hazırlamak için yeni üretim alanında kullanacaktır.
Robot Programcısı	Robotik makineler imalatı ana cihazlar haline gelerek ve imalatı karşılaşılan hataları en aza indiren, 7/24 çalışabilen, niteliksiz emek gücünü tamamlayan olacaktır.
Üretim Teknolojileri Uzmanı	İmalat süreçlerini planlayarak gerek duyulan makine ve tezgahları tespit etmekte ve programlanmasına yardımcı olmaktadır.

Kaynak: Sener ve Elevli, 2017, ss. 30-33

Tablo 10'da açıklanan yeni meslek alanları, Endüstri 4.0 sürecinde meydana gelen, gelişen ve gelişmeye devam edecek yeni iş alanları olarak ifade edilmektedir. Bu süreçte birçok yeni meslek kollarının ortaya çıkması, bazı mesleklerin yok olması bazı mesleklerin ise yüksek enformasyon ve teknoloji gerektiren işlerde yaygınlaşması beklenmektedir. Bunun sonucunda işsizlikte artış olurken, yeni iş ve meslek alanlarında istihdam gerçekleşecektir (Taş, 2018, s. 1829). Böylece ekonomi Schumpeter'in büyüme modelinde bahsedildiği gibi yaratıcı yıkım ve yeniliklerin kümelenmesi sürecinde büyüyecektir. Yeni teknolojilerin bu kadar hızlı gelişmesi insanları teknolojiye yönelik yüksek beklentilere yöneltmiştir. Mikro çiplerin gelişmesi, ulaşımın gelişerek maliyetlerde sağladığı azalış, elektrikten enerjiye, YZ'den robotlara, bilgisayarlardan biocomputerlere uzanan teknolojik gelişmelerin oluşması beklenmektedir. 21. yüzyılda aranan bazı teknolojiler şu şekilde sıralanmaktadır (Erkan, 1998, ss. 88-91):

- Bilgisayar ve mikro elektronik teknolojisinin gelişmesi ile birlikte teknolojiye etkisi devam etmektedir. Mikro elektronik teknolojilerin kullanımının artacağı, fiyatların azalacağı,
- Elektronik bilgisayarların yerine optik bilgisayarların alacağı,
- Mevcut transistörlerin yerini yüksek maddi değeri olan transistörlerin alacağı,
- Elektronik alanında ışıktan yararlanılacağı, optoelektronik günden geleceği,
- YZ'nin bilgisayar alanında gelişmesi, akıllı robotların üretimini artırması,
- Biyoteknolojiyle gelişen icatların bitki, hayvan ve insan türlerinin gelişmesini yaygınlaştıracığı,
- Kara ve deniz taşımacılığında düşük enerji ve yüksek hızla çalışan araçların ortaya çıkacağı,
- Yıldız sistemleri ve uzay yolculuğunun teknolojik yeniliklerle kontrol modelinin geliştirileceği,
- Güneşten yararlanılarak oluşturulan yeni enerji kaynağının fazla kullanılacağı,
- Bilimin derinliklerine inilip Fütürologların düş gücünün ortaya çıkacağı,
- Bilgisayar teknolojisinde ilerleyen zamanlarda kuşak¹⁶ olarak değişme yerine yeni teknoloji iletişim araçları ve robotların kullanılması beklenmektedir.

Gelişmekte olan ekonomilerin Endüstri 4.0 hedeflerine ulaşmak için yatırım planlarını iyi belirlemesi gerekmektedir. Bu hedeflere ulaşan ekonomiler GSYH'yi artırmakta, işsizlik düzeylerini azaltmakta, gelir dağılımında adaletli konuma gelmektedir. Türkiye ve Çin gelişmekte olan ekonomiler arasında bulunmakta ve iki ülkenin orta gelir tuzağından kurtulmak için benzer hedefleri bulunmaktadır. Türkiye için “2023 ekonomik hedefi” ve Çin için “Made in China 2025” planı Endüstri 4.0 yolunda en büyük itici güç olmuştur (Sözen ve Mescioğlu, 2019, s. 304).

¹⁶ 1. kuşak vakum tüpleri, 2. kuşak transistörler, 3.kuşak geniş entegre devreler, 4.,5. ve 6. kuşak ise biocomputerlerdir.

Yeni devrimin getirileri ve geleceğe ilişkin yeni teknolojiler, yeni meslek grupları, yeni dönüşümlerdir. Bu teknolojilerin gelişimi ve dönüşümü devam edecektir. Gelişmesi beklenen teknolojiler 2018’den 2025’e kadar geleceğe yönelik tahminler olarak Tablo 11’de açıklanmaktadır.

Tablo 11: Endüstri 4.0 ile İlgili Geleceğe Yönelik Öngörüler

2018	➤ Endüstrilerde kullanılacak robot rakamının 3 milyon civarında olacağı açıklanmıştır.
	➤ Birbirine bağlı cihaz rakamı 13 milyardan 29 milyara yükselmiştir.
2020	➤ Nesnelerin internetinde pazar genişliğinin 656 milyar dolardan 1,7 trilyon dolara yükselmesi muhtemel görülmektedir.
	➤ Sanayi robotlarının sağlayacağı ekonomik yansımaların yıllık 0,6-1,2 trilyon dolar olacağı tahmin edilmektedir.
2025	➤ Kalkınmış ülkelerin üretim süreçlerinin yüzde 15-25’inin otomasyona bağlı kalması beklenmektedir.
	➤ Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkelerinde inovasyon aracılığı ile GSYH artışının verimlilikteki artışa bağlı hale gelmesi beklenmektedir.
2030	➤ Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve doğal çevre içinde etkisinin büyük olması beklenmektedir.
	➤ Global ticaret hacminin yüzde 50’sinin akıllı nesnelerin iletişiminde kullanılacağı tahmin edilmektedir.

Kaynak: Öztuna, 2017, s. 55

Tablo 11’de teknolojinin gelişmesi ve robot sayılarının artmasıyla birlikte robotların ekonomiye olumlu dönüşleri ve yüksek getirilerinin olacağı, gelişmiş ülkelerin üretim süreçleri otomasyona bağlanarak endüstride çalışan kişi sayılarında büyük ölçüde azalma, inovasyonun öneminin artması ve buna bağlı olarak OECD ülkelerinde GSYH artışının verimliliği etkileyecek hale gelmesi, 2025 yılı için beklenen konular arasındadır. Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre koşullarını daha çok etkilemesi beklenmektedir. Ticaret hacminin yarısının akıllı nesnelerin iletişiminde kullanılacağı tahmin edilmektedir.

2005 yılında Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından yayınlanan raporda 2025 yılına ait teknolojinin beklenen muhtemel etkilerinden bahsedilmiştir. Bu olası etkiler Tablo 12’de sıralanmıştır.

Tablo 12: 2025’te Yaşanması Muhtemel-Beklenen Gelişmeler

-
- İnsanların yüzde 10’u internete bağlı giysiler giyebilecek,
 - İnsanların yüzde 90’ı sınırsız ve ücretsiz depolama imkânına sahip olabilecek,
 - 1 trilyon sensör ağa bağlanacak,
 - Okuma gözlüklerinin yüzde 10’u ağa bağlanacak,
 - Bireylerin yüzde 80’i dijital bir varlığa bağlanacak,
 - İlk arabanın 3D yazıcı ile üretimi,
 - Nüfus sayımını değiştiren ilk hükümetin bunu büyük veri kaynaklarıyla yapması,
 - Ticari olarak elde edilebilen ilk implant cep telefonu,
 - Alıcı ürünlerinin 3D şeklinde yüzde 5’inin basılması,
 - Dünya nüfusunun yüzde 90’ının akıllı telefon ve internete erişim sağlayabilir hale gelmesi,
 - ABD’de bütün otomobillerin yüzde 10’unun sürücüsüz otomobillerden oluşması,
 - İlk karaciğer naklinin 3D baskılı gerçekleştirilmesi,
 - YZ ile denetimlerin yüzde 30’unun gerçekleştirilmesi,
 - İlk kez vergi tahsilatının blok zinciri üzerinden yapılması,
 - 50.000 üzerinde nüfusu olan ve trafik ışığı bulunmayan ilk şehir,
 - İlk YZ makinesinin kurumsal yönetimde kullanımı,
 - Global GSYH’nin blok zincir ile yüzde 10’unun depolanmasıdır.
-

Kaynak: WEF, 2015

Tablo 12’de 2025 yılında teknolojinin geleceğe ilişkin konumu için hedef teknolojiler belirlenmiştir. Akıllı giysilerin ve giyilebilir teknolojilerin artacağı, yüksek depolama imkanı, sensörlerin yaygınlaşması, eklemeli üretimin gelişerek bir otomobil üretebilir hale gelmesi, sürücüsüz otomobillerin yaygınlaşması, YZ’nin denetimin büyük bölümünde kullanılması, blok zincirin farklı alanda kullanımı akıllı şehir uygulamasının devreye girmesi gibi konuların önem kazanacağı tahmin edilmektedir. Tablo 13’te IoT teknolojisinde değerlerin oluşacağı alanlar ve 2025’te ekonomiye sağlayacağı katkı verileri tahmin edilmektedir.

Tablo 13: IoT Teknolojisi 2025'te Yıllık 4-11 Trilyon Dolar Arasında Ekonomik Etki Sağlayacak

DEĞERİN OLUŞACAĞI ALANLAR	2025 YILINA İLİŞKİN HACİM VE TRİLYON DOLAR
Fabrikalar (Faaliyet yönetimi, öngörücü bakım)	1,2 3,7
Kentler (Kamu güvenliği ve sağlığı, trafik kontrolü, kaynak yönetimi)	0,9 1,7
İnsan (Hastalığı izleme ve yönetimi, sağlık geliştirme)	0,2 1,6
Perakende (Otomatik kasa geçişi, yerleştirme iyileştirme akıl müşteri ilişkisi yönetimi)	0,4 1,2
Açık hava (Lojistik rotalandırma, otonom araçlar, navigasyon)	0,6 0,9
İş yerleri (Faaliyet yönetimi, ekipman bakımı sağlık ve güvenlik)	0,2 0,9
Evler (Enerji yönetimi, Emniyet ve güvenlik ev işlerinde otomasyon)	0,2 0,3
Araçlar (Koşula dayalı bakım indirgenmiş Sigorta)	0,2 0,7
Ofisler (Kurumsal yeniden tasarım ve çalışanların izlenmesi, eğitim için artırılmış gerçeklik)	0,1 0,2
Düşük Tahmin Yüksek Tahmin Toplam 4-11 trilyon dolar	

Kaynak: Schwab, 2019, s. 141

WEF ve Accent on the Future (Accenture) tarafından yapılan araştırmada, endüstriyel uygulamalarda imal edilecek iş veya sosyo-ekonomik etkilerin tüketicileri gölgede bırakması muhtemeldir; 2030 yılına kadar global ekonomiye 14

trilyon dolar katkıda bulunacaktır (Schwab ve Davis, 2019, s. 139). Ayrıca tablodaki verilerde yüksek olan tahmin açık mavi, olması muhtemelden uzak olan ise koyu mavi renkle gösterilmektedir. Ülkelerin endüstrileşmeye ve teknolojiye uyum konusunda atacakları adımlar, konu ve planlarla birlikte aşağıda Tablo 14’te açıklanmaktadır.

Tablo 14: Ülkelerdeki Dördüncü Endüstri Devrimi Planları

ÜLKE	PLAN	KONU
ABD	(Smart Manufacturing Leadership Coalition)	*Akıllı imalat koalisyonu *Akıllı imalat açık platformu
Almanya	(Industrie 4.0)	*Endüstri 4.0 ve dijital ekonomi *Endüstri 4.0 ve vizyonu 2025 *Endüstri 4.0 uygulama stratejileri
Japonya	(Society 5.0)	*Akıllı üretim sistemleri yeni imalat sistemleri
Birleşik Krallık	(Innovate UK-Catapult High Vague Manufacturing)	*Katma değerli imalat girişimi *7 uzmanlaşmış merkez
AB	(Spire-Sustainable Process Industry Through Resource And Energy Efficiency)	*Kamu ve özel sektör ortakları-geleceğin fabrikaları *Kaynak ve enerji verimliliği ile sürdürülebilir proses endüstrileri
Fransa	(Industrie Du Futur)	*Geleceğin endüstri girişimi

Kaynak: TÜBİTAK, 2016, s. 2

Tablo 14’te ülkelerin geleceğe yönelik hedefleri bulunmaktadır. Bu hedeflere yönelik plan ve konular belirlenmiştir. Ülkeler Endüstri 4.0 ile ilgili geleceğe yönelik 2025-2030 yıllarına ilişkin bulgular neticesinde birçok ülke, kendine özgü özelliklere yönelik strateji ve yol haritası belirlemiştir.

Ayrıca YZ'nin ilerleyen zaman içinde “yapay süper zekaya” dönüşmesi endişe vericidir ancak belirli amaç doğrultusunda dikkatli olunmazsa sistemlerin riskli ve istenmeyen sonuçlara neden olabileceği tartışılan konular arasındadır. Bir diğer hedef, YZ'yi eğitimde birey isteklerini ve YZ'nin amaçlarını bireylerin amaç ve değerlerine uygun hale getirmektir (Schwab ve Davis, 2019, ss. 178-179).

4. DÜNYA'DAKİ BAZI ÜLKELERİN GELİŞİMİ VE ENDÜSTRİ 4.0

Almanya'da ortaya çıkan ve tüm dünyada etkili olan Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilmek için dünya değişimi kabul etmek durumundadır. Endüstri 4.0 ülkeleri, şirketleri ve bireyleri rekabet gücüne, dijitalleşmeye ve inovasyon yapmaya itmiştir. Ülkelerin ileriye yönelik hedeflerini bu yönde değiştirmeleri gerekmektedir. Bu kısımda dünyadaki bazı ülkelerin geçmişten günümüze Endüstri 4.0 sürecinde yaşadığı dönüşümler incelenecektir. Dünya ülkeleri dönüşümün hızına uyum sağlayarak buna yönelik politika ve strateji belirlemelidir.

4.1.Amerika Birleşik Devletleri

1800 ve 1840'lı yıllarda Amerika ekonomisi diğer ülkelere göre hızla yükselmiştir. Amerika'nın dünyada üstün güç olmasındaki engel endüstri ve çiftlik ülkesi olan kuzey¹⁷ ile yarı sömürge olan güneyin¹⁸ çatışması olmuştur (Hobsbawm, 2003b, s. 196). ABD'de kalkış dönemi (take-off), genel olarak endüstri devrimi gibi sosyo-ekonomik dönüşümlerin sadece ekonomik değil, sosyal ve yapısal değişimini açıklamaktadır (İlkin, 1988, s. 64). Ayrıca ABD, Rostow'un kalkış aşaması tablosunda take-off dönemine 1843-1873 (İlkin, 1988, s. 67) yılları arasında take-off ülkelerin bulunduğu listeye dördüncü sırada girmiştir. Endüstri 1.0'ın İngiltere'de başlamasının ardından kısa bir süre içinde göçmenlerin etkisiyle Kuzey Amerika'ya ulaşmıştır. 1865-1914 yılında gerçekleşen Endüstri 2.0 tamamen ABD'de gerçekleşmiştir. Bu devrimin öncü ülkesi ABD olarak açıklanmıştır. Endüstri kolları göz önünde bulundurulduğunda tarım, lif, minareler, iletişim, enerji, tüketim gıdaları,

¹⁷ Avrupa özellikle İngiliz sermayesi, emek ve beceriden yararlanmaktadır

¹⁸ İngiltere'ye tipik bir biçimde bağımlı bir ekonomi şeklidir.

taşımacılık gibi gelişmelerin doğmasına neden olmuştur. Endüstri 2.0 gibi üçüncü endüstri devrimi de ABD’de ortaya çıkmıştır. Teknolojide karşılaştırılmayacak kadar iyi bir gelişim ve dönüşüm gerçekleşmiştir (Doldur, tarihsiz, s. 135). Yine bu dönemde ABD yatırımlarının 4’te 1’ini endüstri yatırımlarına yapmıştır. ABD’de taşımacılık ve nakliyata ilişkin yatırımlar yapılmıştır. Ayrıca tarım yatırımlarına diğerlerine göre daha az önem verilmiş ve toplam yatırımların yüzde 55’i, endüstri, taşımacılık, nakliyat ve tarım dışında bulunan hizmet sektöründe bulunmaktadır. Dolayısıyla yatırımların çoğu hizmet sektöründe toplanmıştır (Aron, 1997, s. 154). Bunun yanında ABD’de teknik beceriye sahip insan sayısı yetersiz ve Lancashire işçileri, Galli madencileri ile demircileri endüstrileşmiş bölgelerden alınarak Amerika’ya özgü, emekten tasarruf eden bölgelere yerleştirilmiştir. Burada en önemli faktör çalışmayı basitleştiren makinelerin icadı gibi yeniliklerin bulunmasıdır. Ancak ABD’de sınırsız toprak ve kaynakların kullanımı için gerekli ulaşım ve donanım bulunmamaktadır (Hobsbawm, 2003b, ss. 195-196).

İkinci Dünya Savaşından sonra doların değeri artmış ve %-1’lik bir farklılık göstermiştir. Bu nedenle dolar altın karşısında sabit bir kura bağlanmıştır. ABD dolar işlemlerini bu değerle yapmış ve bu değerın Ons başına 35 dolar olmasına karar vermiştir. Bunun sonucunda 1 doların Paund, Mark, Yen’e karşı hangi değerde olduğunun bilinmesine yarayan bir sistem kurulmuştur. 1950’de ABD avantajlı konumunu ve ekonomik canlılığını Almanya, Fransa ve Japonya’nın yükselmesiyle yitirmeye başlamıştır. Daha sonra ABD’li firmaların, dolarlarını ülke dışındaki fabrikalara aktarmasıyla ödemeler dengesi bozulmuş ve avantajlı konumunu kaybetmiştir (Toffler, 1991, ss. 26-27). ABD’de İkinci Dünya Savaşı sonrasında modern bir apartman dairesinde bir odanın fiyatının 40 dolar olmasından dolayı insanlar yoksul mahallelerde yaşamak zorunda kalmıştır. O dönemlerde fakir insanlardan ziyade orta gelirliilere daha fazla konut yardımı yapılmıştır. Ayrıca kazançları düşük olan yoksul insanlar kılık-kıyafetlerine özen göstermişlerdir (Harrington, 1967, s. 10). Yine savaş yıllarından sonra 1980 yılında dört adet ekonomi politikası yaklaşımı ortaya çıkmıştır: Bunlardan ilki dünya sistemleri kuramıdır. İkincisi düzenleme kuramıdır. Üçüncüsü başarısız hükümetlerin ekonomi politiğidir. Dördüncüsü globalleşme, dünya yönetimi globalleşme karşıtlığı ve ekonomi politiği olarak ayrılmıştır (Veltmeyer, 2006, s. 31).

ABD, teknolojik olarak dünyanın en gelişmiş ileri seviye ekonomisine sahiptir ancak 20. yüzyılda yoksulluğun büyük oranda arttığı bir toplum olarak karşımıza çıkmaktadır. Amerika'nın tarihi geçmişinde, farklı kentleşme şekli, devletin kural koyma biçimi, ideolojisi, politik gönülsüzlük ve özgün bir sosyal yapısı bulunmaktadır. Ağ toplumunun oluşumu ve yaygınlaşmasında sosyal eşitlik, toplumsal dışlama dünyada farklı yerlerde ya da Avrupa'da yaşanılacakların ön gösterimi olmaktadır (Castells, 2007 s. 166). 1990 yılından sonra 2000 yılının başında ABD global ekonomin nihai tüketicisi olarak yoluna devam etmiştir. ABD'de yaşanan cari açık diğer ülkelerin daha fazla açık vermesine neden olmuştur. Bu durum Çin, Japonya ve Almanya'nın ihracata dayalı büyümeyi gerçekleştirmesini sağlamıştır (Li, 2017, s. 10). 2008 yılında gerçekleşen ekonomik kriz ABD ekonomisinde emlak piyasasının çökmesine ve işsizliğin artmasına yol açmış ekonomi durgunluğa girmiştir. Global finansal kriz ABD'deki bireyleri olumsuz etkilemiş, konut ve borsada önemli düşüşler yaşanmıştır. Krizden sonraki yıllarda toparlanmalar yaşanmıştır (Statista, 2021a). Bunun yanında yeni teknolojilerden olan robotlar günümüzde süpermarket, okul ve hastane gibi ortamlarda, Japonlar, Almanlar, Çinliler ve Amerikalılar tarafından denenmektedir. Uzmanlığa dayalı emek tasarrufu yaratmaktadır. Bu nedenle 2011'de AB ve ABD'de robot satışı %43 artmıştır (Mohajan, 2021, ss. 15-16).

McKinsey'in 2015'te bazı ülkelerle yaptığı çalışma neticesinde Alman firmalarının Endüstri 4.0 ile ilgili yatırımlarda öncü olduğu bilinmektedir. Almanya Ar-Ge harcamalarının yüzde 15'lik kısmını Endüstri 4.0 için kullanırken, Amerika'da bu oran yüzde 29 olarak kaydedilmiştir. Ardından Amerika'da Endüstri 4.0 gelirleri toplamı yüzde 30 iken, Almanya'da yüzde 19 olmuştur. Amerika şirketlerinin yüzde 92'si yeni rakipler beklerken, Alman şirketlerde bu oran yüzde 46 oranında bulunmaktadır. Böyle bir farkın ortaya çıkması, bu şirketlerin faaliyette bulundukları ortamdan kaynaklı olmaktadır. Ayrıca teknoloji firmalarının yeni rakip beklentisi yüzde 84, imalat sanayisinin ise yüzde 58 oranında seyretmektedir (Yılmaz, 2016). ABD'nin hem temel araştırmalar ve kurumlara hem de yüksek eğitime yüksek fonlar ayırdığı bilinmektedir. Temel araştırmalarda ABD fon kullanımı 26 milyar dolardır ve kullanılan fonun yüzde 55'i Ulusal Sağlık Kurumuna (NIH), yüzde 10'u enerji departmanına, yüzde 10'u NASA'ya ayrılmaktadır. Bunun

yanı sıra devlet tarafından fon listesi, yüzde 50'ye yakın bir kısmı ileri teknoloji araştırmaları alanına ayrılırken, yüzde 11'i temel araştırmalar alanına ve yüzde 37'si uygulamalı araştırmalar bölümüne ayrılmaktadır (Aykırı ve Bulut, 2020, s. 48).

Dünya ekonomilerinde serbest piyasa ekonomileri arasında en büyüğü gösterilen ABD imalat sektörü özel sektörler tarafından yapılmaktadır. Kamu ağırlığı az olan bir ekonomi biçimi benimsenmiştir. ABD ekonomisinde en önemli iki temel unsur bulunmaktadır: Bunlardan ilki, zengin doğal kaynaklar, ikincisi ise nitelikli emek gücü yapısı olmaktadır. Ülkede bu bağlamda bilgi iletişim teknolojilerine (BİT) adapte edilebilen ve nitelikli emek gücünün eğitilmesi için büyük gayret harcanmaktadır. Bilim ve teknoloji alanında iyi eğitim almış yetenekli ve akıllı bireylerin ABD ekonomisine katkı sağlaması için problemlerin çözümü amacıyla kullanılmaktadır (UIB, 2018, s. 3). ABD'nin Endüstri 4.0 stratejisi olan Smart Manufacturing Leadership Coalition, akıllı üretim amaçları doğrultusunda tedarikçi ve teknoloji firmaları, üretim konsorsiyumları, üniversite ve devlet laboratuvarlarından meydana gelen bir kuruluştur. Akıllı imalat kabiliyetlerini geliştirmek ve uygulamak amacıyla ayrıntılı bir yol haritası belirlemektedir (SMCLC, 2011).

ABD ekonomisinde imalat sektörü her zaman önemli bir konumda yer almıştır. Özel sektör Ar-Ge faaliyetlerinde bulunan personelin patent sayısı, üretim sektöründeki personel sayısının üçte ikisinden fazla bulunmaktadır. Ülkelerin Ulusal İmalat İnovasyon Ağı (NNMI) adlı beş adet İmalat İnovasyon Enstitüsü faaliyette bulunmaktadır. 300'ü aşkın firma ve üniversite bu enstitüye üyedir. Bu üyelerin raporlarına göre, ABD'de dünya genelinde üretim sektöründeki payını kaybetmemek için Endüstri 4.0'a uyum sağlaması beklenmektedir. Emek gücünün eğitilmesi ve işletmelerdeki dönüşüm ve ilerlemeleri takip etmesi gerekmektedir (Güner, 2018). McKinsey tarafından gerçekleştirilen "Endüstri 4.0 Küresel Uzmanlık Araştırması 2015" çalışmada Endüstri 4.0 ile ilgili gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının payı Almanya'da %15, ABD'de %29 olmakta, bunun yanı sıra toplam gelirlerden Endüstri 4.0 için ayrılan pay ise Almanya'da %19, ABD'de %30 olduğu belirtilmiştir (Mckinsey ve Company, 2015, s. 48) .

2021 yılında dünyanın birinci büyük ekonomisi ve gelişme seviyelerine göre ülkeler grubu arasında en çok gelişme göstermiş (G7) ülkeler arasında olan ABD, 2019 yılında kişi başına GSYH oranı 65,052 dolar, 2020’de 63,358 dolar olarak kaydedilmiştir. Ayrıca ABD dünya genelinde en büyük kişi başına GSYH’ye sahip ülke olarak 1. sıraya yerleşmiştir. 2020 yılı GSYH 20,89 trilyon dolar, 2019 yılında ise 21,37 trilyon dolar civarında gerçekleşmiştir. 2019 yılında büyüme oranı yaklaşık %2,3, 2020 yılında %-3,4 olarak seyretmiştir. Bu düşüşün nedeni Covid-19 kaynaklı olup ülkeyi ekonomik olarak zor durumda bıraktığı görülmektedir. Ülkede kişi başına gelir ABD ekonomisi ithalat ve ihracatta dünya liderlerinden birisi konumunda yer almaktadır. 2019 yılında ABD’de işsizlik %3,7 düzeyinde, 2020 yılında %8,3 olarak gerçekleşmiştir. Ülkede enflasyon oranı 2019 yılında 1,8 iken 2020 yılında 1,2 olarak gerçekleşmiştir (Statista, 2021a). 2021 yılında GSYH 23 trilyon dolar iken, büyüme oranı yaklaşık %5,7 olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl kişi başına GSYH 69, 23 dolar olarak açıklanmıştır. 2021 yılında ABD’de işsizlik oranı %5,4 seviyesinde gerçekleşirken, enflasyon oranının 4,7 olduğu belirlenmiştir (IMF, 2021).

4.2.Çin

Rostow’a göre Çin take-off ile kalkınmaya 1952 yılında başlamıştır (Rostow, 1966, s. 36). Çin birçok ülkenin yer aldığı take-off aşamalar tablosuna göre, kalkınmaya en son başlayan ülkedir. Çin take-off ülkeler sıralamasında kalkınmayı başlatan ülkeler arasında geride kalmış ve geç başlamıştır. 1991-2000 yıllarında büyüme oranında büyük bir artış yakalamıştır (Gökrem, 2012, s. 47). Çin, 1970’lerde dünyanın en fakir ülkelerinden biri iken, 1976 yılında Mao’nun ölümüyle birlikte yükselişe geçmiştir. Deng Xiaoping’in 1978 yılında yaptığı reformlarla 1990 yılında dünya ülkelerinin ilgisini çekmiştir. Bunun yanında 2000’li yıllarda kalkınmış ve diğer ülkelerin ekonomi politikalarını inceleyerek yeniden organize yoluna gitmiştir (Özsoylu, 2006, s. 2).

1988 yılından 1998 yılına kadar geçen sürede Çin ilkel endüstrileşme temelinde ilk endüstri devrimine başlamıştır. Bu dönemde tüketim mallarında emek yoğun olarak yüksek miktarda üretim ve ihracat yapılmıştır. Çin’in gelişimindeki neden Dünya Ticaret Örgütüne (WTO) katılımıyla ilişkilendirilmiştir. Bu katılımı

birlikte Çin dünyanın en büyük tekstil ihracatçısı ve üreticisi konumuna gelmiştir. 1998 yılından günümüze kadar Çin altyapıya daha fazla önem vererek, yüksek hızlı demiryolu ağı ile ikinci endüstri devrimine başlamış ve hala endüstri yolculuğuna devam etmektedir. Bu devrim; çelik, mineral, makine ve ekipman, kimyasal malzemelerin üretimi ile ilgilidir (MMO, 2019).

Çin’de Neoliberalizmin 1990 yılında gerçekleştirdiği etki, gelir dağılımının global olarak kapitalistler tarafından daha fazla bozulduğunu göstermektedir. Birçok ülkede hayat standartlarının azalması global talebin de düşmesine neden olmuştur. Neoliberal global ekonomi, durgunluk ve artan mali istikrarsızlık ile tehlike altındadır (Li, 2017, s. 10). Çin ihracatı içinde ileri teknoloji ürünlerin payı 1990 yılında %6,9 iken, 2000 yılında büyük oranda artarak %24,4’e yükselmiştir (Gökrem, 2012, s. 349). 1990 ve 2000’lerde insanlığın üçte birinin petrol devrine girmesiyle Çin ve Hindistan ekonomisi, büyük bir büyüme oranı yakalamış, Hindistan ekonomisi 2007’de 9,6 oranında, Çin ekonomisi 14,2 seviyesinde büyümüştür. Petrol rezervi yüksek talep neticesinde petrol fiyatlarını artırmış petrol varil fiyatı 147 dolar seviyesine yükselmiş, fiyatlar yükselirken tüketim azalmış ve global ekonomi çöküşe geçmiştir. Çin’in kişi başı üretimi ABD üretimi ile karşılaştırıldığında, İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra ekonomik olarak yükselen Japonya ile aynı düzeye ulaşmıştır (Rifkin, 2014, ss. 30-31).

Çin gibi büyüyen ekonomiler çeşitli durumlarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu ülkelerde istihdamın büyük bir kısmı imalata yoğunlaşmıştır. Buna ek olarak teknolojik ilerlemeler ülkedeki fabrika işlerini etkilemeye başlamıştır. 1995 ve 2002 yılları arasında Çin imalatı emek gücünün yüzde 15’ni kaybetmiştir (Baum, 2003). Çin’in 2001 yılında Tayvan’da bulunan elektronik entegrasyon tesislerinin büyük bölümünü taşımasıyla global piyasalarda cep telefonu ve bilgisayara olan talepte artış yaşanmış ve Çin’li üreticiler büyük kar elde etmiştir. Bunun sonucunda 2001-2008 yılları arasında Çin’in ihracatı % 27 artmıştır (Kroeber, 2017, s. 75). 2006 yılında Çinli şirketlerin inovatif faaliyetler gerçekleştirmesi için “yerli yenilikçilik” programı oluşturulmuştur. Bu program ile ileri teknoloji kullanan şirketlere Ar-Ge desteği ve patent sayısının artırılması gibi teknik standartların oluşturulması için destek sağlanmıştır. Yerli şirketler ve devlet birimlerine ülke ürünlerinin kullanılması ile ilgili zorunluluk getirilmiştir (Kroeber, 2017, s. 77).

Çin 2008 yılından önce ekonomik büyümeyi yatırım ve net ihracatla gerçekleştirmiştir. 2008 yılından sonra yatırım yoğunluklu bir iktisadi büyüme içine girmiştir. 2005 ve 2007 yılları arasında ekonomik büyümeye yatırımların etkisi %40 iken, ihracatın katkısı %20 olmuştur. 2009 yılında gerçekleştirilen mali canlanma ile yatırımların iktisadi büyümeye etkisi %80'e ulaşmıştır (Li, 2017, ss. 11-12). Çin'de madencilik, üretim, elektrik, gaz, su imalatı ve temini endüstrinin bir parçası olup, imalat sanayisini oluşturmaktadır. İmalat sanayisinde insanların hayatlarını sürdürmesi ve olgunlaşması için gerek duyulan ürünler temin edilmiş, ülkede istihdam sorununun çözümü için çeşitli istihdam olanakları sağlanmıştır. Bu durum Çin'in gelişmesi için önemli bir adım olmaktadır. Çin'de imalat sanayisinin gelişimi için, teknoloji yoğun sanayiler; oyuncak, günlük gereksinimler, yüksek hızlı tren ve büyük ölçüde ekipman üretilebilmektedir. İmalat sanayisi toplam çıktı teknoloji seviyesi bakımından büyük gelişme göstermiştir (Zheng ve Hong, 2015, s. 105).

Çin'de 2010'a kadar önemli sektörlerin başında; demir-çelik, elektronik, beyaz eşya, gemi yapımı ve ilaç sanayi gelmektedir. Bu nedenle 1000'e yakın büyük işletmeye destek verilmiştir. Endüstrilerde şirketlerin yeniden organize olması ile 6,500 büyük ve orta ölçekli şirketlerin %70'i yeniden yapılanarak kazancı yüksek şirketler durumuna gelmiştir. Endüstrilerin büyüme oranı yüzde 10'dan, yüksek teknoloji ile yüzde 26.3 düzeyine ulaşmıştır (Özsoylu, 2006, s. 22). Sosyalist modernleşmeye ilişkin 30 yıldan daha fazla bir süredir gerçekleştirilen reform ve dışa açılma süreciyle birlikte ülke ikinci en büyük ekonomi haline gelmiştir. Çin toplumu gelişme ve inovasyon açısından kendine güvenmektedir (Xiaosi, 2017, s. 45).

Çin'in başlarda ucuz emek gücüne yönelik uygun ve düşük nitelikli ürün ihracatıyla birlikte başladığı sürece, 2012 yılı ve sonrasında ülkede imalat ve ihracat gerçekleştiren 170 adet otomobil markası, savunma ve uzay endüstrisinin geliştirilmesi, ilaç sektörü ile elinde bulundurduğu ileri teknoloji ve seri imalat kapasitesi sayesinde kendini teknoloji ülkesi olarak tüm dünyaya ispatlamıştır (Göçer, 2013, ss. 220-221). Çin 2010 yılında Nanoteknoloji, biyoteknoloji ve iletişim teknolojileri, 3D yazıcı, YZ teknolojisi, robot teknolojisi Endüstri 3.0'ın itici gücü olmuştur (Mohajan, 2021, s. 3).

Çin’de, 2014 yılında Foxconn, iki yıl içerisinde fabrikalarda bulunan 60 bin çalışan kişiyi robotlarla değiştirmiştir. Otomasyon geliştirmekte olan ekonomilerde emek gücü maliyet üstünlüğünü kaybedebilmekte ve bu ülkelerdeki endüstrileşmeyi sabote edebilmektedir (Schwab ve Davis, 2019, s. 175). Çin’in tarım ülkesinden endüstri ülkesine dönüşmesinde tam, bağımsız ve sorunsuz bir sistem oluşturulmuştur. Çin’in Endüstri 4.0 stratejisi olan “Made in China” büyük başarılar kat etmiştir. Çin’in endüstriyel katma değeri 2014’te 22,8 trilyon yuan’a yükselmiş ve bu oran GSYH’nın %35,8’ini oluşturmuştur. 2014 yılında Çin’in ekonomik toplamı 63 trilyon yuan’ı aşarak, toplamda 10 trilyon ABD dolarına ulaşmış ve dünya ekonomisinde ikinci ülke olmuştur. 2013 yılında Çin’in imalat üretimi, dünya toplamının %20,8’ini meydana getirmiştir. Daha sonra art arda 4 yıl boyunca dünyada bir numara olmuştur (Zheng ve Hong, 2015, s. 105).

Çin Endüstri 4.0 açısından, 2016’da yüzde 6,7 büyümüş ve yüzde 1,9 seviyesinde büyüyen ABD dünya ekonomisine 0,3 puanlık katkı sağlarken; Çin’in bu büyümeye 1,2 puanlık katkısı olmuştur. Çin’de son yıllarda büyümenin yavaşlamasının nedeni, ucuz seri imalat modelinin çalışmamasıdır. Çin öncü başarı yakalayabilmek için verimlilik ve kaliteyi artırmayı amaçlamıştır. Çin Endüstri 4.0 üretim teknolojilerinden ve ABD’de oluşturulan endüstriyel IP’den yararlanarak “Made in China 2025” planını hazırlamıştır. Çin orta gelir tuzağından kurtulmak istemekte ve bu doğrultuda üretim ve internette süper güç olmak için konumlanmaktadır (Sözen ve Mescioğlu, 2019, s. 305). Xiaosi’nin “Çin Rüyası” çalışmasında, Çin’e ilişkin duyulan ihtiyaçlara ve bu soruna engel olan durumlara yurtiçi ve yurt dışındaki uzmanların verdikleri cevaplar şu şekildedir (Xiaosi, 2017, ss. 21-23):

- Eğitimi iyileştiren metotlar, bilim ve teknoloji, kültürel ve güçlü bir hukuk düzeni, adil ve dürüst bir toplum işleyişinin sağlanması,
- Çin’in GSYH en güçlü düşmanı olması,
- Gelir dağılımı eşitsizliğini çözmek istemesi,
- Yüksek fiyatlı evler sorunu,
- Çin Rüyasının dumanlardan etkilenmesi,
- 21. yüzyılda süper güç haline gelmeyi hedeflemektedir.

Çin'in global değer zincirinde bulunan avantajı ve ucuz emek gücü neticesinde, elde ettiği global rekabetçilik avantajını muhafaza etmek için endüstride dijital dönüşümü başarılı bir şekilde gerçekleştirmesi gerekmektedir. Ülke üretim süreçlerini internet bağlantıları ile otomatik düzenleyerek, verimliliği yükseltmek için endüstriyel nesnelerin interneti teknolojisine yatırım gerçekleştirmiştir. 2025 yılı için internet bağlantısının %30'unu bünyesinde barındıracağı düşünülmektedir. International Data Corporation danışmanlık firmasının açıklamalarına göre, 2017 yılında Çin robot sektörüne %29 yatırım yaparken, nesnelerin internetine %28 yatırım gerçekleştirmiştir (Gülseren ve Sağbaş, 2019, s. 3). Çin teknoloji şirketi 5G, YZ, büyük veri sistemi, nesnelerin interneti gibi yeni teknolojilerde dünyada önemli konuma ulaşmıştır. Bu gelişmelerin dijital ticarete etkileri bulunmaktadır. Teknolojik olarak sağlanan imkanları tüketiciler takip etmektedir ve bu doğrultuda işletmelerin de rekabet güçlerini mevcut düzeyde tutabilmek için teknoloji altyapısını geliştirmesi gerekmektedir (TÜSİAD, 2020, s. 5).

2021 yılında dünyanın ikinci büyük ekonomisi ve gelişme seviyelerine göre ekonomiler içinde G7 ülkeleri arasında olan Çin, 2019'da kişi başına GSYH 10,170 dolar, 2020 yılı kişi başına GSYH 10,511 olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında ise en büyük ithalat ve ihracatçı ülke haline gelmiştir. Bu büyümenin en önemli nedenlerinden biri de nüfusun fazla olmasıdır. Çin, zenginliğini 1,4 milyar insana dağıtmak durumundadır. 2019 yılında GSYH 14,34 trilyon dolar iken, 2020 yılında ise 14,87 trilyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, Çin ikinci en büyük GSYH'ye sahip ülke olmuştur. 2019 yılı ekonomik büyüme oranı %5,9 iken, 2020 yılında %2,3'e gerilemiştir. 2019 yılında enflasyon oranı %2,9 olarak gerçekleşirken, 2020 yılında 2,4 oranına gerilemiştir. 2019 yılında işsizlik oranı %3,6 olarak gerçekleşmiştir. Covid-19 nedeniyle 2020'de kayıtlı işsizlik yüzde 4,2'ye yükselmiştir (Statista, 2021c). 2021 yılında GSYH 17,46 trilyon dolar iken, büyüme oranı %8,1 olarak kayıtlara geçmiştir. 2021 yılında kişi başına GSYH 12,36 dolar olarak açıklanmıştır. 2021 yılında Çin'de işsizlik oranı %4 seviyesinde iken, enflasyon oranı 0,9 olarak gerçekleşmiştir (IMF, 2021).

4.3.Japonya

Japonya'nın modern ekonomiye ve seri imalata dayalı endüstrileşmeye geçiş adımlarını 1868'de Meiji dönemi ile attığı düşünülmektedir. Japonya dışa kapalı olan bir yönetimden, Samurai Yönetimi'nin yıkılmasıyla dışa açık bir sisteme geçmiştir. Ülke 1890 yılında aramalı ihtiyacını gidermek için, yeni teknolojilere yönelik demir-çelik endüstrisini kurmuştur. Birinci Dünya Savaşı yıllarında maden ve fabrikada çalışan sayısı artmış ve yaklaşık 5 milyona ulaşmıştır. 1867 ve 1912 yıllarında yönetimde olan Meiji dönemi endüstri devrimini gerçekleştirmiştir. Japonya 1955 yılından 1970 yılına kadar yıllık ortalama yüzde 10 büyümüştür. İkinci Dünya Savaşından günümüze kadar batıda oluşan yeni teknolojilere uyum sağlamıştır. Kişi başına düşen gayri safi milli hasılası (GSMH) ile büyük yatırımlar yapmış ve ödemeler dengesi fazlalık vererek ikinci kalkınma hareketini başlatmıştır (Kuyucuklu, 1992, ss. 241-248). Rostow Japonya'nın take-off ile kalkınma sürecinin 1878-1900'lu yıllarında başladığını belirtmiştir. Japonya 1868'den sonra hazırlık, 1914'te ise tamamıyla harekete geçmiştir (Rostow, 1966, s. 35).

Meiji döneminde endüstri, mali teknikler, ABD'den ve diğer ülkelerden alınmıştır. Akıllı bireyler politik, yönetim, askeri, ticari, mali ve sanayi teknolojisi alanlarında teknikler araştırmak için diğer ülkelere gönderilmiştir. Japonya'da 1914'te demir, çelik, makine, kimyevi maddelere olan talep Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra artmıştır. Savaş Japon ekonomisini olumlu etkilemiştir. Savaşın önce dış ticaret dengesi açığı artmış ve savaş zamanında talebin artması ihracatın da artmasını sağlamıştır (Güran, 2013, ss. 181-182). Japonlar Doğu Asya'da sanayileşen ilk millet olmuş ve bu sürece Batı ülkelerini taklit ederek başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra diğer Doğu Asya ülkeleri de taklit yöntemi kullanarak devam etmiştir. ABD politik olarak zenginliğiyle istediği ülkeleri desteklemiş ve aynı zamanda ülke iç pazarından yararlanma imkanı sağlamıştır (Özilgen, 2009, s. 388).

Japonya, Edo döneminde¹⁹ Avrupa'daki gelişmeleri bilim ve teknik alanlardaki icatlarla ve ülkelere gönderilen kişilerle gözlemlemiştir. Ülke tarihinde İkinci Dünya Savaşı (1946-1952 yılları) hariç yabancı işgali yaşamamıştır. Bu yönüyle hem etnik hem de kültürel açıdan homojen bir yapısı bulunmaktadır. Edo döneminde bu bilinç daha fazla sağlamlaşmıştır. Japon endüstrileşmesinde yeni bir kurum veya teknik dışarıdan temin edilirken, mevcut olan kurum yok sayılmamıştır (Derya, 2015, s. 104). Bu tekniklerin yanı sıra Japonya altyapısını geliştirmeye önem vermiş, endüstri devrimini gerçekleştiren ülkelerle farklı alanlarda enformasyon ve teknoloji aktarımında bulunmak için iş birliği yapmıştır. Japonya gelişmede ihtiyacı olan kaynaklara ulaşmıştır ancak gıda mallarını topraklarından üretecek duruma gelmemiştir. Bunun yanında Japonya'da diğer ülkeler gibi sömürgecilik faaliyetlerine başlayarak 1995 yılından önce Çin ile yaptığı savaşta Çin'i mağlup ederek Taiwan'ı almıştır. Ardından 1904-1905 aralığında Rusya'yı yenilgiye uğratmış ve Kore'yi de ele geçirmiştir (Kuyucuklu, 1992, ss. 244-245). 1937 yılında Japon fabrikaların üretim oranı %74,2'ye yükselmiştir (Francks, 1992, s. 54). İlerleyen yıllarda (1951-1960) büyümeye devam etmiştir (Gökrem, 2012, s. 47).

Japonya sanayi üretimi için gerekli ürünlerinden yoksun durumdaydı. Ülke 1960'lı yılların başında yün, doğal kauçuk, pamuk, boksit, fosfat; kalay, ham petrol, şeker ve demir madeninin %90'dan daha fazlasını; buğday, fasulye, tuzun yarısından çoğunu ithal etmiştir (Halliday ve McCormack, 1973, s. 17). Japonya ekonomisi, teknolojik yeniliklerle gerçekleştirilen yatırımlarla 1960'lı yıllarda yüzde 10'un üzerinde büyümüştür. 1972 ve 1973 yılları arasında mali durumlar sebebiyle ekonomide ısınmalar başlamıştır. I. petrol krizinden sonra enflasyon ve ödemeler dengesi açığıyla mücadele edebilmek için sıkı para politikası getirmiştir. Japon ekonomisi 1980 ve 1982 yılları arasında özel sektörde ılımlı genişleme ile maliye ve para politikası sebebiyle II. petrol krizini atlatmıştır (Statistic Bureau ve Management-Coordination, 1993, s. 37). Japon ekonomisinde, petrol krizlerine ve yen'e rağmen sürekli büyüme yaşanmıştır. Ekonomik gelişme aşamasında işsizlik ve endüstri yapısında önemli değişimler meydana gelmiştir. 1975 yılında 52,23 milyon iken, 1992'de istihdam edilen birey sayısı bir önceki yıla göre 64,36 milyona

¹⁹ Bu akım, 250 yıl sürerek 1540-1856 yıllarını kapsamaktadır. Bu dönem boyunca ülke dışı kapalı kalmıştır. Yani Japonya'ya yabancılar tarafından girişler ve ülke dışına çıkış yasaklanmıştır.

ulaşmıştır (Statistic Bureau ve Management-Coordination, 1993, s. 27). İkinci Dünya Savaşından sonra istikrarlı bir şekilde büyüyen Japon ekonomisi 2008 yılında durgunluğa girmiştir. Ülke ekonomik büyümede ağırlıklı olarak ihracatta ön plana çıkmaktadır. Dışarıdan gelen isteklerin azalması ile 2008 global ekonomik kriz nedeniyle devlet ulusal talebi artırmaya yönelik önlemler almıştır (Koto, 2020, s. 6). Saxonhouse ve Kiyokawa'nın (1985) dediği gibi, endüstrileşmenin ardından Japon tekstil sanayinde eğitim düzeyinin artmasıyla birlikte çalışanların ve işyerinin koşulları geliştirilmiş, çalışma süreleri ve fabrika standartları değişmiştir (Francks, 1992, s. 204). Japonya'nın robot üretimi yapan ülkelerdeki konumu yüksektir. 2010 yılı itibariyle endüstriyel robotlarda yoğunlaşan talebi karşılamak için Japonlar robot üreticilerinin üretim hacmini yükseltmiştir. Japonya 2016'da küresel robot üretimini yüzde 52 oranında karşılamıştır. Japonya'da 2016 yılı ve bir önceki yıl karşılaştırıldığında robot satışlarında yüzde 10 artış sağlanırken, robot sayısı 38.600 adet olarak gerçekleşmiştir. Amerika robotların birçoğunu Japonya, Kore ve Avrupa ülkelerinden satın almaktadır (Kılıç ve Alkan, 2018, s. 35).

Almanya'nın Hannover şehrinde CeBIT fuarında Toplum 5.0 kavramının ilk kez konusu geçmiştir. Japon hükümeti, Toplum 5.0'ı "teknoloji medeniyetler için tehdit eden değil, yardımcı olarak nitelendirilmeli" demiştir. Japon hükümeti tarafından ortaya atılan, Toplum 5.0 kavramı Japon Bilim Teknoloji ve İnovasyon Konseyi aracılığıyla beşinci Bilim ve Teknoloji Temel Planında yer verilmiş ve 2016 yılında onaylanmıştır (BTİK, 2020, ss. 8-9). Japonya'nın kararlı tutumu ve teknolojik yeniliklere uyum sağlama gücü sayesinde ülkesini zenginleştirdiği bilinmektedir. Japonya mevcut durumunda zengin bir ülke olmaktadır. Ülkede yetenekli insanlar ve nitelikli işgücü çok sayıda bulunmaktadır (Davis, 2009, s. 393). Pazar büyüklüğü, E-ticaret payının yüksek olması Japonya'ya ilişkin fırsatlar olarak nitelendirilmektedir. Emek gücü, imalatın maliyetli oluşu, dış ticarete katı kurallarının olması ve yüksek vergi oranı gibi durumlar ülke için tehlike oluşturmaktadır. Teknolojik ilerlemeler ve inovasyon, eğitim sisteminin mükemmelliği, suç oranlarının yüksek olmaması sürekli ekonomik ve politik düzenin olması güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Lokasyon, yaşlı demografik yapısı, yerleşim yerlerinin büyüklüğü ve nüfus oranının yüksek olması neticesinde hayat pahalılığı gibi bir durumla karşılaşması ülkenin zayıf yönlerini temsil etmektedir (Koto, 2020, s. 4).

Japonya’da yüksek teknoloji ürünleri olarak, dijital elektronik tasarımları, müzik sistemi, televizyon, kamera gibi aksesuarların yaygınlık kazanmasıyla, mikrobilgisayar teknolojisine ilişkin malların kalitesinin ileri seviyeye ulaşmasına yardımcı olmaktadır (Aksehirtso, 2015, s. 10). 2021 yılında dünyanın üçüncü büyük ekonomisi ve gelişme seviyelerine göre ekonomiler arasında çok gelişmiş yedi ekonomiden biri olan Japonya, 2019 yılında kişi başına GSYH 40,690 dolardan, 2020 yılında 40,089 düzeyine gerilemiştir. 2019 yılında GSYH 5,14 trilyon dolar iken, 2020 yılında ise 5,05 trilyon dolara düşmüştür. Ayrıca, Japonya üçüncü en büyük GSYH’ye sahip ülke olmuştur. 2019 yılı ekonomik büyüme oranı %0,02 iken, 2020 yılında %-0,03’e olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında enflasyon oranı %0,47 olarak gerçekleşirken, 2020 yılında %-4,03 oranına gerilemiştir. 2019 yılında işsizlik oranı %2,4 olarak gerçekleşmiştir. Covid-19 nedeniyle 2020’de işsizlik oranı %3,93’ye yükselmiştir (Statista, 2021f). Güney Kore Devleti, Japonya, Çin ve ABD’den sonra en büyük robot pazarına sahip dördüncü ülke olmuştur. 2020 yılında robot kurulumu %7 azalmış ve 30.506 adede gerilemiştir. Güney Kore’de robot stoku 342,983 adet olarak hesaplanmıştır. Bu oranın yüzde olarak hesaplaması %6’dır (IFR, 2021). 2021 yılında GSYH 4,94 trilyon dolar olurken, büyüme oranı %1,6 olarak kayıtlara geçmiştir. Aynı yıl kişi başına GSYH 39,34 dolar olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılında ülkede işsizlik oranı %2,8 olurken, enflasyon oranı -0,3 olarak açıklanmıştır (IMF, 2021).

4.4.Almanya

Almanya’nın endüstrileşme sürecine başladığı yıllar göz önünde bulundurulduğunda diğer ülkelere (İngiltere, Fransa, Belçika, Amerika) göre daha sonra başladığı görülmektedir. Almanya take-off dönemine 1850-1890 yılları arasında girmiştir (Rostow, 1966, s. 35). Take-off ülkeler sıralaması tablosunda beşinci sıraya yerleşmiştir. Almanya’da endüstrileşme İngiltere ve diğer ülkelere göre daha yavaş gelişmiştir.

Almanya’da endüstrileşme 18. yüzyılın sonları 19. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Bu çıkışla birlikte iktisadi, sosyal ve siyasi alanda bir dizi ekonomik ve tarihsel reform uygulanmaya başlanmıştır. Almanya 19. yüzyılın ilk yıllarında hala tarım ülkesiydi ve çalışanlar bu alanda işgücüne katılmaktaydı (Henning, 1973, s.

20'den akt. Derya, 2015, s. 98). Gümrük birliğinin kurulmasıyla birlikte Almanya'nın endüstri devrimine girişi hızlanmıştır. 1870'li yıllarda gümrük duvarı Avrupalılar tarafından ikame edilmiştir. Almanya 1879 yılında gümrük duvarını arttırmıştır (Derya, 2015, s. 101). Avrupa Ekonomik Topluluğu'nun (AET) kurulmasından sonra, Güney Avrupa'nın bütünüyle demokratikleşme düşüncesi ve Almanya ile Fransa'nın yeni global düzende Avrupa'nın tekno-ekonomik özerkliğini desteklemesiyle AET, Avrupa Topluluğu (AT) adını almıştır. Ekonomik tedbirlerle birlikte sermaye, mal, hizmet ve emek gücü için ortak bir pazarın oluşturulması için politik entegrasyonda tedbir oluşturmuştur. Üye ülkelerin global alanda özerk olabilmeleri için milli egemenliğin bir kısmı alınmıştır (Castells, 2007, s. 452). Almanya 1951-1960'lı yıllarda büyüme oranında iyi bir yol kat etmişken, 1991-2000'li yıllarda bu konumunu kaybetmiştir (Gökrem, 2012, s. 47). 1980 yılında rekabette yaşanan güç durumlar ve markın konvertibilitesinde yaşanan sorunlardan dolayı ticaret (%30'u) Doğu Bloğu dışındaki ekonomilerle gerçekleştirilmiştir (Şanlıoğlu, 2010, s. 92).

1995'te "Federal Konsolidasyon Programı (Danışma Paketi I)" uygulanmaya başlanmıştır. Bu program aracılığıyla gerçekleştirilen transferler, 2004 yılının bitimine kadar doğu eyaleti ve yerel yönetim finansmanı amacıyla yapılmıştır. 2005 yılında bu paktın fonundan 94,5 milyar euro doğu eyaletine giderken, bu fonun kaynakları ise doğu eyaletlerine ve yerel yönetimlerin altyapı modernizasyonu ve ekonomik olarak rekabetçi yapıların meydana getirilmesi ile istihdam politikası çerçevesinde önlemler almak amacıyla kullanılmıştır (Şanlıoğlu, 2010, s. 83). Birçok Alman ticaret fuarına ev sahibi olan Frankfurt Messe'nin dışında, bir metale çekiçle vurarak kolunu indirip kaldıran 21 metrelik anıtsal kinetik çekiç adam (1990'lı yıllar) heykeli bulunmaktadır. Jonathan Borofsky bu heykel için yaşadığımız dünyayı oluşturmak için zihnini ve ellerini kullanan işçi olduğunu söylemektedir. Ayrıca üretimin geleceğinin değiştiğini göstermektedir (The Economist, 2012, s. 1). İmalat sektöründe yeni bir değişim olan Endüstri 4.0 kavramı 2011 yılında Hannover Fuarında ilk kez açıklanmış ve tüm dünyada yankı uyandırmıştır. Açıklanmasının nedeni, ucuz emek gücü ile Doğu'ya kayan imalatı, Batı'ya tekrar getirmek olsa da, Çin'in yeni teknoloji ile ilgili ulaştığı konum bu durumun kısa veya orta vadede olağan olmayacağı düşünülmektedir (EBSO, 2017).

Almanya elinde bulundurduğu yüksek rekabet kabiliyeti ve global ağı sayesinde, yüksek düzey inovasyon kabiliyeti ve ihracat odaklı ilerleme kaydetmiştir. 2014 yılında Çin ve ABD, ürün ihracatında Almanya'yı geçmiştir. Ülke Ar-Ge harcamalarına yılda 80 milyar Avro'ya yakın yatırım yapmaktadır. Birçok firma imalat teknolojisi ve lojistiğin dijitalleşmesi olarak ifade edilen Endüstri 4.0 yolunda ilerlemelerine devam etmektedir. Bunun yanında AB ülkeleri içinde istihdam oranı açısından en güçlü ekonomilerden birisi ve genç işsizlik oranının en düşük olduğu ülkedir (Salihlitso, 2020, s. 8).

Endüstri 4.0 kavramının Almanya'da ortaya çıkmasının nedeni, işgücünün düşük olduğu ülkelerde kaybettiği sermaye yatırımını geri almak ve yeni teknoloji ürünü üretiminde Çin ve ABD'yi geçebilmek için Endüstri 4.0'a daha çok önem vermesidir. Endüstri 4.0 platformu sitesindeki amaçlar şu şekildedir; dünyanın en büyük fabrika imalat aracı üreticisi Almanya olacak, yeni teknolojiyi kullanarak ülkeyi sektörlerin üretim merkezi haline getirerek, yeni teknolojinin ihtiyacı olan global standartları belirlemede öncü ülke olacaktır (Yıldırım ve Özbay, 2019, ss. 98-99). Almanya genel olarak ABD ve Hindistan gibi yazılımda ucuz mühendisleriyle güçlenen ülkelerin gerisinde kalmıştır. ABD yazılımları kişisel kullanıcılar için, Alman yazılımları çoğunlukla şirketler için yazılım geliştirmektedir. Systemanalyse und programmentwicklung (SAP) denilen muhasebe programlarının yüksek fiyatlarla farklı mühendislik programların şirketlere satışı gerçekleşmektedir (Yıldırım ve Özbay, 2019, s. 99).

Price waterhouse coopers (PwC) tarafından yapılan çalışmada, firmaların yüzde 50'si dijital kültür yetersizliği ve bu konuda gerçekleştirilen çalışmaların eksikliğinden kaynaklandığını belirtmiştir. McKinsey'in raporunda Alman firmalarının Endüstri 4.0'ı uygulamada yaşadığı sorunlar; işçilerin süreç ve kontrole yönelik uzmanlığı, enformasyon güvenliği ve güvenlik sistemleri, veri aktarımında kullanılan standart yöntemler, kablolu ağlarla uçtan uca bağlantı olarak gösterilmektedir. Alman firmaların yaşadığı kaygılar enformasyon güvenliğinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle CPS ortamında yetiştirilmiş işgücüne olan ihtiyacın ilerleyen zamanlarda artacağı belirtilmiştir (Yılmaz, 2016).

Emek gücünün yanı sıra Ar-Ge harcamaları değerlendirildiğinde gelişmiş ülkeler ve Almanya bu konuda daha fazla zaman harcamakta ve işbirliği gerçekleştirmektedir. Buna örnek olarak Almanya ve Çin arasında yapılan işbirlikleri şu şekildedir (Özkan vd., 2018, s. 44);

- 15 Temmuz 2015 tarihli “Yenilikte Birlikte” işbirliği planı,
- 19 Ocak 2016 tarihli “Bilim ve Teknoloji” memorandumu,
- 18 Ekim 2016 tarihli BMWi-Çin işbirliği çerçevesi,
- 29-30 Kasım 2016 tarihli BMWi-Çin sempozyumu olmaktadır.

2017’de dünyada en yüksek ihracat yapan Çin’in ihracat rakamı 2,26 trilyon dolar, ikinci sırada 1,5 trilyon dolarla ABD bulunmaktadır. Ardından 1,4 trilyon dolarla Almanya bulunmaktadır. Bu ülkeleri daha sonra Japonya, Hollanda ve Güney Kore takip etmektedir. Çin ucuz işgücü, teknoloji ve sanayisiyle her alanda üretim gerçekleştirirken, ABD yüksek teknoloji ve yazılım ürünleri konusunda en büyük üretici konumunda, Almanya yüksek teknoloji ürün üretimi, otomobil üretimi, üretim araçlarının ve endüstri tipi robotların imalatında en üst sırada bulunmaktadır. Almanya otomobilde, BMW, Mercedes, Volkswagen, sanayi robotunda ise, Bosch, Siemens, Kuka gibi büyük şirketlere sahip olduğu için Endüstri 4.0 atılım gücünü bu şirketlerden almaktadır (Yıldırım ve Özbay, 2019, s. 99).

Almanya, endüstrisi ağırlıklı olarak taşıtlar, kimyasallar, beyaz eşya ve sermaye mallarına dayanmaktadır. Bunun yanında bilgisayar donanım endüstrisi az gelişmiş olmasına karşılık yüksek teknoloji ürünlerin imalatı ve ihracatına diğer endüstrileşmiş ülkelere göre küçük bir pay ayırmaktadır. Batı Almanya’da büyük ve orta ölçekli işletmeler ve yabancı yatırımcılar aracılığıyla yapılan büyük yatırımcılardan bazıları Volkswagen, Opel ve BMW, Daimler-Benz, AMD (yarı iletkenler) ve Siemens’dir. Endüstrinin itici güçlerinden birisi olan otomotiv Alman ekonomisi için büyük bir öneme sahiptir (Salihlitso, 2018, s. 10).

2021 yılında dünyanın dördüncü büyük ekonomisi ve gelişme seviyelerine göre ülkeler grubu arasında G7 ülkeleri arasında olan Almanya, 2019 yılında kişi başına düşen GSYH 53,639 dolar, 2020 yılı kişi başına düşen GSYH 50,922 olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında GSYH 3,888 milyar dolar iken, 2020 yılında ise 3,846 milyar dolara düşmüştür. Ayrıca, Almanya dördüncü en büyük GSYH’ye sahip ülke

olmuştur (Trading Economi, 2021). 2019 yılında enflasyon oranı %1,4 olarak gerçekleşirken, 2020 yılında %0,5 oranına gerilemiştir. 2019 yılında işsizlik oranı %3,14 olarak gerçekleşirken, 2020'de işsizlik oranı %4,31 olarak gerçekleşmiştir (Statista, 2021b). 2021 yılında GSYH 4,23 dolar iken, büyüme oranı %2,8 olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılında kişi başına GSYH 50,79 dolar olmuştur. 2021 yılında Almanya'da işsizlik oranı %3,5 iken, enflasyon oranı 3,2 olarak gerçekleşmiştir (IMF, 2021).

4.5.İngiltere

Endüstri devrimi ilk olarak İngiltere'de 1765 yılında ortaya çıkmıştır. İngiltere'de devrimin fitilini ateşleyen ve tarım devriminin yerine itici bir devrim öne süren James Watt'ın buhar makinesi icadıyla sanayileşmeye yön vermiştir. Daha sonra itici güçler bununla sınırlı kalmayıp el tezgahını yıkarak yerine daha sanayileşmeye yön verecek modern tezgah getirmiştir. Devrim öylesine muazzamdı ki önünde hiçbir güç duramıyor, önüne çıkan her şeyi ezip geçiyordu. Örneğin, işlerinin ellerinden alındığını düşünen el tezgahı çalışanları, modern tezgaha saldırıp parçalamıştır ancak bu davranıştan sonra 72 kişi gözüaltına alınmıştır. El tezgahında çalışanlar emeklerinin karşılığını alamayacaklarını düşünmektedir. Geleneksel tezgah müşterilere daha hızlı, daha ucuz ve daha kaliteli ürün sunduğu için çalışanlar bu işi yapmayı bırakmıştır.

İngiliz endüstri devrimi üç temel unsurla bir araya gelmiştir. Bu unsurlar; Tarım reformu, maden kömürü ve buhar makinesidir. Tarım reformu, İngiltere'de elverişli olmayan topraklar bazı reformlar geliştirilerek; ekilebilir arazinin artırılması, hayvancılığın meralarda toplanması, düzenli tarım politikasının uygulanması ile elverişli hale getirilmiştir. Maden kömürü ülkenin ihtiyacından fazla olmasından dolayı ihraç edilmektedir. Buhar makinesinin gemilerde kullanılmasıyla ulaşım hızlanmış, fabrikalarda yaygınlaşmasıyla üretim on kat artmıştır (Göksal, 2003, ss. 34-36). İngiltere endüstrileşme faaliyetlerine başladığında diğer ülkelerde endüstrileşmenin getirdiği ekonomik genişleme faaliyetlerinden yararlanmıştır. İngiliz tekniğinin taklidi, yetenekleri ve sermayesi kullanılmaktadır. İngiltere, Belçika ve Almanya'nın bazı bölgelerine yerleşmiştir. 1789-1848 yılları arasında Amerika ve Avrupa'da buharlı makineler, pamuk makineleri, yatırımcılar ve İngiliz

uzmanlar çok sayıda bulunmaktadır (Hobsbawm, 2003b, s. 42). İngiltere’de endüstri devriminin başlamasının sebepleri şu şekildedir (Brow, 2014, ss. 7-8):

- Kömür yataklarının zengin olması,
- Ticari düşünceli aristokrasi; sınırlı monarşi,
- Kölelerce üretilen ucuz pamuk,
- Okuma yazma düzeyinin yüksek olması,
- Hukukun üstünlüğüdür.

İngiltere 1880’de Avrupa’nın pamuklu iplik ve kumaş üretiminin üçte birini karşılamıştır. İngiltere demir endüstrisinde en uç noktaya 1870’te ulaşmış ve dünyadaki üretiminin yarısından fazlasını gerçekleştirmiştir. Bu endüstriye 1890’da ABD ve 20. yüzyılın ilk yıllarında Almanya öncülük etmiştir. İngiltere’nin sanayileşme yarışında geride kalmasının nedeni sanayide sınırlı kaynaklar kullanmasından kaynaklanmaktadır. Diğer ülkeler bu yarışa dahil olduktan sonra kaynak açısından daha donanımlı oldukları için İngiltere geride kalmıştır (Güran, 2013, s. 171). İngiltere’de 1930 ve 1970’li yıllarda tahıl ve gıda üretimi artmıştır. İngiltere bu yıllarda tahıl ürünlerini ihraç etmiştir. 1970’ten sonraki yıllarda Fransız ihtilali, yedi yıl savaşları ve Amerika’nın içinde bulunduğu savaşların etkisiyle birlikte ihracatta düşüş, enflasyonda artış yaşanmış ve bunun neticesinde yoksulluk artmıştır. Sanayileşmenin ilk yıllarında, nüfus artışından dolayı üretim ve ticaret de artmıştır. Ormanlık ve verimsiz topraklar, tepeler ve bataklıklar ekilmiştir, endüstri ürünlerinin yaygınlaşmasıyla köy ve kasabalar büyümeye başlamıştır. Savaş, anlaşmazlık, korsanlık, ordu, silahlı çeteler, yeni zenginler nüfusla birlikte artmıştır. Büyüme, sanayileşme ve popülasyon artış hızı yükselmiştir (Duran, 2002, s. 156).

İngiltere dış ticaret avantajlarından daha iyi yararlanmıştır. Ülkede fazla olan mallarla kıt olan mallar karşılığında ihracat sağlanmıştır. Bu nedenle ülkeye giren malların kalitesi ve çeşidi artmıştır (Duran, 2002, s. 168). 1980 yılında maden ocakları, tekstil fabrikaları ve tersaneler rekabet edemeyecek durumda oldukları için kapatılırken, bunların yerine yüksek teknoloji merkezleri kurulması beklenmekteydi (Elliott, 2016). Endüstri 3.0 ile yenilikler, yarı iletkenler, bilgisayar, mikro işlemci, transistörler, internet, 1995’li yıllarda e-ticaret, akıllı telefonun icadı gibi gelişmeler yaşanmıştır (Mohajan, 2021, s. 3).

Endüstri 3.0 sürecinde İngiltere’de 1986 yılında açılışı gerçekleşen Nissan’ın Sunderland’da bulunan İngiliz fabrikası Avrupa ülkelerinde en fazla üretim yapan fabrika olmuştur. 1999’da 4.594 kişi tarafından 271.157 araba üretilmiştir (The Economist, 2012, s. 2). 1990 yılına kadar kuşkuculuğun artmasının nedeni ülke ekonomisinin makroekonomik değişkenlere dayanmasıdır. İngiltere’de enflasyon ve işsizliğin yükselmesi kuşkuculukla bağdaştırılmaktadır. 1990’lı yıllarda İngiltere’de ekonomik şartların iyi düzeyde olmasına rağmen, şüpheliğin azalması, problemlerin ekonomiden değil politik ve sosyal nedenlerden olduğunu düşündürmüştür (Saygın ve Ultan, 2016, s. 78).

Endüstri 3.0, yalnızca Britanya’da değil dünyanın geri kalanında gelişmiş ve insanlık bu devrimden faydalanmıştır. Endüstri 3.0 ile BİT, savunma, eğitim, sağlık ve finans sektöründe gelişmeler yaşanmıştır (Mohajan, 2021, s. 20). Bununla birlikte üretimde, kalite ölçütleri ve verimlilik ile oluşturduğu yayılmada doğrudan yabancı yatırımların etkisi büyüktür. Bahsi geçen yatırımlar, otomotiv gibi yok olma tehlikesi bulunan sektörlerde büyük bir etki yaratarak canlandırmıştır. Japon, Fransız ve Amerikan üretim tesisi kurulmuştur. Elektrik, elektronik ve optik cihazlar, kimyasal maddeler gibi sektörler rekabet gücünü artırmıştır. İlaç sektöründe gelişmeler kaydedilmiştir. GlaxoSmithKline ve AstraZeneca gibi en büyük iki ilaç firması İngiliz kökenlidir (Salihlitso, 2019, s. 8).

Pilkington şirketi, 2001 yılında nanoteknolojiden yararlanarak kendi kendini temizleyen bir cam piyasaya sürmüştür (The Economist, 2012, s. 9). İngiliz ekonomisi 1992 yılından 2008 yılına kadar her çeyrekte büyüme yakalamıştır. Bunun yanında uzun dönemli büyüme süreci ekonomide makroekonomik olarak dengesizlikler meydana getirmiştir (UİB, 2019, s. 5). İngiltere’de Warwick Üniversitesi’nde yüksek çözünürlüğü olan ekranda ürünlerin 3 boyutlu olarak simülasyon ile sanal gerçeklik odası oluşturulmuştur (The Economist, 2012, s. 4). İngiltere’nin Endüstri 4.0 stratejisi olan Innovate UK-Catapult High Vague Manufacturing, katma değerli üretim ve 7 uzmanlaşmış merkez imkanı sunmaktadır (UK Science and Technology Facilities Council, 2022).

İngiltere GSYH sıralamasında lider ülkelerden biri konumundadır. 2008 global ekonomik krizinden sonra GSYH’de büyük bir düşüş yaşanmış, ülkede işsizlik oranı artmıştır. Büyüme oranı 2008 krizinden sonra ağır darbeler almış ve ilerleyen yıllarda toparlanmayı başarmıştır. Örneğin, 2010’da %-3,97’iken, sonraki yılda %1,8’e yükselmiştir (Statista, 2021e). İngiliz ekonomi politikaları 2014 yılından sonra petrol fiyatlarındaki düşüş nedeniyle ilerleme aşamasına girmiş olsa dahi İngiliz ekonomisindeki yapısal problemlerden dolayı orta vadede ihtiyatlı bir yaklaşım benimsemesine neden olmuştur. Son yıllarda uygulanan politika bütçe açığını düşürmek için düzenlenen mali sıkılaştırma programıdır (Salihlitso, 2019, s. 7).

2021 yılında dünyanın beşinci büyük ekonomisi ve gelişme seviyelerine göre ülkeler grubu arasında G7 ülkeleri arasında olan İngiltere, 2019 yılında kişi başına GSYH 42.117 dolar civarında, aynı yıl nüfus 64,6 milyon olmuştur. 2020’de İngiltere kişi başına GSYH 40,394’e gerilemiştir. 2019 yılında GSYH 2,833 milyar dolar iken, 2020 yılında ise 2,710 milyar dolara düşmüştür. Buna karşın İngiltere beşinci en büyük GSYH’ye sahip ülke olmuştur. GSYH büyüme oranı 2019 yılında yaklaşık %1,43 iken, 2020 yılında %-9,85 ile büyük bir düşüş yaşamıştır. 2019 yılında enflasyon oranı %1,79 olarak gerçekleşirken, 2020 yılında %0,85 oranına gerilemiştir. 2019 yılında işsizlik oranı %3,74 olarak gerçekleşirken, 2020’de işsizlik oranı %4,34 olarak gerçekleşmiştir (Statista, 2021e). İngiltere’de 2021 yılında GSYH 3,19 dolar düzeyinde iken, büyüme oranı yaklaşık %7,4 olarak açıklanmıştır. Aynı yıl kişi başına GSYH 47,2 dolar olmuştur. 2021 yılında ABD’de işsizlik %4,5 oranında gerçekleşirken, enflasyon oranının 2,6 olduğu belirlenmiştir (IMF, 2021).

4.6.Güney Kore

1950’li yıllarda Güney Kore, Uzak Doğu ülkelerinin en yoksul ülkelerinden biri olmuş ve iktidar değişikliğinden sonra Japonya ile ticareti geliştirmiştir. Bunun neticesinde Güney Kore’ye sermaye akışı sağlanmıştır. 1970’de ülke ekonomisi dokumaya ve ayakkabı sanayiye dayanırken 1980 ve 1990 yıllarında demir-çelik sanayisi gibi diğer sanayiler, ara mal üreten, otomobiller, elektronik eşyalar, gemi yapımı, dijital monitör, yarı iletkenler, cep telefonu gibi ürünler üreten sanayiler kurulmuştur (Özilgen, 2009, s. 405).

Güney Kore’de iktisadi kalkınma için beşer yıllık planlar uygulamaya koyulmuştur. İlk planını 1962’de uygulama başlamış ve kalkınma aşamasında hem devlet hem de özel sektör sıkı bir bağ kurarak, büyük şirketler kalkınma ve dış ticareti yönetmiştir. Hükümet kamu iktisadi teşebbüsler aracılığıyla alt yapının hız kazanması, kilit endüstrilerin kurulması ve bankacılık alanlarında öncü olmuştur. Dünya’da en yoksul tarım toplumu olan ülke, endüstrileşmeyle birlikte gelir seviyesini artırmıştır. Ayrıca kalkınma sonrasında dış ticaret hacmini artırmıştır (Hazine Müsteşarlığı ve Ekonomik Araştırma Genel Müdürlüğü, 1997, s. 2).

Güney Kore dünya ülkeleri arasında en hızlı iktisadi büyüme oranına sahip ülkelerden birisi olmuştur. Kişi başına gelir 1950 yılında yüzde 6,8 artmıştır. 1997 yılında 10,550 dolara yükselmiştir. 1990 yılında ilk ve orta öğretimde eğitim çok amaçlı bir yapıda bulunmaktadır. Bunun yanında 1997 yılının sonunda Kore Savaşıyla birlikte büyük bir ekonomik kriz yaşanmıştır. İşsizlik oranı 1997 yılının ikinci çeyreğinde yüzde 2.5’ten daha düşük iken, 1999 yılında yüzde 8,6 ile zirveye ulaşmıştır (The World Bank ve OECD, 2000, s. 25). Güney Kore 1970 yılından sonra, Çin ve Estonya 2000 yılından sonra teknolojiyi geliştirme ve refah seviyelerini yükseltme olanağı yakalamış ve diğer ülkelerin gelişmesi amacıyla yeni devrim yeni fırsat ve imkanlar sağlamıştır (Bilgin, 2018, ss. 84-85).

1993 yılında Güney Kore’de 3,318 araştırma enstitüsü bulunmaktadır. Bu araştırma enstitülerin 210’u kamu, 244’u yüksek okul ve üniversite, diğer 2,864 araştırma enstitüsünün yüzde 80’i özel sektörün elinde bulunmaktadır. 1990 yılında Ar-Ge harcamaları 4,29 milyar dolar, Ar-Ge’nin GSYH içindeki payı 1,69 iken, 1996 yılında gerçekleşen tahmini 15,02 milyar dolar, Ar-Ge’nin GSYH içindeki payı 3,12’ye yükselmiştir (Hazine Müsteşarlığı ve Ekonomik Araştırma Genel Müdürlüğü, 1997, s. 9). 1997’de ortaya çıkan Asya Ekonomik Krizi Güney Kore’yi de etkilemiştir. Güney Kore krizi²⁰, chaebollerin global ekonomide gelişmeyi destekleyen devletlerin onayını almadan rekabet etmeyi ve büyümeyi devam ettirememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Güney Kore büyümece devleti,

²⁰ Chaebol’lerin en büyüklerinden biri olan, çelik ve inşaat firmasında faaliyette bulunan Hanbo’nun iflası nedeniyle ortaya çıkmıştır. Güney Kore hükümeti, chaebol’lere işlemiş ve yüksek büyümenin yaşandığı dönemlerde onların finansmanını gözetim altında tutmuştur.

chaebol'lere²¹ geçmişe göre daha az destek vermiştir. Bu nedenle, sosyal seferberlik ve politik demokrasi, devlet kaynakları sadece chaebol'ler için kullanımının sınırlandırılmasına neden olmuştur. Bir diğer nedeni, ülke ekonomisinin global ekonomiyle birleşmesi, ABD'nin etkisiyle finansal piyasalarda ve döviz kontrollerinde serbestlik sağlanması, hükümetin elinde bulunan siyasi araçları almıştır. Chaebol'lerin gereksinimleriyle devlet kapasitesi arasında oluşan boşluğu ve finansal akışlar Güney Kore şirketlerine kolay para temin eden global çıkmazı doldurmuştur (Castells, 2007, s. 392). Chaebol olarak adlandırılan büyük aile firmasına bağlı, 3 milyon KOBİ yer almakta, bu KOBİ'lerin bağımsız bir şekilde çalışması mümkün görülmemektedir. Dolayısıyla 2008 ekonomik krizi sonrasında toparlanması zor olmuştur. Ağır endüstrinin sınırlı olması nedeniyle 'Akıllı Şehir' uygulamasına önem verilmiştir. Dünyanın ilk akıllı şehri olan ve nüfusu 22.000 olan SONGDO'nun 2012'den itibaren denemelerine devam edilmektedir. Uzun vadede hedef KOBİ'leri sayısal ticarete global olarak tek başına rekabet edebilen bir konuma getirmek için Alman, Amerikan, Çin, Rus işletmelerle ortak bir proje oluşturulmuştur. Güney Kore Sanayi 4.0'a yakın bir konumda durmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2018, s. 13).

Güney Kore teknoloji yoğun ihracat ile ekonomik kalkınmasını büyük ölçüde hızlandırmış ülkelerden birisi haline gelmiştir. Daha sonra ihracata dayalı ekonomik büyüme planlarında ileri teknolojiye yönelik kalkınmayı önemli ölçüde fark etmiş ve imalat sanayisini yıllar itibariyle büyük ölçüde değiştirerek yönünü emek yoğun sanayiden, sermaye ve ileri teknoloji yoğun sanayiye kaydırmıştır (Göçer, 2013, s. 220). Güney Kore robot üretiminde önemli bir konuma gelmiş ve global dünyada ikinci büyük robot pazarı haline gelmiştir. Güney Kore elektrik ve elektronik sanayisinin robot üretimi ile ilgili yatırımlara öncelik vermesi neticesinde yıllık satışlarda büyük artışlar yaşanmıştır. 2015 ve 2016 yılı karşılaştırıldığında %8'lik bir artış oranı yakalamış ve robot satışlarında 41.400 adet satış yapılmıştır. Güney Kore dünya ülkelerini geride bırakarak en yüksek robot yoğunluğuna ulaşmıştır. LCD ve hafıza kartı üretiminde dünyada öncü ülke olmuştur (Kılıç ve Alkan, 2018, s. 35).

²¹ Güney Kore hükümeti karma bir ekonomiden oluşmakta ve chaebol adı verilen konglomeratlar bulunmaktadır. Konglomerat bir ticaret kuruluş şeklidir.

2021 yılında dünyanın onuncu büyük ekonomisi ve gelişme seviyelerine göre ülkeler grubu arasında yeni sanayileşmiş Asya ülkeleri arasında olan Güney Kore, 2019 yılında Güney Kore'nin kişi başına GSYH 42.719 dolar civarında iken, 2020 yılında kişi başına GSYH 42,252'ye gerilemiştir. 2019 yılında GSYH 1,647 milyar dolar iken, 2020 yılında ise 1,631 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın Güney Kore onuncu en büyük GSYH'ye sahip ülke olmuştur (Trading Economics, 2021). GSYH büyüme oranı 2019 yılında yaklaşık %2,24 iken, 2020 yılında %-0,85 ile büyük bir düşüş yaşamıştır. 2019 yılında enflasyon oranı %0,38 olarak gerçekleşirken, 2020 yılında %0,54 oranına gerilemiştir. 2019 yılında işsizlik oranı %3,78 olarak gerçekleşirken, 2020'de işsizlik oranı %3,94 olarak gerçekleşmiştir (Statista, 2021d). 2021 yılında GSYH 1,8 dolar iken, büyüme oranı %4 olarak açıklanmıştır. 2021 yılında kişi başına GSYH 34,8 dolar olarak açıklanmıştır. Aynı yıl ABD'de işsizlik oranı %3,7 iken , enflasyon 2,5 oranında gerçekleşmiştir (IMF, 2021).

3. BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0'IN TÜRKİYE'YE YANSIMALARI

Endüstri 4.0 ülkelerin yeni dünya düzenindeki konumunun belirleyicisi olmuştur. Değişen koşullara hızlı cevap veren ve Endüstri 4.0'a ilişkin dönüşümünü gerçekleştiren ülkeler dijital dönüşüm, rekabet ve inovasyon kabiliyetinde öncü ülke olmaya odaklanmaktadır. Günümüzde dijital dönüşümü gerçekleştirmek isteyen ülkeler rekabet içine girmiştir. Bu rekabetçi ülkelerden birisi de Türkiye'dir. Türkiye'nin Endüstri 4.0 potansiyelinin anlaşılabilmesi için dijital dönüşüm, rekabet ve inovasyon kabiliyeti göstergelerindeki gelişmelerin incelenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda Türkiye'nin kendi içinde yıllara göre değişimi ve gelişimi değerlendirilmektedir.

Ülkeler değişen yeni dünya düzeninde birbiriyle rekabet edebilmek için çalışmalar ve stratejiler yürütmektedir. Ülkelerin dijital dönüşümü gerçekleştirmesinde önemli olan Endüstri 4.0 teknolojilerinin ülkelere uyarlanmasıdır. Bunun yanı sıra teknolojinin ve ekonomik olarak ilerlemenin bir göstergesi de inovasyon çalışmalarına önem vermektir. Bu doğrultuda Ar-Ge harcamalarına ayrılan pay, araştırmacı sayısı, bilimsel dergi makalesi, patent başvurusu ve tescil sayısı gibi etkenlere ilişkin çalışmalar yürütmek gerekmektedir.

Türkiye'nin Endüstri 4.0'a yönelik ekonomik etkileri üç gösterge ile incelenecektir. Ardından gerekli önlemlerin alınması ile ilgili önerilerde bulunulacaktır. Büyüme ve verimlilik adı altında GSYH ile kişi başına GSYH'da meydana gelen değişimler ve gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının yüksek olması istenilen bir durumdur. Yüksek teknolojiye ağırlık verilmekte ve içinde bulunulan durumu olumlu dönüşlere çevirmek için kullanılmaktadır. Makinelerin ve robotların üretimde kullanılması ile birlikte bu gelişmelerde daha fazla artış yaşanacaktır.

1. DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİNİN POTANSİYEL YANSIMALARI

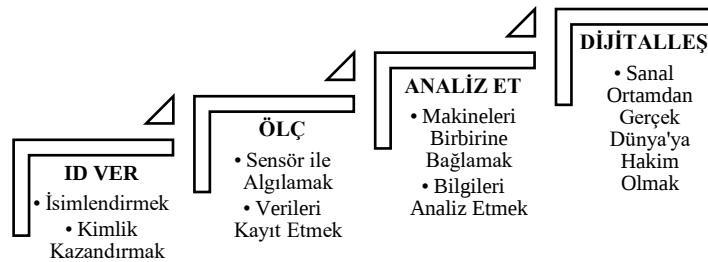
Çalışmanın üçüncü bölümünde Endüstri 4.0'ın Türkiye'ye yönelik potansiyelini kavrayabilmek için bazı faktörlere yer vermek gerekmektedir. Bu faktörler; Türkiye'nin dijital dönüşüme yatkınlığı, inovasyon kabiliyeti, rekabet endeksi gibi konulardır. Daha sonra inovasyon konu başlığı altında üç alt başlık değerlendirilecektir.

1.1.Dijital Dönüşüm Kabiliyeti

Dijitalleşme, aktifleri bulunan bir platform olarak ifade edilmektedir. Endüstri 3.0 saf platformlardan meydana gelirken, Endüstri 4.0 global platformlardan oluşmaktadır. Artık tüketiciler dijital platform hizmetini kullanmayı tercih etmektedir. Örneğin, Amazon ile dijital ortamda milyonlarca kitaba erişim sağlarken, Spotify ile dünya müzik listesine ulaşılabilir. Ekonomik olarak şeffaf ve dinamik bir modelin gelişimini sağlamaktadır (Schwab, 2017, s. 67).

Dijitalleşme bir süreç bütünü olduğu için tek başına bir şey ifade etmemektedir. Bu süreci oluşturan faktörler bir araya geldiğinde dijitalleşmeyi oluşturmaktadır. Aşağıdaki şekilde dijitalleşmeye ilişkin süreç dört bölümde incelenmektedir. Bu süreçler Şekil 8 aracılığıyla aktarılmaktadır.

Şekil 8: Dijitalleşme Sürecinin Aşamaları



Kaynak: Sener ve Elevli, 2017, s. 28

Şekil 8’de dijitalleşme süreciyle tüm hareketleri dijital bir platforma iletmek, takibini yapmak, gözlemlemek, veri elde etmek, analizini yapmak, geliştirmek gibi eylemler kolaylaşmıştır. Tüm ürün ve imalat malzemelerde kimlik ver (ID ver) olmalıdır. Daha sonra veriler toplanmaya hazır hale gelmekte ve dijital yöntem bütün bileşenleri tanımlamaktadır. Sensörler ile ölç süreci, bütün ürünlerin ve malzemelerin mevcut durumunu izleyerek değer zincirindeki süreç ve sensörlerde bulunan verilerin toplanmasını sağlamaktadır. Analiz etme sürecinde, tanımlanmış ve isimlendirilmiş ürünlerde dijitallik özelliğine göre bağlantı gerçekleştirilmektedir. Dijitalleşme ise, sanal bir ortamda oluşturulmuş fabrika sürecine kimlik kazandırma ile oluşmaktadır (Sener ve Elevli, 2017, ss. 28-29).

Aşağıdaki tabloda dijitalleşmeye yönelik ülkemizde oluşabilecek olumlu ve olumsuz durumlar birçok açıdan ele alınmıştır. Bunlar uluslararası piyasalarda yer alan yükümlülükler olarak ifade edilmektedir.

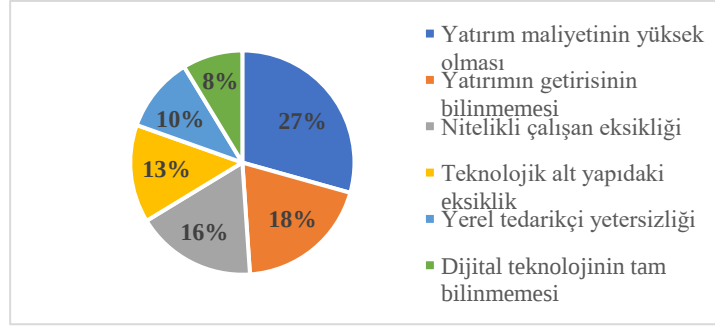
Tablo 15: Türkiye’de Endüstride Dijitalleşmeye Yönelik Avantaj ve Dezavantajlar

AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
- Nüfusun genç olması ile teknolojiye uyumun artması - Yazılıma ilişkin etkin çözümler - Dijital hizmette iyi olmak - Dijitalleşmeye kamu aracılığıyla sahip olunması - İnovasyon konulu ülke durumuna geçmemiz ile ilgili motivasyonun üst düzeyde olması - Güçlü fiber altyapı - Dijital ekonomide güçlü bir konumda olmak - Yeni teknolojilerde dünyada önemli konuma gelebilme fırsatı - Orta gelir tuzağından çıkma isteği - Doğru veri analizi ile piyasa ve ürünlerde tahminlerde bulunma	- Farkındalık düzeyi düşüktür - Gerekli bilgiye ulaşamama - Teşviklerin yetersizliği - Yerel çözüm sağlayıcıların sayıca azlığı - Eğitim müfredatı içeriğinde konuları bulundurmaması - Vasıflı işgücünden yoksunluk - Dönüşüme hazırlık düzeyinin yetersizliği - Açık veri politikasının bulunmaması ve verilerin güvenlik sorunu - KOBİ’lerin genellikle düşük teknoloji ürünler üretmesi - Amaçlanan indeksin yakalanmasından dolayı global pazarda gerileme

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı, 2018, s. xii

Tablo 15’te teknoloji kullanıcısı şirketlerin katıldığı çalışmada dijital dönüşümün önündeki engeller altı kategoride toplanmaktadır. Bu engellerin eksiklik ve yetersizlik durumları yüzdesel olarak verilmektedir.

Şekil 9: Dijital Dönüşüme Engel Olan Konular

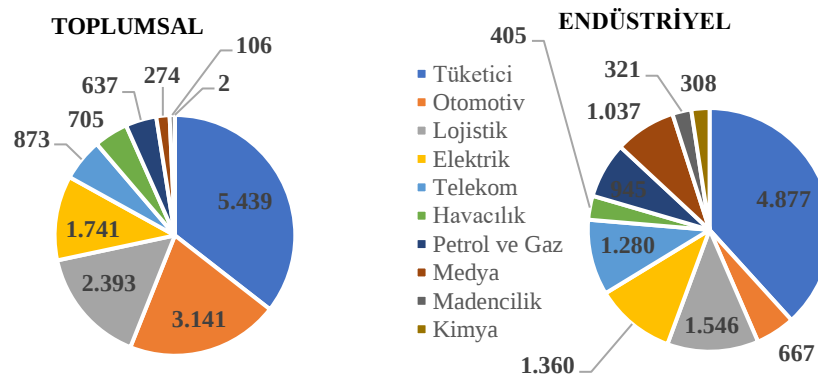


Kaynak: Kalkınma Bakanlığı, 2018, s. 20

Şekil 9’da dijital dönüşüm en çok yatırım maliyeti engellerine takılmaktadır. Yüzde 9’luk bir farkla onu yatırım getirileri takip etmektedir. Vasıflı işgücü eksikliği yüzde 17’lik kısımda bulunmaktadır. Vasıflı çalışan eksikliğini, teknolojik altyapı eksikliği takip etmektedir. Bu eksiklik yüzde 14 oranında gerçekleşmiştir. Dijitalleşmede bilgi eksikliği diğer eksiklikler arasında en düşük oranda bulunmaktadır.

Şekil 10’da dijital dönüşümün sosyal etkileri, endüstriyel ve toplumsal olarak iki başlık altında tüketim, otomotiv, lojistik vb. sektörlerinin yüzdesel oranları olarak verilmektedir.

Şekil 10: Dijital Dönüşümün Sektöre Ekonomik Katkıları



Kaynak: BSTB, 2018b, s. 24

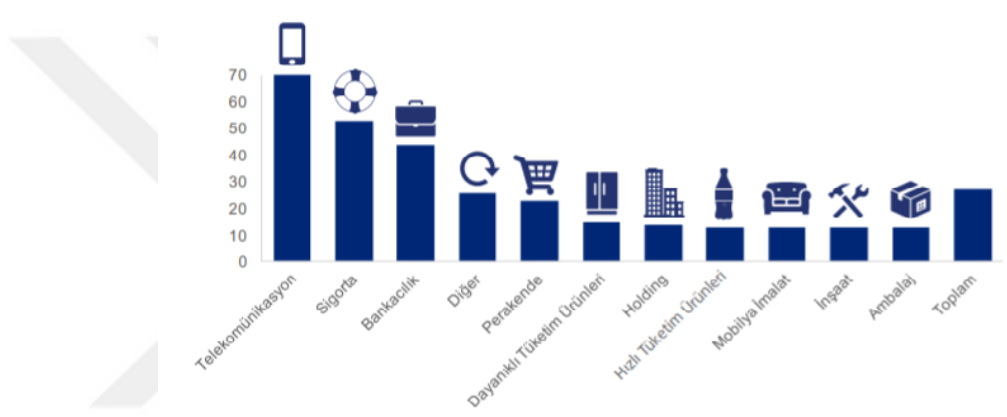
Dijital dönüşümün toplumsal ve ekonomik yönden oluşturacağı değerin 10 yıl içinde 100 trilyon dolar olacağı tahmin edilmektedir. Dijitalleşmenin diğer sektörlerle birlikte toplam net ekonomik katkısı 30 trilyon dolar civarında olması beklenmektedir (BSTB, 2018b, s. 24). Dijital dönüşümün sektöre ekonomik etkisi içinde en yüksek artış 5.439 ile tüketici sektörü olurken, onu otomotiv sektörü takip etmektedir. En düşük artış kimya sektöründe gerçekleşmektedir. Ayrıca sosyal olarak nitelendirilen bölüm başlığında değerler, müşteriler, toplum ve doğal çevre içindeki faydalar bulunurken, harici sanayiler içindeki faydası ihmal edilmiştir. Havacılık, turizm ve seyahat kapsamında, madencilik sanayi ve kimyada iyileştirilen gereçler bulunmaktadır.

Deloitte University Press ve MIT Sloan Management Review tarafından gerçekleştirilen anket sonuçlarına göre, dijital olgunlukta erken düzeyde olan şirketler stratejiye odaklanmak yerine teknolojiyi kullanmaları sık karşılaşılan sorunların başında gelmektedir. Dijital değişimi teşvik edenlerin yıkıcı ve artan değişimi teşvik eden nedenler olarak kıyasladığında, olgunluğu daha az olan şirketlerde iyileşmenin daha etkin olduğu gözlemlenmiştir. Olgunluk düzeyleri düşük olan şirketlerin dijitalleşmeden yararlandıkları alanlar operasyonel, verimlilik ve veri analitiği olmaktadır (TÜSİAD, 2016, s.9). Dijital dönüşüm evrimi kapsamında düzey belirlemede kullanılan yetkinlikler açıklanmaktadır. Dijital dönüşüm alanında bir strateji, yatırım ve iş planlamasının yapılması; dijital dönüşüme hazırlık 2.0 düzeyi olarak belirlenmektedir. Dijital dönüşümün 3.0 düzeyi; dijital dönüşüm kapsamında tamamlayıcı yaklaşımlar gerçekleştirilmemiş olsa bile stratejik bir planın bulunması olarak nitelendirilmektedir (Gülseren ve Sağbaş, 2019, ss. 2-3).

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) “Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası” çalışmasında Ar-Ge desteği almış 1.000 özel sektörle anket düzenlemiştir. Anket sonuçlarına göre ülkemizin endüstride dijital olgunluk düzeyi Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 arasında olduğu açıklanmıştır. Ülkemizde endüstriyel işletmelerin tam bir otomasyona geçemediği ve üretimin sadece bir bölümünde kullanıldığı görülmektedir. Olgunluk düzeyi en yüksek sektörler kauçuk ve plastik, bilgisayar, elektronik, optik malzemeler, otomotiv, beyaz eşya yan sanayi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (2016, s. 4).

Türkiye’de bankacılık, perakende, dayanıklı tüketim malları ve telekomünikasyon sektörlerinde çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmada yöneticilere göre, şirketlerin dijital stratejilerinin net ve anlaşılır olması gerektiği %66 oranında, dijital dönüşümü gerçekleştiren C seviye yöneticiler %38 oranını göstermektedir. Şirketlerde dijital olgunluk oranı %7 giriş, %59 gelişmekte, %34 ise gelişmiş dijitallik seviyesine ulaşıldığı açıklanmıştır. Ayrıca dijital yatırımlar %27’yi oluşturmaktadır (TÜSİAD vd., 2016, s. 3). Aşağıda dijitalleşmenin sektörler bazında yatırımları yüzdesel olarak Şekil 11 aracılığıyla verilmektedir.

Şekil 11: Türkiye’de Sektörlerde Dijitalleşme Yatırım Yüzdeleri



Kaynak: TÜSİAD vd., 2016, s. 16

Şekil 11’de yatırımların %70’lik bir bölümünü elinde bulunduran telekomünikasyon sektörü diğer sektörlerle göre öncü konumda bulunmaktadır. Sigortacılık sektörü de bu yatırımların yarısını dijitalleşmeye yöneltmiştir. Ardından bankacılık sektörü sigorta sektörünü takip etmekte ve ona yakın bir oran sergilemektedir. Sektörler toplamda ortalama yaklaşık %30 civarında dijitalleşmeyi sağlamışlardır.

Türkiye dijital dönüşüm endeksi, kapsamı gereği mevzuat, altyapı, kullanım ve beceri ile dönüşümü sosyal ve ekonomik yönden etkileyen boyutlardan oluşmaktadır. Bu endeks 65 çeşitli göstergeyi, 4 ana birleşeni ve 10 alt alanı kapsamaktadır. Bunun yanı sıra 139 ülkenin değerleri kullanılarak göreceli olarak hesaplamalar yapılmıştır. Dijital dönüşüm endeksi için 2019, 2020, 2021 yılları 5 üzerinden hesaplanmıştır (TÜBİSAD, 2021, s. 9).

Tablo 16’da Türkiye’nin dijital dönüşüm endeksine ilişkin 2019 yılından 2021 yılına kadar değişimler yer almaktadır.

Tablo 16: Türkiye’de Dijital Dönüşüm Endeksi

	2019	2020	2021
<i>A. Ekosistem Birleşeni</i>	2,87	2,95	3,9
<i>B. Yeterlilik Birleşeni</i>	3,19	3,21	3,37
<i>C. Kullanım Birleşeni</i>	2,88	3,16	3,36
<i>D. Dönüşüm Birleşeni</i>	2,81	2,81	3,14
DİJİTAL DÖNÜŞÜM ENDEKSİ	2,94	3,03	3,24

Kaynak: TÜBİSAD, 2021, s. 9

Tablo 16’da görüldüğü gibi 2021 yılında bir önceki yıla göre dört birleşende artış yaşanmıştır. Dijital dönüşüme en fazla engel boyutu ekosistem birleşeninde gerçekleşmektedir. Bu birleşen yasal zemin ve işleyiş, yenilik ve yatırım gibi konulardan meydana gelmektedir. Bu birleşende önceki yıllara göre gelişme söz konusu olmuştur. Yeterlilik birleşeni altyapı, satın alınabilme ve beceri gibi boyutlardan oluşmaktadır. Bu birleşen dijitalleşmeye hazır mı ya da yeterli mi olduğunu açıklamaktadır. Bu birleşende bulunan altyapı, dijital ekonomiden sonra en düşük oranda gerçekleşmiştir. Kullanım birleşeni bireysel, iş dünyası ve kamu olarak üç boyuttan oluşmaktadır. Dönüşüm birleşenleri dijital ekonomi ve dijital toplum boyutlarında incelenmektedir. Bu endekste 2021 yılında dijital dönüşüm ivme kazanarak artış göstermiştir. Genel olarak 2021 yılında tüm birleşenlerde artış yaşanmıştır.

1.2.Rekabet Kabiliyeti

Bir ülkede rekabet gücü, sanayilerde inovasyon yapma ve yükselme kapasitesiyle mümkün olmaktadır. Şirketler, baskı ve zorbalıklara rağmen rakiplerine karşı rekabet avantajı elde etmektedir. Günümüzde artan rekabet ile ülkeler daha önemli konuma gelmiştir. Rekabet avantajı sağlamak için ülke, kültür, ekonomi, kurum ve tarih gibi çeşitlilikler rekabet gücüne katkıda bulunan faktörler arasında yer almaktadır (Porter, 1990, s. 73). Günümüzde rekabet üstünlüğü Almanya, ABD, Japonya gibi güçlü sanayi devlerinden, Çin, Hindistan ve Brezilya gibi yükselen

ekonomilere doğru kaymıştır. Endüstri 4.0, sadece gelişmiş ülkeleri kapsamayarak, gelişmekte olan ülkeler için de fırsatlar ve olanaklar getirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin endüstri devriminin ekonomik rekabet gücünü mevcut tutabilmek için muhafaza ettikleri teknoloji yeteneklerini, beşeri sermayeyi, sanayi ürünlerini ve altyapılarını bilişim teknolojileriyle entegre etmesi gerekmektedir (Kılıç ve Alkan, 2018, s. 30). Ülkemizin uluslararası piyasada işgücünün ucuz konumu üstünlüğünden dolayı rekabetçi bir duruma gelmesi halinde, ABD ve Almanya'nın Endüstri 4.0'a kayması ile, Türkiye'nin daha fazla maliyet ile üretim giderlerinin olması muhtemel görünmektedir. Türkiye'nin otomotiv sektöründe kullandığı Endüstri 4.0 konseptine diğer sektörlerde de rastlanmaktadır. Dolayısıyla global olarak beyaz eşya sektöründe kendini göstermiş olan Arçelik, 3D baskı kullanmasıyla pazara daha erken ürünler sunmaktadır (BEBKA, 2017, s. 19). Ülkelerin global rekabete odaklanarak yeni global ekonomilerin yaşam kalitesindeki artış için sürekli büyüme, büyümenin gerçekleşmesi için de tüketim ve dinamik bir ekonomik yapının olması, mal ve hizmetlerin üretiminin gerçekleştirilmesi gerekliliğini savunmanın dezavantajları da bulunmaktadır. Teknolojik gelişmenin merkeze çekilmesiyle birlikte orta gelir grubundaki yoğunluk dünyada giderek çoğalmaktadır. Türkiye'nin bu grubun doğal üyesi olduğu açıklanmıştır (Gürsu, 2018, s. 16).

WEF tarafından yayınlanan Global Rekabetçilik Raporunda pandemi koşulları nedeniyle 2020 yılında ilk kez rekabet gücü sıralaması yapılmadan, ülkelerin Covid-19'u atlatabilmek için üretken, sürdürülebilir ve kapsayıcı ekonomik durumların nasıl oluşturulacağı incelenmiştir. Global rekabetçilik raporunda 37 ülke arasından ekonomik dönüşüme iyi hazırlanmış ülkelerin başarılı olduğu kategoriler verilmektedir. İlerleyen zamanlarda ekonomik dönüşümlere ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Bunların çalışma alanını, beşeri sermayeyi, dönüşen pazarları, inovasyon ekosistemini dönüştürmek için gerekli zorunluluklar olduğu belirtilmiştir. Bunları gerçekleştirmek için çalışmada vurgulanan bulgular; dijital altyapı yatırımları, daha yeşil ekonomi, daha uzun vadeli yatırımlar, daha kademeli vergilendirme, genişletilmiş kamu hizmetleri, yarının pazarları için teşvikler olmuştur. Raporda Türkiye'nin, daha yeşil ekonomi, genişletilmiş kamu hizmetleri ve yarının pazarları için teşvikler kategorilerinde daha az hazırlıklı olduğu vurgulanmaktadır (TÜSİAD-Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu (REF), 2020).

Tablo 17’de WEF tarafından yayınlanan çalışma 141 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada dünyadaki bazı ülkelerin ve Türkiye’nin sıralaması ve puanı ile ilgili göstergeler yer almaktadır.

Tablo 17: Dünya Global Rekabet Sıralaması (2019)

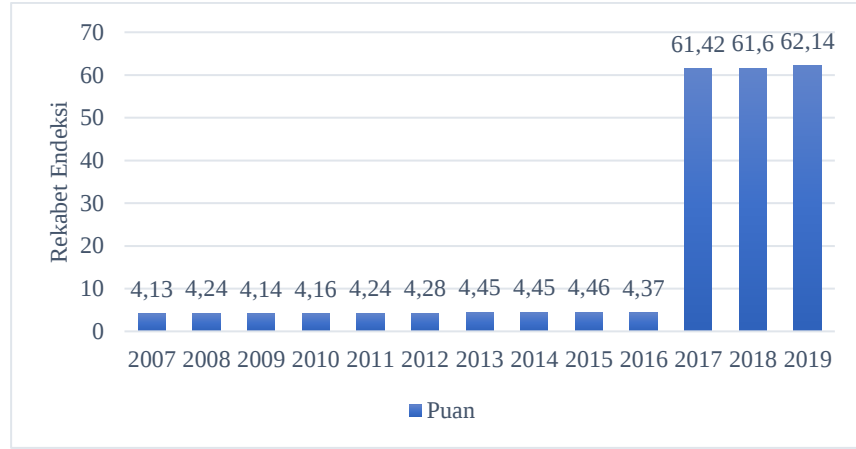
SIRA	ÜLKE	PUAN	SIRA	ÜLKE	PUAN
1	Singapur	84,78	59	Yunanistan	62,58
2	ABD	83,67	60	Güney Afrika	62,44
3	Hong Kong	83,14	61	Türkiye	62,14
4	Hollanda	82,39	62	Kosta Rika	62,01
5	İsviçre	82,33	63	Hırvatistan	61,94

Kaynak: Schwab, 2019, s. xiii

Tablo 17’de görüldüğü gibi dünya global rekabet endeksinde, ülkelerin rekabetçilik puanına göre sıralama yapılmıştır. Dünya global rekabet endeksi sıralamasında bazı ülkeler baz alınmıştır. Bu ülkeler seçilirken, sıralamada öncü olan ilk beş ülke ve rekabet gücü sıralamasında Türkiye’ye en yakın olan dört ülke baz alınmıştır. WEF tarafından yayınlanan çalışmada 141 ülke ve 11 bin iş dünyası lideri yer almaktadır. Bu katılımların sonucu anket ile belirlenmektedir. Global rekabet sıralaması içinde en rekabetçi ülke 84.78 ile Singapur olmuştur. Singapur’dan sonra ABD ve Hong Kong en yüksek puana sahip ekonomilerdir. Global boyutta en iyi ülkeler sırasıyla Singapur, ABD ve Hong Kongtur. Türkiye bu rekabetin gerisinde kalmıştır. Türkiye aday ülkeler içinde en zayıf ülkelerden birisi olmuştur. Bu göstergeler doğrultusunda Türkiye geliştirmekte olan ekonomilerle rekabet edebilir ancak gelişmiş ekonomilerle rekabet edemeyecek durumdadır. Güney Afrika 60. sırada ve komşu ülke Yunanistan 59. sırayı alarak ülkemizi geride bırakmıştır.

Aşağıda 2007 ve 2019 yılları arasında rekabet edebilirlik endeksine ilişkin veriler bulunmaktadır. Trading Economics’den alınan verilere 2007 yılından itibaren ulaşıldığı için bu tarih baz alınmıştır. 2020 ve 2021 yılları arasında pandemi nedeniyle sıralama yapılmamıştır. Şekil 12’de global rekabet endeksi rekabet puanına yer verilmektedir.

Şekil 12: Türkiye Global Rekabet Edebilirlik Endeksi (2007-2019)

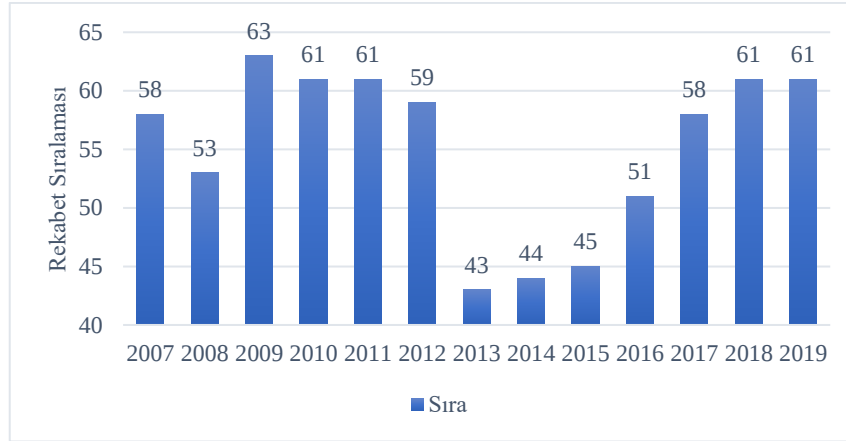


Kaynak: Trading Economics, 2021 verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 12’de Türkiye global rekabet edebilirlik endeksinde, yıllara göre en yüksek puanı 2019 yılında almıştır. 2007 yılından 2019 yılına ilişkin ülkemizin ortalama puanı 17,54’tür. 2019 yılında 100 üzerinden 62,14 puan alarak ülkeler arasında 61. sıraya yerleşmiştir. Türkiye ekonomik ve siyasi olarak dünyada belirli konumda olan ve rekabetçi konuma ulaşmış ülkelerden biridir. Buna karşın Türkiye’deki yıllar itibariyle değişen durum, rekabetçilik düzeyinde istikrarsızlık göstermekte ve inişli-çıkışlı bir yol izlemektedir.

Şekil 13’te global rekabet endeksine göre yıllara ilişkin sıralamalar bulunmaktadır.

Şekil 13: Türkiye'nin Global Rekabet Sıralaması (2007-2019)



Kaynak: Trading Economics, 2021 verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 13'te görüldüğü gibi Türkiye global rekabet sıralamasında 2019 yılında 62,14 puanla 61. sıraya yerleşmiştir. Ülkemizin yıllar içindeki değişimine bakıldığında sıralamada geride kaldığı görülmektedir. Türkiye'nin rekabet sıralamasında daha iyi olduğu yıllar 2013 ve 2014'tür. Son yıllarda ülkelerin rekabet için 12 birleşene daha fazla önem vermesiyle Türkiye sıralamada geriye düşmüştür. Türkiye'nin rekabet puanını yükseltmek için 12 birleşene daha fazla önem vermesi gerekmektedir. İlk sırada yer alan göstergeler altyapı, sağlık, makroekonomik istikrar, işgücü piyasası, ikinci sırada kurumsal yapılanma, mali sistemler bulunmaktadır. Türkiye bu birleşenlerden düşük puan aldığı için sıralamada geride kalmıştır. Türkiye bu göstergelerde gelişme sağlarsa sıralamada yükselecektir.

The International Institute for Management Development (IMD) Dünya Rekabet Edebilirlik Sıralamasında, yapılan kapsamlı araştırmalar ile 334 rekabet edebilirlik kriteri kullanılmaktadır. Bunlar, yeni teoriler, artırma ve veri kullanımı ile global ekonomi ilerledikçe sürekli olarak ön planda tutulmakta ve güncellemesi yapılmaktadır (IMD, 2021). Tablo 18'de IMD tarafından yayınlanan Dünya Rekabet Gücü Sıralamasına ilişkin ilk beş ülke ve Türkiye'nin sıralamasına yakın bazı ülkeler yer almaktadır.

Tablo 18: Dünya Rekabet Gücü Sıralaması (2019-2021)

2019		2020		2021	
SIRA	ÜLKE	SIRA	ÜLKE	SIRA	ÜLKE
1	Singapur	1	Singapur	1	İsviçre
2	Hong Kong ÖİB	2	Danimarka	2	İsveç
3	ABD	3	İsviçre	3	Danimarka
4	İsviçre	4	Hollanda	4	Hollanda
5	BAE	5	Hong Kong ÖİB	5	Singapur
49	Romanya	44	İtalya	49	Ürdün
50	Meksika	45	Filipinler	50	Slovak cumhuriyeti
51	Türkiye	46	Türkiye	51	Türkiye
52	Kolombiya	47	Macaristan	52	Filipinler
53	Slovak cumhuriyeti	48	Bulgaristan	53	Bulgaristan

Kaynak: IMD, 2021

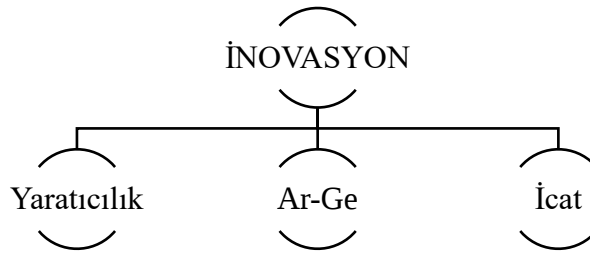
Tablo 18’de görüldüğü gibi 2019 yılından 2021 yılına kadar ülkelerin rekabet gücü sıralamaları yer almaktadır. 2021 yılının en rekabetçi ülkesinin İsviçre olduğu görülmektedir. Önceki yıllarda ilk sırada bulunan Singapur sıralamada gerileyerek 5. sıraya yerleşmiştir. 2021 yılına ilişkin rekabet gücünde öncü ilk 3 ülke İsviçre, İsveç ve Danimarka’dır. 2019 yılında Türkiye’nin 51. sırada, 2020 yılında 46. sırada, 2021 yılında ise 51. sırada yer aldığı görülmektedir. 2020 yılında sıralamada 5 puan önde iken, 2021 yılında eski konumuna gerilemiştir. 2021 yılında rekabet gücü sıralamasında 64 ülke değerlendirilmiştir. Türkiye dünya rekabet gücü sıralamasında ortalamanın altında bir performans göstermiştir. Bu doğrultuda sıralamada etkili olan rekabet kriterlerine daha fazla önem vermesi gerekmektedir. Türkiye göstergelerini geliştirirse diğer ülkeleri yakalayarak rekabet gücünü arttıracaktır.

1.3.İnovasyon Kabiliyeti

1980’li yıllarda yaygınlık kazanan ve daha çok Schumpeter ile anılan içsel büyüme teorileri; teknolojinin buluş ve yeniliklerle kendini gerçekleştirerek içsel bir olgu olduğunu kabul etmektedir. Ayrıca teknolojik rekabette, ekonomik gelişmenin itici gücü olduğu belirtilmiştir (Göçer, 2013, s. 218). Bunun yanı sıra teknolojik gelişmelerin ölçülmesi için Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayılarından yararlanılmaktadır (Akarsu, 2020, s. 113). İnovasyon herkesle aynı şeyi yapmak değil, birçok kişinin yapmadığı ya da görmediği şeyi görerek harekete geçme faaliyetidir. İnovasyon yaratıcılıktan beslenerek, onu yerinde uygulamaktır. İnovasyon bir fikri ticari değere çevirmektir (Günay ve Çalık, 2019, s. 8).

Schumpeter’in yenilik teorisine göre, görkemli bir yeniliğin her zaman kendisi ile ilgili diğer yenilikleri de beraberinde getireceği ve birkaç iş kolunun yararlanabileceği avantajların değişmesine neden olacağı belirtilmektedir. Girişimcilerin öncelikleri yeniliklerin yarattığı fırsatlardan faydalanmak ve değişen ekonomik koşullara göre kendini hazırlayarak, ekonomik refah ve gelişmeye odaklanmalarıdır (Deane, 1988, s. 222). Aşağıdaki şekilde yaratıcılık, Ar-Ge ve icat bir araya gelerek inovasyonu oluşturmaktadır.

Şekil 14: İnovasyon ve Birleşenleri



Kaynak: Günay ve Çalık, 2019, s. 8

Şekil 14’te anlaşılabacağı gibi inovasyon birleşenleri 3 önemli aşamada kendini gerçekleştirmektedir. Yaratıcı düşünmenin yanı sıra düşünülen yeniliği gerçekleştirmek ve uygulamakta önemlidir. Bu birleşenler tek başlarına bir şey ifade etmemektedir. Türkiye inovasyon gerçekleştirmek için yaratıcı ve diğerlerinden farklı düşünen bireylerle çalışmalı, Ar-Ge faaliyetlerine önem vermeli ve Ar-Ge harcamalarına daha fazla pay ayırmalı, gerçekleştirilen ürünü hayata geçirmelidir.

Kademeli ve devrimsel olarak iki farklı inovasyon bulunmaktadır. Girişimci inovasyon, gelişme bölümüyle ilgili, devrimsel inovasyon ise araştırma bölümüyle ve yüksek maliyetli, belirsiz süreçlerle bağlantılı bir inovasyon şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, Japonların Amerika'nın yapmış olduğu otomobilleri kusursuz ve daha az maliyetli imal etmesinde kademeli inovasyon söz konusu iken, Apple'ın cep telefonuna farklı özellikler kazandırarak birçok teknolojiden yararlanması ve akıllı telefonların bulunması devrimsel inovasyon olarak ifade edilmektedir (Aykırı ve Bulut, 2020, s. 43).

Yerel inovasyon bazen fazla gelişmemekte ve dolayısıyla bazı mucitler çeşitli kesimlere hitap etmektedir. Kenyalı bir mucit olan Anthony Mutua'nın 2012'de basınç sayesinde elektrik üreten ince kristal çip geliştirmiştir. Tenis ayakkabısı tabanına koyduğu çipler sayesinde yürüyerek mobil telefon şarj etmeyi başarmıştır (Schmidt ve Cohen, 2014, s. 29). Aşağıdaki tabloda 2021 yılına ilişkin izledikleri yenilikçi politikalarla Endüstri 4.0'a yön veren en inovatif 50 şirket yer almaktadır.

Tablo 19: En İnovatif Şirketler (2021)

1	Apple	11	Siemens	21	Toyota	31	Xiaomi	41	Inditex
2	Alphabet/ Google	12	LG	22	Salesforce	32	IKEA	42	Moderna
3	Amazon	13	Facebook	23	Walmart	33	Fast Retailing	43	Philips
4	Microsoft	14	Alibaba	24	Nike	34	Adidas	44	Disney
5	Tesla	15	Oracle	25	Lenova	35	Merck &Co.	45	Mitsubishi
6	Samsung	16	Dell	26	Tencent	36	Novartis	46	Comcast
7	IBM	17	Cisco	27	Procter&Gamble	37	Ebay	47	GE
8	Huawei	18	Target	28	Coca- Cola	38	PepsiCo	48	Roche
9	Sony	19	HP	29	Abbott Labs	39	Hyundai	49	AstraZeneca
10	Pfizer	20	Johnson &Johnson	30	Bosch	40	SAP	50	Bayer

Kaynak: BCG, 2021, s. 5

Tablo 19'da yer alan en yenilikçi 50 şirket izledikleri inovatif politikalarla Endüstri 4.0'a yön vermektedir. Yukarıdaki sıralamada 2021 yılının en inovatif şirketi Apple olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnovasyon mikro ölçekte işletmelerde, makro ölçekte ise ulusal devletler için ekonomik hayatta ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle rekabet kabiliyetinin artması ve karlarını artırarak büyümesi inovasyon oluşturma kapasitesiyle ilişkilendirilmektedir. İnovasyonu gerçekleştirebilen işletmelerde verimliliklerin artırılması, maliyetlerin azaltılması, fiyatlarda rekabet üstünlüğü yakalanması kaçınılmaz görülmektedir (Türkcan ve Akseki, 2019, s. 222). Yeni üretilen bir ürün ile yeni teknolojinin kullanılması piyasadaki ürün çeşitliliğini artırmaktadır. Teknolojik ilerlemenin gerçekleşmesi için diğer ülkeler tarafından yapılan faaliyetler izlenmelidir (Oğuztürk ve Özasan, 2018, s. 82). Bunun yanında inovasyon gücünü artırmak için teşviklerin oluşturulması, fikri mülkiyet hakkının korunmasının sağlanması ve Ar-Ge yatırımlarının yüksek düzeyde olması gelişmekte olan ekonomilerde ekonomik büyüme için etkili olmaktadır (Özbay vd., 2021, s. 432). Tablo 20’de Türkiye inovasyon endeksi göstergesinde güçlü ve zayıf yanlarına ilişkin etmenler aşağıda yer almaktadır.

Tablo 20: İnovasyon Göstergelerinin Güçlü ve Zayıf Tarafları

GÜÇLÜ YÖNLERİ	ZAYIF YÖNLERİ
• Eğitim	• Düzenleme Çevresi
• Enerji Harcamaları	• İşten Çıkarılma ve Çalışma Süreleri
• Ticaret	• Mikro Finans Krediler
• Yaratıcı Ürünler İhracatı	• Stratejik İttifak Anlaşmaları
• Mobil Pazarı	• BİT İhracatı ve İthalatı
• Bilgisayar Yazılım Harcamaları	• Fikri Mülkiyetler
• Endüstriyel Tasarım	• Kültürel ve Yaratıcı Hizmet İhracatı

Kaynak: Baş, 2020, s. 4

Global ülkelerde inovasyon ölçümlerini sürekli olarak yayınlayan iki rapor bulunmaktadır. Bunlardan birincisi General Electric (GE) aracılığıyla araştırılan Global İnovasyon Barometresi ve her sene Dünya Fikri Haklar Örgütü (WIPO), bir diğeri ise, Cornell Üniversitesi ve Institut Européen d'Administration des Affaires (INSEAD) ortaklığı ile düzenlenen Global İnovasyon Endeksi raporudur. Ortaklıkta inovasyon girdi ve çıktıları olarak ifade edilen 80’e yakın göstergesi bulunan endeks, inovasyonun farklı yönlerini araştırmaktadır (Baş, 2020, s. 2).

Tablo 21’de orta-üst gelir grubu ekonomilerin hem 132 ülke arasındaki sıralaması hem de orta-gelirli ekonomiler arasındaki konumu belirtilmektedir.

Tablo 21: Orta-Üst Gelir Grubu Ülkeler (2021)

Orta- Üst Gelir Ülke Sıralaması	Ülke	İnovasyon Sıralaması
1	Çin	12
2	Bulgaristan	35
3	Malezya	36
4	Türkiye	41
5	Tayland	43
6	Rusya Federasyonu	45

Kaynak: WIPO, 2021, s. 24

Tablo 21’de orta-üst gelir grubu ülkeler arasında Türkiye en yüksek sıçrama yaşayan ülkeler arasında 2. sırada yer almıştır. Buna karşın Türkiye orta-üst gelirli ekonomiler içinde 4. sıraya yükselmiştir. Çin inovasyon sıralamasında bir önceki yıl elde ettiği konumunu koruyarak 12. sıraya yerleşmiştir. Ardından Çin orta-üst gelir grubu ülkeler arasında ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada Bulgaristan, üçüncü sırada Malezya bulunmaktadır. Bu kapsamda bir önceki yıla göre 10 sıra yükselerek 38,3 inovasyon puanı ile 41. sıraya yerleşerek ülke tarihinde bir ilke imza atmıştır. Türkiye orta-üst gelir grubu ülkeler içinde yedi temel birleşenden altısında, grup ortalamasının ise üzerinde performans göstermiştir. Orta-üst gelirli ekonomilerin kişi başına geliri 4.126-12.745 dolar aralığında olmalıdır.

Ülkemizin 2023 vizyon strateji inovasyonu; bilim ve teknolojiye uyum sağlayan, bu teknolojiyi çok iyi kullanan ve yeni teknolojiler üreten, teknolojik gelişmeleri sosyal ve ekonomik yarara dönüştürmeye çalışan, refah toplumu oluşturacak bir proje planlanmıştır. Buna karşın yapılacak çalışmalar; ülkemizin bilim ve teknoloji konumunun belirlenmesi, dünyadaki bilim ve teknoloji kapsamında uzun vadeli gelişmelerin belirlenmesi, ülkemizin 2023 hedefleri doğrultusunda, bilim ve teknolojiye taleplerin saptanması, bu hedefler için gerekli stratejik teknolojilerin belirlenmesi ve geliştirilmesi gibi politikaları kapsamalıdır (Soylu, 2011, s. 115).

1.3.1. Araştırma Geliştirme Faaliyetleri

2016 yılında Ar-Ge kanunu ve inovasyonla ilgili 6676 sayılı kanunda değişiklikler yapılmıştır. Yeni düzenlemelerle birlikte siparişe yönelik Ar-Ge tasarım merkezlerinin altyapısı, üniversite-endüstri işbirliği kapsamında önemli bir duruma gelmiştir. Sipariş uygulamasıyla Ar-Ge'ye ve tasarıma destek sağlanmış, buna ek olarak tasarım merkezlerine Ar-Ge merkezinden daha az asgari personel sayısı getirilmiş, farklı sektörlerde Ar-Ge çalışan sayısı 15'e düşürülmüş, Bakanlar Kurulunca oluşturulan kriterlere uyan Ar-Ge merkezlerinin artan Ar-Ge harcamalarına ek olarak yüzde 50 destekleme, gümrük vergisinde kolaylık, temel bilişim mezunlarına yönelik verilen maaş desteği ve gelir vergisi istisna oranının artırılması gibi konular desteklenmiştir (TAXIA, 2020).

Teknolojik ilerlemeler, sürdürülen Ar-Ge faaliyetleri neticesinde oluşmakta ve bu nedenle kaynaklardan verimli yararlanılarak ülkeler daha fazla imalat ve tüketim gerçekleştirmektedir. Teknolojik gelişmeler genellikle firmalar aracılığıyla gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri neticesinde ulaşılan bir icat, sermaye birikimi ve inovasyon olarak görülmektedir. Ar-Ge sonucunda üretilen bir tasarımın imalat sürecinde yer alması ile birlikte maliyetleri düşürmekte ve ihracatçı işletmelerin uluslararası pazarda rekabetçi konuma gelmelerini sağlamaktadır (Göçer, 2013, ss. 218-219). Türkiye'de ürün iyileştirme kabiliyetlerinin ürün yönetimi iyileştirme yeteneğinden daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Önemli olan imalat sanayinin çalışma yerlerinin ürün odaklı amaçlara yönelme durumunun gelişmesi gerektiği, ürün süreçlerine yönelen firmalarda ise ileri teknolojilerin geliştirilmesi, Ar-Ge konusunda hala kısmen yetersiz olduğunu göstermektedir. Ar-Ge'ye salt üretim olarak bakmadan belirli bir vizyonla yola devam eden grupların yatay ve dikey değişimi başarılı bir şekilde sağladığı görülmektedir (Gürsu, 2018, s. 85).

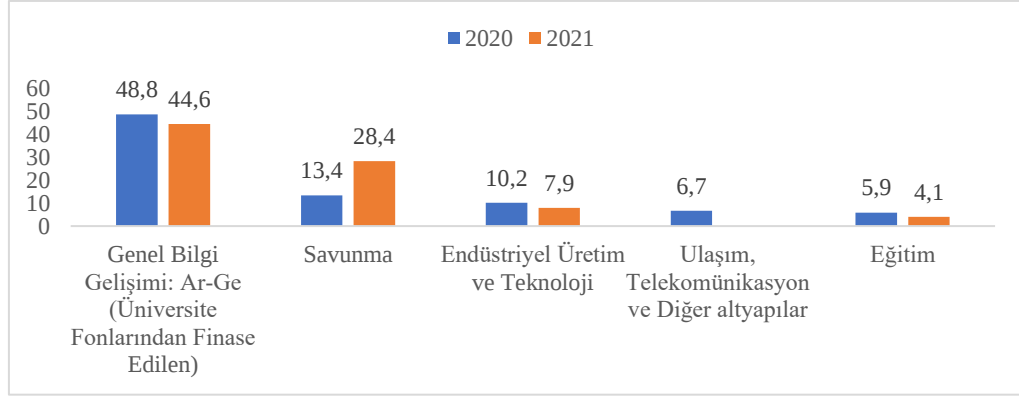
Türkiye'de Ar-Ge faaliyeti olarak kabul edilenler; yeni ürün, malzeme, sarf malzeme, cihazlar, ekipman, prosedür ve sistemlerin iyileştirilmesi ve tasarım, çizim faaliyetleriyle yeni tekniklerin ve prototiplerin iyileştirilmesidir. Özgün ve yeni tasarımlar yazılarak faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yeni ürünün, yöntemin, sürecin ve prosedürlerin Ar-Ge faaliyetleri yapılmalıdır. Bir ürünün niteliğini, standartlarını ve performansını yükseltirken, maliyetleri düşürecek teknik

ve teknolojilerin araştırılması gerekmektedir (Deloitte, 2021). Ar-Ge’de olması gereken önemli faktörler altı başlık altında toplanmaktadır (Gürsu, 2018, ss. 72-77):

- Türkiye’deki büyük firmalar, Ar-Ge’den uzak kalmakta ve global marka oluşturma konusunda yeterli düzeyde bilgiye sahip olmamaktadır.
- Ar-Ge çalışmasını sadece bilim insanları yapar algısı ortadan kaldırılmalı, Ar-Ge yapmak Batı ülkelerinin işi gibi düşünceler terkedilip global gelişimin ve getirilerinin dış ülkelere bırakılmaması gerekmektedir.
- Hükümetin kendi Ar-Ge ve inovasyon politikalarını belirlemesi ve yönetim aşamalarının Ar-Ge ve inovasyonu kavrayarak tüm mesuliyetini göze alması gerekmektedir.
- Devlet vergi üstünlüğü sağlayarak, teşvikler vererek, yasal düzenlemeler oluşturarak inovasyonu endüstrilerin eline bırakma seçeneğini hem daha kolay hem de daha etkin görmektedir.
- Rekabetten arındırılmış bir üretimi devam ettirmeye yönelme, katma değeri yüksek ürünlerin ortaya çıkmasını geciktirmektedir.
- Global dünyada Ar-Ge harcamasına öncelik veren şirketler ABD, Japonya, Almanya, Güney Kore, İskandinavya gibi ülkeler markalar oluşturmuştur. Bu konuda teşvikler olmasına rağmen gelişme modelleri ve Ar-Ge, Singapur ve İrlanda gibi ülkelere göre Türkiye’de kamu pasif bir rol üslenmektedir.

Ar-Ge’ye yapılan yatırımlar, işletmelerin global iş ortaklarını öğrenmelerine, bu projelerde işbirliğinin yapılması ve yeni teknolojilerin tasarlanmasına, teknolojik süreçlerin belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Ar-Ge çalışmaları ve tüketici ilişkilerini artırmak için araştırma enstitüleri oluşturulmaktadır (Türkel ve Yeşilkuş, 2020, s. 340). Aşağıdaki şekilde Türkiye’de 2021 yılı için en fazla harcamanın yapıldığı ilk beş sosyo-ekonomik hedef bulunmaktadır.

Şekil 15: Sosyo-Ekonomik Hedefler (2021)

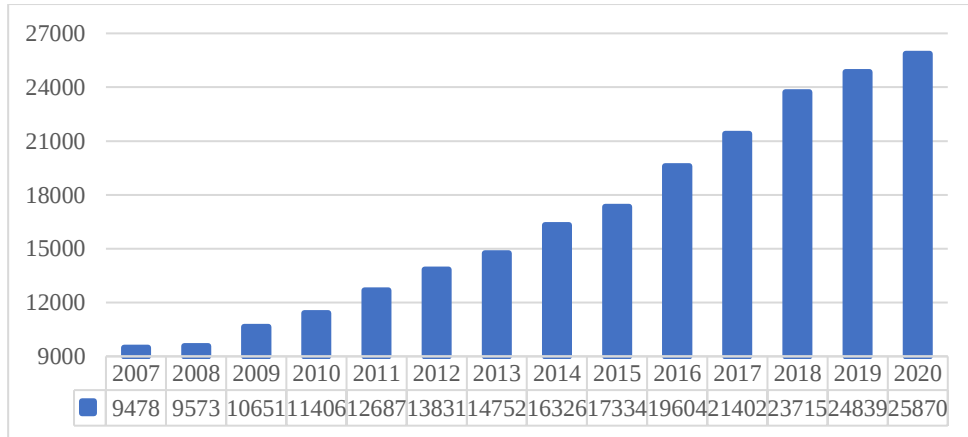


Kaynak: TÜİK, 2021

Şekil 15'te görüldüğü gibi 2020 yılında merkezi yönetim bütçesinden Ar-Ge için gerçekleştirilen sosyo-ekonomik hedefler içinde en yüksek Ar-Ge fonlaması yüzde 48,8 ile genel bilgi gelişimi ile üniversitelere gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında bu hedefler; yüzde 28,4 ile savunma, yüzde 7,9 ile endüstriyel üretim ve teknoloji ve son olarak %4,1 ile eğitime ayrılmıştır. 2021 yılı için Ar-Ge'de gerçekleştirilen en fazla pay %44,6 ile genel bilgi gelişimi için üniversitelere ayrılmıştır. Bir önceki yıla göre ayrılan pay 4,2 azalmıştır. 2021 yılında savunmaya daha fazla önem verilmiştir. Savunmaya ayrılan pay %15 puan artmıştır.

Şekil 16'da 2007 ve 2020 yılları arasında gerçekleşen Ar-Ge harcamaları milyon dolar cinsinden gösterilmektedir.

Şekil 16: Ar-Ge Harcaması (Milyon Dolar) (2007-2020)



Kaynak: OECD, 2022b²² verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 16’da Endüstri 4.0’ın başladığı 2011 yılını diğer yıllarla karşılaştırmak için, 2011 yılı öncesi ve sonrasında yaşanan gelişmelerin yıllara göre değişimini incelemek amacıyla bu yıllar baz alınmıştır. Yıllar içindeki değişimin seyrinin 2007 yılından günümüze kadar yaklaşık 2,5 kat arttığı görülmektedir. 2007 ve 2020 yılları arasındaki değişim karşılaştırıldığında Ar-Ge harcamalarının her yıl bir önceki yıla göre daha fazla arttığı görülmektedir. Türkiye’de Ar-Ge harcamalarında yıllara göre artış olması Ar-Ge’ye verilen önemi göstermektedir. Türkiye en yüksek Ar-Ge harcamasını 2020 yılında 26 milyar 046 milyon dolar olarak gerçekleştirmiştir. Türkiye’nin gelişmiş ülkeleri ve kullandıkları teknolojik imkanları yakalayabilmesi için Ar-Ge’ye ayrılan harcamalara daha fazla önem vermesi gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerle rekabet etmenin yollarından birisi de Ar-Ge harcamalarını artırmaktan geçmektedir.

1.3.2. Patent Başvuru Durumu

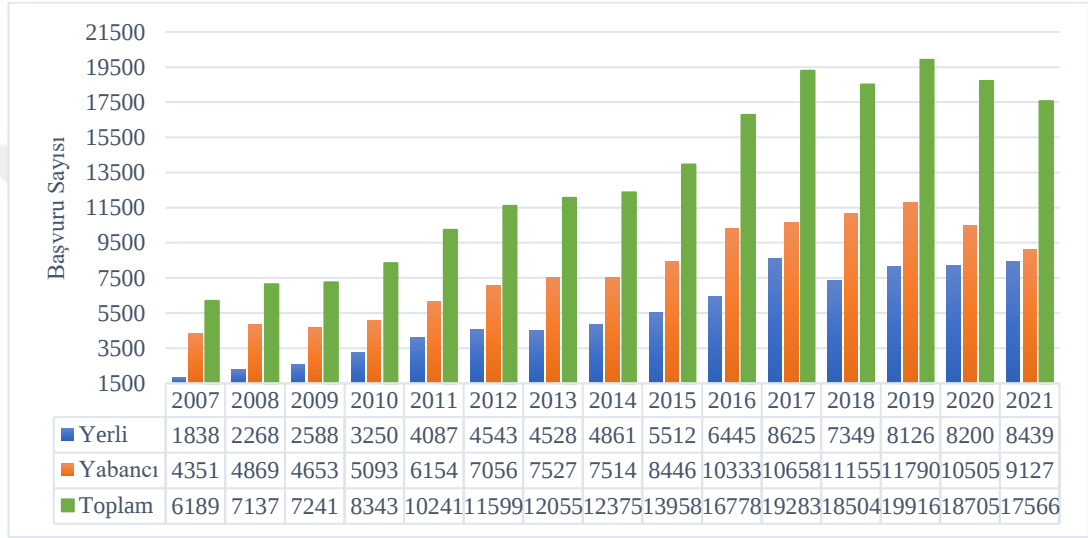
1474’te patent uygulamaları ilk kez İtalya’nın Venedik kentinde, yeni icatların başkaları tarafından kullanımını önlemek amacıyla ortaya çıkmıştır. İngiltere’de ise 1623 yılında yeni icatların 14 yıl aralığında yalnızca kaşifler tarafından kullanılmasına imkan verilen bir “tekel” kanunu uygulamaya koyulmuştur. 1665 ve 1714’te Kraliçe Anna yönetiminde “yeni buluşların üretim yöntemi” İngiltere’de çıkarılan “latters patent”e eklenmesiyle aynı ürün geliştirilerek farklı yöntemlerle kullanılmasına imkan verilmiştir (Özilgen, 2009, s. 382).

İngiliz ve Fransız patent verileri; Fransız Akademisi aracılığıyla onaylanmış buluşlar 18. yüzyılda ilk 10 yıl içerisinde İngiltere için kabul edilmiş 3 patent ve Fransa için onaylanmış 6 buluş bulunmaktadır. 1980 yılında İngiltere’de bu sayı yılda 54, Fransa’da ise 22’dir. Bunlar insanlık için, ekonomiye düzenli bir biçimde akış sağlamakta olan teknik yeniliği desteklemektedir (Rostow, 1970, s. 285). Ülkemizde patent süreci; patent hakkı Türk Patent Enstitüsü’nde bulunmaktadır. Bireylerin ya da firmaların inovatif bir icadı bulunuyorsa Türk Patent Enstitüsü’ne başvuruda bulunabilmektedir. Başvuru ile bireylere tanınan tekelle hak, ülkemizde

²² Henüz yayınlanmadığı için 2021 verilerine ulaşamamıştır.

patent ve faydalı model olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Bu hakkın geçerlilik süresi 7 ve 20 yıl aralığında değişmektedir. Ar-Ge faaliyetlerinin çıktı olarak kendini gösterme süreci patent başvurusu ve bu başvuruların gerçekleştirilmesi sonucunda oluşmaktadır (Akarsu, 2020, s. 111). Aşağıda Türkiye’de 2007 ve 2020 yılları arasında patent başvuru sayısı dağılımı ile ilgili yerli ve yabancı sayısına ilişkin veriler yer almaktadır.

Şekil 17: Türkiye’de Patent Başvuru Sayısı Dağılımı (2007-2021)



Kaynak: Türk Patent ve Marka Kurumu, 2021 verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

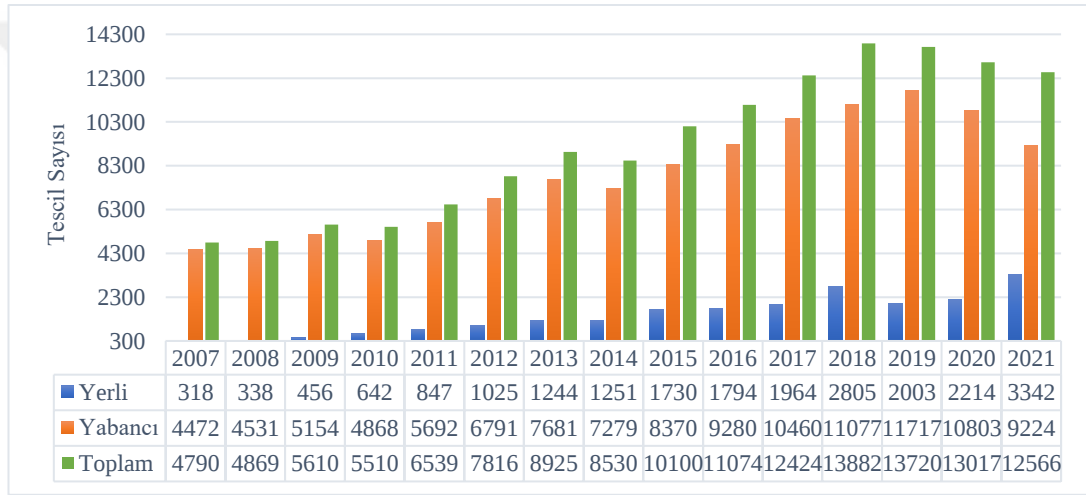
Şekil 17’de yerli ve yabancı patent başvuru sayısı incelendiğinde ülke dışı yerleşiklerin, ülke içi yerleşiklere göre daha fazla başvuru yaptığı görülmektedir. Özellikle 2011 yılından sonra patent başvurularının hızlı bir yükseliş trendi içerisine girdiği görülmektedir. Türk Patent ve Marka Kurumu verilerine göre en fazla yerli patent başvurusu 2017 yılında, yabancı paten sayısı ise 2019 yılında yapılmıştır. Yıllara göre yabancı patent sayısı, yerli patent sayısını geride bırakarak her yıl istikrarlı artışını sürdürmüştür. Ancak 2020 ve 2021 yılları 2019 yılına göre ülke dışı yerleşiklerde düşüş yaşanmıştır. Bunun nedeninin tüm dünyayı etkileyen pandemi koşulları olduğu düşünülmektedir.

Şekil 17’de patent başvuru sayılarında 2011 yılı itibariyle artış yaşanmış, bu yılı takip eden yıllarda patentte daha fazla başvuru yapılmıştır. En yüksek toplam artış 19,916 sayısı ile 2019 yılında gerçekleşmiştir. Özellikle patent başvuru sayısının

büyük kısmı ülke dışı yerleşikler tarafından yapılmaktadır. Bu durumda ülke kendi imkanları ve araştırmacılarıyla gerçekleştiremediği faaliyetlerini, ülke dışı araştırmacılarla gerçekleştirmektedir. Patent hem ekonomik büyümeye katkı sağlamakta hem de yatırımları teşvik etmektedir. Bu nedenle büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde patent başvurularına özendirme faaliyetleri daha fazla gerçekleştirilmelidir.

Şekil 18’de Türkiye’de patent tescilleri dağılımı ile ilgili yerli ve yabancı sayısına ilişkin veriler bulunmaktadır.

Şekil 18: Türkiye’de Patent Tescillerinin Yıllara Göre Dağılımı (2007-2021)



Kaynak: Türk Patent ve Marka Kurumu, 2021 verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

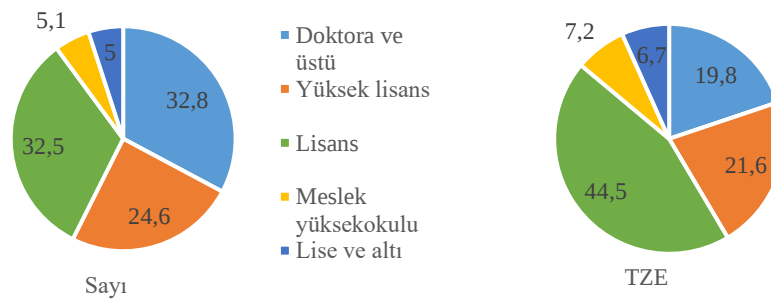
Şekil 18’de Türkiye’de bulunan yerleşiklerin, ülke dışı yerleşiklere göre daha fazla tescilinin gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca 2011 yılından sonra patent başvuru sayısında olduğu gibi, hızlı bir yükseliş trendi içerisine girmiştir. Şekilde görüldüğü gibi en fazla patent tescil sayısı 3,342 ile 2021 yılında, yabancı tescil sayısı ise 11,717 ile 2019 yılında gerçekleşmiştir. Yıllara göre bakıldığında yabancı tescil sayısı, yerli tescil sayısını geçerek her yıl artmaya devam etmiştir. Ancak 2020 yılında yabancı tescil sayısında düşüş yaşanmıştır. Aynı düşüş patent başvuru sayısında da görülmüştür. Yerli patent tescil sayısında yıllara göre dalgalanmalar mevcuttur. 2011 yılından sonra her iki göstergede de artış gerçekleşmiştir. Toplam artışın en fazla yaşandığı yıl 13,882 ile 2018 yılı olmuştur. Patent tescil durumunun yüksek olması, yapılan Ar-Ge’nin başarılı olduğu anlamına gelmektedir.

1.3.3. Araştırmacı Sayısı

Firmalar ve ülkelerin inovasyon ve enformasyon açısından daha global seviyede rekabet gücüne ulaşabilmesi için gerekli sayıda araştırmacı bilim insanı bulundurulması gerekmektedir. Ar-Ge faaliyetlerinin başarılı olabilmesi için en önemli etmenlerden birisi de nitelikli araştırmacılardan geçmektedir. Dolayısıyla düşük Ar-Ge bütçesiyle daha iyi neticeler alınabilmektedir. Bu nedenle bütçe yüksek olsa dahi gerekli niteliklere uygun olmayan Ar-Ge çalışanı ile başarı ihtimali düşük olmaktadır (Sarısoy, 2017, s. 155). Türkiye'nin Ar-Ge harcamaları ve personel istihdamı açısından global işletmelerle rekabetini güçlendirmek için stratejik kararlar alması ve uygulaması gerekmektedir. Ar-Ge personeli istihdam etmek, GSYH içinde Ar-Ge harcamaları payını yükseltmek, üniversite kaynaklarından yararlanmak gerekmektedir. Türkiye'de üniversitelerin birkaçında robot laboratuvarı ile araştırma ve uygulama merkezleri mevcuttur (Kılıç ve Alkan, 2018, s. 44). Üniversiteler Ar-Ge konusunda önemli bilgi merkezleridir. Üniversitelerin mevcut olduğu illerdeki araştırmacı sayısı artırılabilir. Bunu yapabilmek için teşvik ve sermaye gerekmektedir.

Şekil 19'da Türkiye'de 2020 yılına ilişkin Ar-Ge personel sayısı ve Ar-Ge personel dağılımı tam zaman eşdeğeri cinsinden dağılımlara yer verilmektedir.

Şekil 19: Türkiye'de Ar-Ge Personel Dağılımı (Sayı-TZE)



Kaynak: TÜİK, 2020²³

²³ Henüz yayınlanmadığı için 2021 verilerine ulaşılamamıştır.

Şekil 19’da eğitim durumuna göre Ar-Ge personelinin yüzde 32,8’i doktora ve üstü eğitim seviyesine ulaşmış kişilerden oluşmaktadır. Bunu takip eden sırada yüzde 32,5 seviyesinde lisans, yüzde 24,6 oranıyla yüksek lisans, yüzde 5,1 oranıyla meslek yüksekokulu ve son olarak yüzde 5 oranıyla lise ve altı Ar-Ge personeli bulunmaktadır. Tam zaman eşdeğeri (TZE) cinsinden Ar-Ge personelinin öğretim seviyesine göre dağılımı; yüzde 44,5 ile lisans, ikinci sırada yüzde 21,6 ile yüksek lisans, yüzde 19,8 ile doktora ve üstü, yüzde 7,2 ile meslek yüksekokulu ve son sırada yüzde 6,7 ile lise ve altı yer almaktadır (TÜİK, 2020). Aşağıdaki tabloda Türkiye’de bilimsel dergi makalesi ve 1.000 kişi başına düşen araştırmacı sayısına ilişkin veriler bulunmaktadır.

Tablo 22:Türkiye’de Bilimsel Dergi Makalesi ve 1.000 Kişi Başına Düşen Araştırmacı Sayısı

Yıl	Bilimsel Dergi Makalesi	1000. Kişi Başına Düşen Araştırmacı Sayısı	Yıl	Bilimsel Dergi Makale	1000. Kişi Başına Düşen Araştırmacı Sayısı
2007	21730	2,5	2014	31593	3,5
2008	22101	2,6	2015	33234	3,6
2009	25155	2,8	2016	35510	3,7
2010	26487	2,9	2017	33836	4,0
2011	27306	3,1	2018	33536	4,4
2012	28451	3,4	2019	-	4,9
2013	30813	3,6	2020	-	5,7

Kaynak: Dünya Bankası, 2021²⁴ ve OECD, 2022c²⁵ verileri kullanılarak tablo oluşturulmuştur.

²⁴ Henüz yayınlanmadığı için 2018 yılından sonraki verilerine ulaşamamıştır.

²⁵ Henüz yayınlanmadığı için 2020 yılından sonraki verilerine ulaşamamıştır

Tablo 22’de görüldüğü gibi araştırmacı sayısı yıllar itibariyle artış göstermiştir. 2007-2020 yılları ortalaması 3,6 olarak hesaplanmıştır. 2020 yılında bin kişi başına düşen araştırmacı sayısı %5,7 ile en yüksek orana ulaşmıştır. 2011 yılından sonra %3 seviyesini geçmesi araştırmacı sayısına verilen önemin arttığını göstermektedir. 2017 yılından itibaren araştırmacı sayısı artmıştır. Genel olarak yıllar itibariyle inişli çıkışlı bir trend izlemektedir. Buna karşın araştırmacı sayıları 2014 yılından itibaren sürekli artış eğilimine girmiştir. Araştırmacılar, projelerin yönetiminde bulundukları gibi yeni enformasyon, ürün, süreç, yöntem ve sistemlerin tasarlanması ya da oluşturulması için çaba harcayan profesyonellerden oluşmaktadır.

Tablo 22’de yer alan veriler incelendiğinde 2018 yılında bilimsel dergi makale sayısı 33.536 düzeyindedir. Ülkemizde bilimsel dergi makale sayısı 2007 yılında 21.730 iken, 2018 yılında 33.536’ya ulaşmıştır. Yıllara göre sürekli artış trendinde olan bilimsel dergi makalesi sayısı 2017 yılından sonra düşüşe geçmiştir. Bilimsel dergi makalesi en yüksek düzeye 35.510 ile 2016 yılında ulaşmıştır. Bilimsel ve teknik makaleler, bilimsel ve mühendislik makalelerinin sayıları olarak değerlendirilmektedir. Bu makaleler, fizik, matematik, klinik tıp, biyoloji, mühendislik ve teknoloji, biyomedikal araştırma, yer ve uzay bilimleridir.

2. SOSYAL YANSIMALAR

Endüstri 4.0’ın sosyal hayata hem olumlu hem de olumsuz yansımalarının olması beklenmektedir. Önceki endüstri devrimleri gibi bu devrim de gelir düzeyini ve bireylerin yaşam standartlarını artırmayı amaçlamaktadır. Dijitalleşme ve yeni teknoloji ürünlerinden alıcılara faydalanma imkanı sağlayan devrim, tedarikçiler aracılığıyla uzun dönemde etkinlik ve verimlilik karı yaratmaktadır (BEBKA, 2017, s. 17). Genel olarak teknolojik yenilikler insanların yaşamlarını kolaylaştırmayı hedeflemektedir. Bunun yanı sıra teknolojik yenilikler, işgücünde değişimlere neden olmakta ve bunun yanında bazen işsizlik açısından olumsuz gelişmeleri meydana getirebilmektedir. İşsiz kalan bireylerin yeni teknolojiye uyum sağlayabilmesi için sosyal açıdan destek almaları gerekmektedir (Türkcan ve Akseki, 2019, s. 274). Bazı uzmanlar yeni teknolojilerle birlikte dünyanın birçok yerinde, yani en uç noktalarda dahi mahremiyet diye bir durumun kalmayacağını belirtmiştir. Büyük devrimin ihtişamlı yükselişine karşı bu cihazlardan yararlanmak istemeyen ve bağlantılı bir

biçime geçmeyi reddeden bireyler bulunmaktadır. İlerleyen günlerde bu yeni teknolojilerin hayat standartları ve sosyalliği etkilemesi, nesnelerin internetinin gelişmiş ülkelerde yaşayan bireylere yüksek standartlar sunması beklenmektedir (Banger, 2018, ss. 180-181). Endüstri 4.0 teknolojileri sosyal hayatı değişime zorlayacaktır. Bu teknolojilerin yaygınlaşması ve gelişmesi ile bilgiyi ve teknolojiyi kullanan akıllı toplumların oluşmasına zemin hazırlanacaktır. Bütün bu dönüşüm ve değişimin nedeni; bireylerin daha iyi koşullarda hayatlarını sürdürebilmesi ve yaşam standartlarında gelişmelerin yaşanabilmesi için teknoloji büyük bir hızla gelişmekte ve dönüşüm gerçekleşmektedir.

İlerde herkesin birbirine bağlı duruma gelmesi beklenmektedir. Ayrıca beş milyar bireyin sanal ortama girmesi, dijital bağlantılılığın artmasıyla verimlilik, eğitim, sağlık, hayat standartları ve fiziki dünyanın birçok alanında farklılık yaratması beklenmektedir. Bu süreç elit insanlardan, ekonomik durumu daha kötü olan bireyler için aynı olmaktadır. Bireyler aynı platform, erişim ve sunulan haklarda eşit olduğunu anlamaktadır (Schmidt ve Cohen, 2014, s. 21). Endüstri 4.0 ile gelir adaletsizliğinin artacağı tahmin edilmektedir. Sermayenin işgücü yerine ikame ediliyor olması, sermayenin milli gelirden aldığı payın yükselmesine neden olmaktadır. Endüstri 4.0 kaliteli işgücü talebini arttırırken, kalitesiz işgücü talebini azaltacaktır (Atik ve Ünlü, 2019, s. 153).

Endüstrileşme ile bağlantılı olarak şehirler artan nüfusla hava kirliliğinden etkilenmiştir. Global karbondioksit salınımı 1850 yılından günümüze kadar yüz elli kat artmıştır. Günümüzde karbondioksit salınımının 2100 yılına kadar dünyadaki hava sıcaklığını 4-6 derece artırması muhtemel görünmektedir (Schwab ve Davis, 2019, ss. 88-90). Üretim sürecinde mal ve hizmet çıktılarının yanı sıra doğal çevre içinde gerçekleşen istenmeyen çıktılarda bulunmaktadır. Söz konusu üretimin ek dezavantajları sera gazı etkisi, zehirli atıklar, su kullanımı, plastik vb. maddeler doğada çözilememektedir. Ekonomik bakımdan enerji ve malzeme konularında sınırlı kaynaklardan yararlanarak ve kaynak israfının önlenmesi için üretim alanının daha iyi duruma getirilmesi gerekmektedir (Özenir ve Nakıboğlu, 2019, s. 2250).

3. EKONOMİK YANSIMALAR

Ekonomik yansımalar bölümünde, makroekonomik değişkenler kullanılarak büyüme/verimlik, dış ticaret ve işgücü ile ilgili genel bilgiler verilecektir. Daha sonra makroekonomik değişkenlere ilişkin veriler elde edilerek excel’de bar grafiğe dönüştürülerek incelenecektir. Türkiye 1990 yılından sonra finansal piyasalarını global ekonomik sistemle entegre hale getirerek, finansal piyasalarını serbestleştirmiştir. Bu nedenle 1990’dan 2021 yılına kadar veriler baz alınarak şekiller oluşturulacaktır.

3.1.Büyüme ve Verimlilik Üzerine Yansımalar

Ekonomik büyüme, fert başına reel hasılda ortaya çıkan sürekli artış olarak ifade edilmektedir. Bu tanımda ifade edildiği gibi bu artışın büyüme olarak değerlendirilmesi için sürekli olması gerekmektedir (Ünsal, 2007, s. 11). GSYH’deki artışlar uzun dönemde üretim ölçeğinin ya da üretim potansiyelinin artmasıyla veya daha fazla kullanılmasıyla meydana gelmektedir (Ay, 2007, s. 4). Ekonomik büyüme ile ilgili iktisatçılar Adam Smith (1776), Malthus (1798), David Ricardo (1817), Allyn Young (1928), Frank Ramsey (1928), Joseph Schumpeter (1934), Frank Knight (1944) modern ekonomik büyüme fikirlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bunlar; rekabetçi davranışlar, denge dinamikleri, sermaye birikimleri, kişi başına gelir, nüfus artış düzeyi ve teknolojik ilerlemenin yansımaları gibi konuları içermektedir (Barro ve Sala-i-Martin, 2004, s. 16).

Adam Smith’le başlayan iktisadi büyüme düşüncesinin gerçekleşmesi için liberal iktisat politikaları ve serbest dış ticaret politikalarının uygulanmasının gerekli olduğu belirtilmiş, bunun yanı sıra kurumsal yapının istikrarlı bir şekilde ilerlediği bir ülkede tam zenginleşme kademesinde ilerleyeceği ve iktisadi büyümenin sınırlanmayacağı vurgulanmıştır (Ünlü ve Bozdağ, 2016, s. 93). Ekonomik büyüme için ekonomilerin çeşitli modellere önem vermesi gerekmektedir. Bunlardan, Horrod-Domar Büyüme Modeli, İçsel Büyüme modellerinden AK Modeli ve Arrow-Romer’in Yapararak Öğrenme Modeli, tasarruf ve yatırım düzeylerinin yükselmesinin ekonomik büyümeyi olumlu etkileyeceğini savunurken, Slow-Swan modeli ekonomik büyümenin temel belirleyicilerinin teknolojik ilerleme olduğunu

Aron büyüme için, “Ekonomik büyümeye ilişkin yöntemlerde ilerlemelerin çalışmaya yönelik verimlilik artışından üretimin bilimsel ve akılsal eylemlerle meydana geldiği çağdaş ekonomiler gelişmişlik düzeyine ulaşmaktadır. Çeşitli gereksinimlerin sürekli karşılanması, gelirdeki artış ve bir sektörden farklı sektöre işgücü akışı, yöntem gelişme hızının çeşitlilik göstermesi diğer ekonomilerde şekil farklılıklarına neden olmaktadır.” demiştir (Aron, 1997, s. 118). Ayrıca büyümeye ilişkin yapılan tahminlerde 2008’deki Global Ekonomik Kriz’in başlangıcından önce global ekonomi 2007 yılında %5 büyümüştür. Bu şekilde her yıl %5 büyüme gerçekleşmiş olsaydı dünya GSYH’nin iki katına ulaşması ve birçok insanın sefaletten 14 ile 15 yıl içinde kurtulması beklenebilirdi. Krizin ardından beklentiler ekonomilerin eski büyümelerine ulaşacağı yönünde olsa da bu durum %3 ile %3,5 oranında gerçekleşmiştir. Sürekli durgunluğun tüketici talebini azaltacağı, faiz oranı 0 dahi olsa sorunun çözülemeyeceği fikri tartışılmıştır. (Schwab, 2017, ss. 38-39). 2008 ve 2021 yılları arasındaki dönemde Türkiye’de risk priminin etkileri aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

2008 Global Finansal Kriz (831 bps)

2013 Moody's Not Artışı (112 bps)*

08/2018 Ödemeler Dengesi Krizi (581 bps)

05/2019 Yerel Seçim Tekrar Kararı (519 bps)

06/2019 TCMB Bşk Değişimi** (285 bps)

03/2021 TCMB Başkan Değişimi** (457 bps)

Covid Krizi (635bps)

3(2020 Ödemeler Dengesi Baskısı (550bps)

11/2020 TCMB Başkan Değişimi, sıkı para politikasına geçiş** (285 bps)

120

Şekilde görüldüğü gibi 2018 yılında ödemeler dengesi krizi çıkmıştır. Bu krizin hem GSYH kısmına hem de dış ticaret kısmına yansımaları bulunmakta ve düşüşler söz konusu olmaktadır. Aynı yıl yerel seçimlerin etkisi ile GSYH’de düşüş yaşanmıştır. 2019 yılından hem merkez bankası başkan değişikliği hem de yerel seçimlerin tekrar kararı ile risk priminde artış söz konusu olmuştur. 2020 yılında ortaya çıkan Covid-19 pandemisi ile yükselen değerler yine ödemeler dengesini ve GSYH’yi zorlamıştır. Ayrıca bu yıllardaki düşüşler ayrıntılı bir şekilde GSYH ABD doları (Şekil 21) ve dış ticaret (Şekil 24) kısmında verilmektedir. 2021 yılında merkez bankası başkanının değişmesi ile değerlerde artış görülmektedir. Türkiye ekonomisi 2020 yılında yüzde 1,8 büyürken, 2021 yılında yüzde 11 oranında büyümüştür.

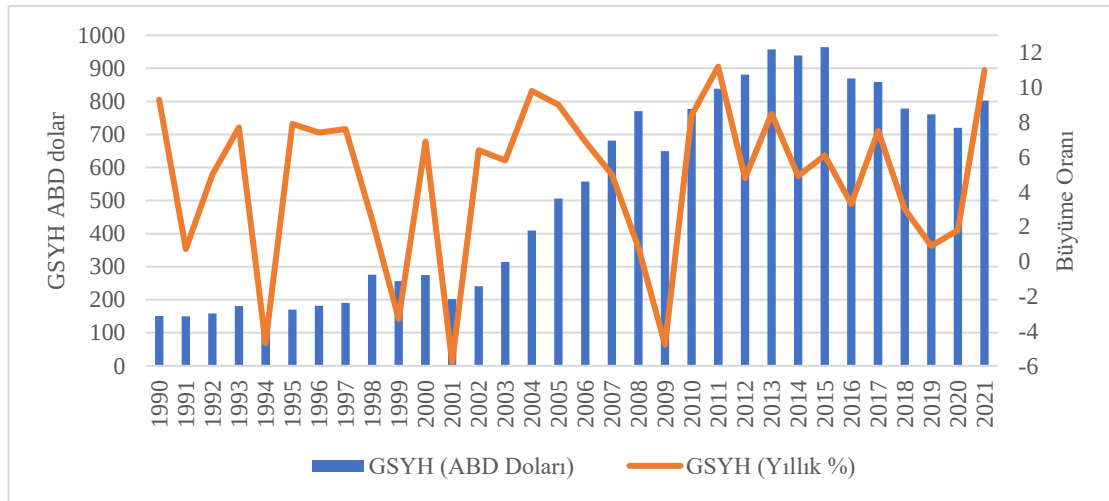
Şirketler ve devletler ekonomik büyümenin ana aktörleridir. Bunlar, teknolojik gelişmeyi verimliliği artırmak için kullanmaktadır. Verimlilik ve teknolojik gelişme karlılık ve stokların önemini artırmaktadır. Ekonomik olarak altyapısı oluşturulmuş ekonomilerin rekabet güçlerini artırmak için uğraşmaktadır. Karlılık ile rekabet gücü, yeni teknolojiler verimliliğin önemli unsurlarıdır (Castells, 2008, s. 119). Yenilenebilir enerji kaynakları, yakıttaki verimlilik artışı ve enerji depolamada yeni teknolojilerin gelişimi yatırımları arttırırken, GSYH’de büyümeyi arttırmaktadır. Etkileşimde bulunan şirket, devlet ve sivil toplum yöneticileri dijital yeteneklerin gerçekleşmesiyle birlikte verimliliğin artacağını düşünmektedir. Endüstri 4.0’da rekabet kurallarının değişeceği, rekabeti sağlayabilmek için ülkelerin veya şirketlerin inovatif faaliyetlerde öncü olmaları gerekmektedir (Schwab, 2017, s. 43). Burada Endüstri 4.0’ın büyüme ve verimlilik üzerinde olumlu etkileri ve sağladığı avantajlar açıklanmıştır.

Türkiye’deki sektör verileri şirketlerden alınan bilgiler göz önünde bulundurularak Boston Consulting Group (BCG) aracılığıyla iyileştirilen modele göre şu şekildedir; Türkiye’nin geleneksel üretim modeline uyum sağlaması halinde imalatta verimlilik artışının %4 ile %7 arasında olması beklenmektedir. Bu artış yaklaşık 50 milyar TL’lik bir yarar sağlayabilmektedir. Dönüşüm maliyeti baz alındığında, verimliliğin %5 ile %15 arasında gerçekleşmesi beklenmektedir. Üretimde yıllık %3 artış ve 150 ya da 200 milyar TL seviyesinde gelir avantajı sağlaması beklenmektedir. Ülkemiz endüstrisi, Endüstri 4.0’ın getirdiği temel

teknolojileri imalat sürecine dahil etmek isterse 10 ile 15 milyar TL civarında yatırım yapması gerektiği belirtilmiştir (Gülseren ve Sağbaş, 2019, ss. 4-5). 2020 yılında tüm global ekonomiler Covid-19 pandemisinin olumsuz etkileri için bazı ekonomik uygulamalar gerçekleştirmiştir. Merkez bankası para basmış ve maliye politika desteği sağlamıştır. Türkiye ekonomisini dolarizasyon ve yüksek enflasyonla sürdürmüştür. TL'nin alım gücü düşerek, global ekonomi %3,5 daralma gösterirken, Türkiye %1,8'lik yıllık büyüme göstermiştir. Bu politika tercihi pandemi döneminde pozitif büyüme sağlamış olsa da ortaya çıkardığı maliyetler yüksek enflasyon, yüksek döviz gereksinimi gibi kırılganlığa neden olmuştur (TÜSİAD, 2021, s. 5).

Ar-Ge'ye ilişkin 2023 hedefleri doğrultusunda Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payın %3 seviyesine ulaştırılması ve toplam Ar-Ge harcamalarının 2/3'ünün özel sektör aracılığıyla gerçekleştirilmesi, araştırmacı sayısının ise 300 bin olması, bu sayının 180 bininin özel sektör aracılığıyla istihdamı hedeflenmektedir. Ülkemiz 1980'li yıllardan beri Ar-Ge faaliyetlerini artırmaya yönelik politikalar geliştirmiştir. Amaçları, orta seviyede iktisadi gelişmede bulunan ülkelerle aynı seviyede bulunmaktır (Sarısoy, 2017, s. 168). Şekil 21'de Türkiye'de GSYH büyüme oranı (%) ve GSYH ABD doları cinsinden değerlere yer verilmektedir.

Şekil 21: Türkiye'de GSYH ABD Doları ve GSYH Büyüme Oranı (%) (1990-2021)



Kaynak: Dünya Bankası, 2021cd ve TÜİK, 2022c²⁶ verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

²⁶ 2021 yılına ait veriler TÜİK adresinden alınmıştır.

Şekil 21’de görüldüğü gibi 1990’dan 2021 yılına kadar GSYH hem ABD doları hem de büyüme oranı olarak incelenecektir. 1990 yılından Endüstri 4.0’ın ortaya çıktığı yıl olan 2011 yılına kadar, 2011 yılından 2021 yılına kadar yaşanan değişimler incelenecektir. 1990 yılından 2011 yılına kadar olan süreçte GSYH’de hem pozitif hem de negatif büyüme gerçekleşmiştir. 1994 yılında büyüme $\%-4,7$ olarak gerçekleşmiştir. Bu düşüşün nedeni, liberal politikalarından ve yüksek kamu borcu ile bütçe açığının ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Aynı yıl GSYH bir önceki yıla göre 180 milyar 17 milyon dolardan 130 milyar 69 milyona düşmüştür. Türkiye 1995 yılında GSYH büyüme oranında kendini toplayarak $\%7,9$ ’luk bir artış göstermiştir. 1995 yılında GSYH 169 milyar 486 milyona yükselmiştir. Buna karşın Türkiye’de 2001 yılında ortaya çıkan bankacılık sistemini ve piyasa likiditesini etkileyen ekonomik krizle sarsılmıştır. Aynı yıl GSYH büyümesi $\%-5,8$ oranına gerilemiş ve GSYH 201 milyar 751 milyona düşmüştür. GSYH yüzdesinde 2006 yılından itibaren kriz önceden sinyalini vermiş ve düşüş eğilimine girmiştir. 2008 yılında gerçekleşen global ekonomik krizdeki düşüş $\%0,8$ iken, krizin etkileri 2009 yılında derinden hissedilmiş ve $\%-4,8$ düzeyine gerilemiştir.

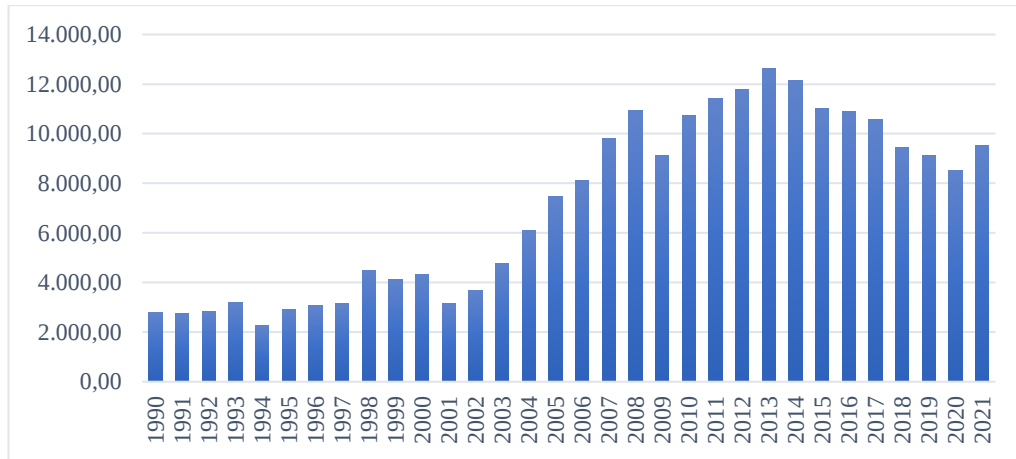
Şekil 21’de görüldüğü gibi 2011 yılında Endüstri 4.0’ın Almanya’da ortaya çıkmasıyla birlikte Türkiye’yi de etkilemiştir. Teknolojik gelişmeler ve globalleşme etkisiyle birlikte değerlerde artış yaşanmıştır. 2011 yılında büyüme oranında $\%11,2$ ile en yüksek artış gerçekleşmiştir. 2011 yılında GSYH 838 milyar 763 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Daha sonraki yıllarda da düşüşler yaşanmıştır ancak 2011 öncesi düşüşleri gibi sert olmamıştır. Aynı yıl GSYH ABD doları artmıştır. Ancak 2016 yılından itibaren gerileme trendi içine girmiştir. GSYH’de en yüksek artış 964 milyar 317 milyon dolar ile 2015 yılında gerçekleşmiştir. 2018 yılında yaşanan kur şoku ve 2019 yılında gerçekleşen düşüşün nedeni, yerel seçimlerle birlikte ekonominin, özelde ise devlet bütçesi imkanlarının yetersiz olmasından kaynaklanmıştır. Birçok ülke vatandaşlarına ve işletmelere destek sağlarken, Türkiye Covid-19 pandemisinin etkilerini azaltmaya çalışmıştır.

Şekil 21’de 2020 yılında GSYH bir önceki yıla göre 41 milyar 049 milyon dolar azalırken, $\%1,8$ ’lık bir büyüme yakalamıştır. 2020 yılında gerçekleşen büyümede büyük bir ivme kaybederek GSYH 719 milyar 955 milyona

gerilemiştir. 2021 yılında TÜİK adresinde GSYH ve büyüme oranı yayınlanmıştır. 2021 yılında GSYH 802 milyar 678 milyon dolar olarak açıklanırken, büyüme oranı %11 olarak kayıtlara geçmiştir. Türkiye’de son yıllarda GSYH’de büyük bir düşüş yaşandığı için GSYH’yi kontrol altına almalı ve bu kötü gidişatı engellemelidir. Ülkemiz GSYH’deki değerlere göre Endüstri 4.0 teknolojilerine büyük pay ayıramayacağı görülmektedir. Türkiye gerekli altyapı ve yasal düzenlemeleri gerçekleştirerek Endüstri 4.0’a uyum sürecinde GSYH’yi arttırmalı ve bunu da yeni teknolojilerle gerçekleştirmelidir. Makinelerin artmasıyla ve robotların üretim sürecine dahil olmasıyla birlikte verimlilik artacak ve ekonomiye katkı sağlayacaktır. Bunun neticesinde GSYH’deki değer yükselecek ve ekonomik büyüme gerçekleşecektir.

OECD’nin 2020 yılında Türkiye ile ilgili yaptığı global daralma tahminini aşağı indirmesiyle; global GSYH’de net bir düşüş yaşanmış ve ilerleyen 2 yıl içerisinde artış yaşanacağı belirtilmiştir. OECD açıklanan raporda, 2021 yılı için Türk ekonomisinde eylülde yıl için %2,9’luk daralma tahmini %1,3’e düşürülmüştür. Aynı yıl içerisinde büyüme tahminini %2,9’a düşürürken, 2022 yılı için %3,2’lik bir büyüme yaşanacağı beklenmektedir (Bloomberg, 2020). Şekil 22’de Türkiye’de kişi başına GSYH ABD dolarının yıllar itibariyle değişimi yer almaktadır.

Şekil 22: Türkiye’de Kişi Başına GSYH ABD Doları (1990-2021)



Kaynak: Dünya Bankası, 2021e ve TÜİK, 2022d²⁷ verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

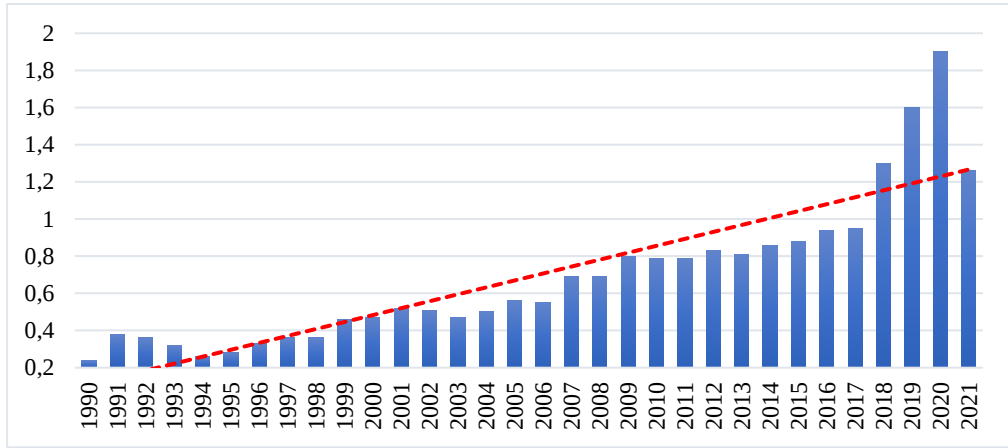
²⁷ 2021 yılına ait değerler TÜİK adresinden alınmıştır.

Şekil 22’de görüldüğü gibi 1990 yılından 2021 yılına kadar kişi başına düşen GSYH ABD doları cinsinden incelenecektir. 1990’lı yıllarda kişi başına gelir 2,000 ile 4,000 dolar arasında iken 2004 yılından sonra yükseliş trendi içine girmiştir. Aynı zamanda Türkiye bu tarihten sonra üst orta gelir grubu ekonomiler içine girmiş ve orta gelir tuzağına takılmıştır. 2021 yılında kişi başına gelir 9,539 dolar olarak kayıtlara geçmiştir. 2019 yılında 9,122 dolar iken, 2020 yılında 8,536 dolara gerilemiştir. Kişi başına gelir 2013 yılından sonra tekrar düşüş eğilimine girmiştir. 2011 yılında kişi başına düşen GSYH 11,421 dolara gerilemiştir. 2015 yılından sonra gerileme trendi içine girmiştir. Kişi başına düşen GSYH’de en yüksek artış 12,615 dolar ile 2013’te gerçekleşmiştir. Şekil 21’de (GSYH) 2018 yılından sonra yaşanan gelişmeler kişi başına gelirden de etkili olmuştur. Her iki grafikte benzer düşüş eğilimlerinin olması son yıllarda yaşanan ekonomik sorunlardan kaynaklanmaktadır.

Şekil 22’de görüldüğü gibi en fazla pay artışı 2010-2017 yılları arasında gerçekleşmiştir. Bu yıllarda yaşanan gelişmeler ekonomik büyümeye neden olmuştur. Ayrıca bu durum Endüstri 4.0’dan etkilendiğini göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi yeni endüstrileşmenin kişi başına düşen GSYH yıllık yüzdesinde yarattığı fark açık bir şekilde görülmektedir. Türkiye’nin 2011 yılından sonra kişi başına GSYH’inde yüzdesel olarak ve ABD doları bazında bazı düşüşler söz konusu olmuştur. Bu düşüşlerin nedeni teknolojik ilerlemeyi gerçekleştiremediği için değil, içinde bulunduğu dönemsel ekonomik sorunlardan kaynaklanmaktadır.

Aşağıdaki şekilde Türkiye’nin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki yüzdesel payı incelenecektir.

Şekil 23: Türkiye’de Ar-Ge İçin Yapılan Harcamaların GSYH İçindeki Payı % (1990-2021)



Kaynak: OECD, 2022a ve SBB, 2021a, s. 136²⁸ verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 23’te görüldüğü gibi Ar-Ge harcamaları inovasyon için girdi niteliğindedir ancak burada önemli olan girdiyi değil, çıktıyı ölçmektir. Türkiye’nin kısıtlı kaynaklarını çıktıya dönüştürmesi için rekabet gücünü artırabileceği alanlar oluşturmak, altyapı ve Ar-Ge harcamalarına odaklanmak gerekmektedir. Ar-Ge’ye daha fazla pay ayırarak Ar-Ge faaliyetlerini genişletmek gerekmektedir. Tüm dünyayı teknolojik değişim ve dönüşüme iten 21. yüzyılın başında ortaya çıkan Endüstri 4.0’a Türkiye kayıtsız kalmamıştır.

Şekil 23’te 1990- 2020 yıllara arasında toplam Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının ortalaması %2,98 olarak hesaplanmıştır. Dönemler üç ayrı dönem olarak incelenecektir. Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı, 1990-1999 döneminin ortalaması %0,34 oranında, 2000-2009 dönemi ortalaması %0,58 oranında, 2010-2020 on bir yıllık dönem ortalaması ise %1,06 olarak hesaplanmıştır. Dönemlere ilişkin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının ortalaması incelendiğinde en yüksek artışın 2010 yılından sonra gerçekleştiği görülmektedir. Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı 1990 yılında %0,24 iken, 2019 yılında %1,9’a yükselmiştir. Türkiye’nin 2019 yılında %1,6 olan Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı 2020 yılında %1,9’a yükseldiği görülmektedir.

²⁸ 2021 yılına ilişkin veriler 2022 Yılı Bütçe Gerekçesi çalışmasından ulaşılmıştır.

Şekil 23'te T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB) tarafından yayınlanan çalışmada 2021 yılında gerçekleşen Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı %1,26 olarak gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre gerilemiştir. Türkiye Ar-Ge harcamalarına en yüksek payı 2020 yılında ayırmıştır. Ülkemiz 2019 yılından itibaren Ar-Ge harcamasını yaklaşık %3 artırmıştır. 1990 ve 2021 yılları arasında Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payında hem artış hem de azalış olduğu görülmektedir. Buna karşın 2014 yılından itibaren Ar-Ge harcamasına ayrılan payda sürekli artış yaşanmıştır. Türkiye'nin Ar-Ge'ye ayırdığı pay yeterli değildir. Gelişmiş ülkeleri yakalayabilmek amacıyla Ar-Ge'ye daha fazla pay ayırmak gerekmektedir.

3.2.Dış Ticaret Üzerine Yansımalar

Global ekonomi 20. yüzyılın bitiminde, bilgi ve iletişim teknolojileri tarafından oluşturulan altyapının, devletlerin ve uluslararası kurumların, liberalleşme ve yasal düzenlemeleri neticesinde globalleşmiştir. 20. yüzyılın sonlarına doğru, üretime göre uluslararası ticarete daha hızlı büyüme yaşanmıştır (Castells, 2007, s. 128). Türkiye liberalleşme politikalarını 1980-1990 yıllarında uygulamaya başlamıştır. 1983-1989 yıllarında ulusal ve uluslararası ticarete teşvik programları ile birlikte serbest piyasa ekonomisine geçişle, hükümetin ekonomideki etkinliğinin azalması ve piyasa mekanizmasıyla birlikte işlerliğin artırılması gibi politikalar hedeflenmiştir (Milliyet, 2016). Castells'e göre dış ticaretin 5 temel özelliği bulunmaktadır (Castells, 2007, s. 138):

- Dış ticaretin sektörel girişimi olarak kalkınmış ekonomiler rekabet ile ticari faaliyetlerini yeni endüstrileşen ülkelere devretmektedir.
- Gelişmekte olan ülkelerin ithalat payında yükseliş olmaktadır.
- İleri teknoloji ürünlerin ticareti gelişmiş ülkelerin hakimiyeti altında olmaktadır.
- Gelişmiş ekonomilerin hizmet ticareti üzerine yoğunlaşması gerekmektedir.
- Gelişmiş ülkelerdeki ihracat Doğu Asya ülkelerinde endüstrileşmiş ya da yeni endüstrileşen ülkelerin elinde bulunmaktadır.

Türkiye'nin dış ticarette rekabetçi ve coğrafi konum üstünlüğü kazanmasının nedeni, lojistik avantajından, esnek ve düşük maliyetli emek gücüne bağlılıktan kaynaklanmaktadır. BCG Global Üretim Maliyeti Endeksine göre Türkiye 98 üretim maliyeti ile üretim gerçekleştirmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016, s. 33). Türkiye'nin yüksek orta gelirli ekonomiler içerisinde imalat sanayisi, düşük ve orta düşük teknoloji grubunda yer almaktadır. Türkiye'nin orta gelir tuzağından kurtulup yüksek gelirli ekonomiler arasına girebilmesi için yüksek teknolojili üretime geçiş yapması gerekmektedir. Ayrıca sanayi üretimi, ihracatta teknoloji kullanımı ve yüksek katma değerli ürünlerin artırılması gerekmektedir (EBSO, 2017, s. 49). Ülke ihracatının kilogram cinsinden artırılması gerekmektedir. Kilogram olarak yüksek katma değerli ürünlerin ihracatıyla ilgili karşılaştırmalara bakıldığında, bir kamyon domates dışarıya sattığımızda elde edilen gelirle bir tane cep telefonu ithalatı yapılmaktadır. Bir başka örnek vermek gerekirse, çok sayıda kamyonla sattığımız mermerin bize geri dönüşü bir kamyon ilaç olabilmektedir (Yıldız, 2017, s. 3).

Türkiye için dış ticaret rekabetçiliğinin yavaşlaması ve gelişmiş ekonomilerin Endüstri 4.0'a daha çok yaklaşması baskı oluşturmuştur. Türkiye'nin ekonomik veri şartları itibariyle global ticarette birbiriyle etkileşim içinde ilerleyen Endüstri 4.0 teknolojisine ve vasıflı emek gücü seviyesine ulaşması, ilk olarak ekonomik gelişmenin artırılması ve işsizliğin azaltılması gibi kısa dönemli makroekonomik değişkenler olarak, orta ve uzun dönemde orta gelir tuzağından kurtularak gelişmiş ülke düzeyine ulaşması gerekmektedir (Türkcan ve Akseki, 2019, s. 144). Türkiye'de teknolojik iyileşmelerle birlikte, emek gücü, sermaye maliyetleri uluslararası ticarette rekabet için önemli bir durumdadır. Ucuz emek gücünü kullanan ülkeler düşük maliyetlerle imalat gerçekleştirmekte ve uluslararası ticarette rekabet gücü sağlamaktadır. Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilen gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler rekabet gücünü artıracak gibi rekabetin sağlanamadığı pazarlarda da ihracat gerçekleştirme olanağını artırmaktadır (Aykırı ve Bulut, 2020, s. 72).

Endüstride Dijital Dönüşüm Platformu tarafından gerçekleştirilen çalışmada KOBİ'lerin çıktılarından yararlanarak imalat sanayisinde dijital dönüşümü gerçekleştirme kapsamında; endüstrilerde dijital dönüşümün tanınmasına olanak sağlanması, eğitim, iletişim ve teknoloji yapısının sağlamlaştırılması, dijital teknoloji üretici ve kullanıcılarını destekleme gibi projeler oluşturulmuştur. Burada önemli

olan durum ve iyileşme potansiyeli göz önünde tutularak ihracat, istihdam ve katma değeri yüksek olan beş sektör ön plana çıkmaktadır. Bunlar; kimya ve ilaç, motorlu kara taşıtları, makine ve teçhizat, yarı iletkenler ve elektronik/gıda, içecek ve tütün gibi sektörlerden oluşmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2018, s. 20). Tablo 23'te Türkiye'de 2019 ve 2020 yıllarına ilişkin oluşturulan teknoloji yoğun imalat sanayi ürünleri ithalat ve ihracat verileri bulunmaktadır. Tabloda Ocak-Aralık ayı baz alınarak, farklı yıllar şeklinde oluşturulmuş milyon dolar cinsinden değerlerdir.

Tablo 23: Teknoloji Yoğunluğuna Göre İmalat Sanayi Ürünlerinin Dış Ticareti 2013-2021 Yılları Arası, (%)

Yıllar	İHRACAT				İTHALAT			
	<i>Yüksek Teknoloji</i>	<i>Orta Yüksek Teknoloji</i>	<i>Orta Düşük Teknoloji</i>	<i>Düşük Teknoloji</i>	<i>Yüksek Teknoloji</i>	<i>Orta Yüksek Teknoloji</i>	<i>Orta Düşük Teknoloji</i>	<i>Düşük Teknoloji</i>
2013	3,4	31,5	30,7	34,5	12,3	41,2	33,8	12,7
2014	3,4	31,6	29,2	35,8	14,0	42,1	30,3	13,5
2015	3,7	31,8	29,5	35,0	15,7	44,3	26,5	13,5
2016	3,5	33,1	28,3	35,1	17,0	44,9	25,6	12,6
2017	3,9	34,6	28,3	33,3	15,1	41,1	32,6	11,2
2018	3,5	36,4	27,6	32,6	13,4	42,0	33,2	11,4
2019	3,6	36,0	27,5	32,8	15,3	40,6	32,1	12,0
2020	3,4	35,9	27,2	33,5	13,0	41,7	34,5	10,8
2021	3,0	33,4	31,1	32,5	12,4	46,2	30,4	11,0

Kaynak: TÜİK, 2022a

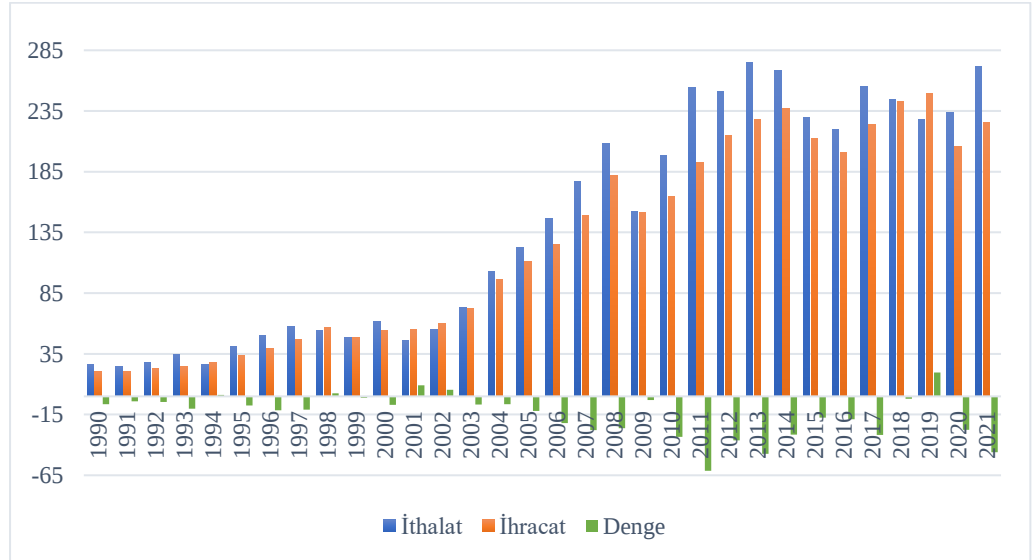
Tablo 23'te görüldüğü gibi 2013'ten 2021 yılına kadar teknoloji yoğunluğuna göre imalat sanayisi ürünlerine yer verilmektedir. Bu veriler ışığında ithalat ihracata göre daha yüksek gerçekleşmektedir. 2013 ve 2021 yılları ithalat ve ihracat payları karşılaştırıldığında, düşük teknoloji hariç diğer paylarda ithalat ihracata göre daha yüksek düzeydedir. Yıllara göre ihracat seyri yüksek teknolojinin düştüğü, orta teknoloji payının yükseldiği, düşük teknoloji payının 2021 yılı hariç diğer yıllarda düştüğü, düşük teknoloji payının azaldığı görülmektedir. 2021 yılında yüksek teknolojinin imalat sanayisi ihracatı içindeki payının %3 oranında, yüksek teknolojinin imalat sanayisi ithalatı içindeki payının ise %12,5 olduğu görülmektedir. Bir önceki yıla göre yüksek teknoloji ithalat ve ihracat imalat sanayisi payında

gerileme yaşanmıştır. Yüksek teknoloji ihracatı oranının %3 olarak gerçekleşmesi Türkiye'nin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya başladığını göstermektedir. Yüksek teknoloji ihracatı ile ilgili en yüksek artış %3,9 ile 2017 yılında gerçekleşmiştir. Dış ticaret açığının önlenebilmesi için yüksek teknoloji payını artırmak gerekmektedir. Diğer payların da ithalata göre düşük olması yine bu açığı artırmaktadır.

Tablo 23'te 2021 yılında bir önceki yıla göre ithalat ve ihracat paylarında orta teknoloji dışında tüm göstergeler düşüş eğilimindedir. Türkiye teknoloji yoğun imalat sanayisi verilerine göre, ihracatta yüksek, orta yüksek, orta düşük ve düşük teknoloji ihracatı gerçekleştirmektedir. TÜİK verilerinde görüldüğü gibi Türkiye en fazla orta yüksek teknoloji ihracatı yapmaktadır. Bu göstergeler neticesinde Türkiye'nin en fazla orta yüksek teknoloji ürünleri ihracatı gerçekleştirdiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Dış ticaret kısmında oluşturulan şekiller için Dünya Bankasının ulusal tahmin verileri baz alınmıştır. Aşağıdaki şekilde Türkiye'nin ithalat, ihracat ve denge değerleri ABD doları cinsinden incelenecektir.

Şekil 24: Türkiye'de Dış Ticaret ABD Doları (1990-2021)



Kaynak: Dünya Bankası, 2021iha ve TÜİK, 2022b²⁹ verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

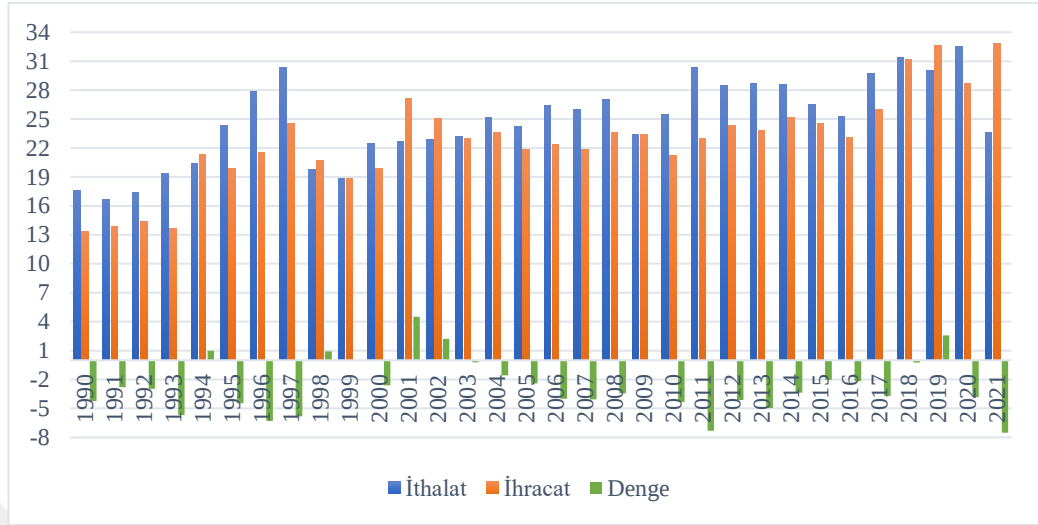
²⁹ 2021 yılı verileri TÜİK adresinden alınmıştır.

Şekil 24'te Türkiye'de 1990 yılından günümüze kadar ithalat, ihracat ve dış ticaret dengesinde yaşanan gelişmeler milyon ABD doları cinsinden verilmektedir. Yıllar itibarıyla ithalat ve ihracat artış trendi içerisinde bulunmaktadır. Ülkede ithalatın ihracata göre daha fazla artış göstermesinden dolayı dış ticaret açığı ortaya çıkmıştır. 2008 yılından sonra ithalat ve ihracatta dalgalanmalar meydana gelmiştir. Bunun nedeni, ABD'de ortaya çıkan finansal krizle birlikte AB ekonomisindeki daralma ve döviz kurunun inişli çıkışlı bir seyir izlemesinden kaynaklanmaktadır. 2011 yılından sonra göstergelerde artış yaşanmış ve artışlar en fazla 2011 yılından sonra gerçekleşmiştir. Türkiye en büyük dış ticaret açığını 2011 yılında vermiş ve ilerleyen yıllarda da açık söz konusu olmuştur. Dış ticaret dengesinin en fazla açık verdiği yılın %-61,37 ile 2011 yılı olduğu görülmektedir. 2011 yılından sonra her iki göstergede de artışlar söz konusu olmuş, ithalat ve ihracat 200 milyarın üzerinde gerçekleşmiştir.

Şekil 24'te görüldüğü gibi 1990 yılında ithalatın 26 milyar 486 milyon dolar, ihracatın ise 20 milyar 138 milyon dolar olduğu görülmektedir. 2020 yılında ithalat 233 milyar 811 milyon dolar, ihracat ise 205 milyar 727 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. 1990 yılından 2021 yılına kadar hem ithalat hem de ihracatta büyük artış yaşanmıştır. TÜİK verilerine göre 2021 yılında ithalat 271 milyar 424 milyon dolar, ihracat 225 milyar 291 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre artış söz konusu olmuştur. Ancak dış ticaret açığı 2021 yılında -46,133'e yükselmiştir. Dış ticaret fazlası verdiğimiz yani ihracatın ithalatı geçtiği yıllar 1994 (1,279), 1998 (2,586), 2001 (9,063), 2002 (5,352) ve 2019 (20,89) yıllardır. Bu yılların yanında yer alan değerler ihracatın, ithalatı ABD doları olarak ne kadar geçtiği belirtilmiştir. Buna karşın 2019 yılı 19 milyar 665 milyon dolarla en fazla dış ticaret fazlası verilen yıl olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki şekilde Türkiye'nin ithalat, ihracat ve denge göstergeleri dış ticaret % GSYH olarak incelenecektir.

Şekil 25: Türkiye’de Dış Ticaret %GSYH (1990-2021)



Kaynak: Dünya Bankası, 2021j1b ve TÜİK, 2022b³⁰ verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 25’te Türkiye’de 1990 yılından 2021 yılına kadar ithalat, ihracat ve dış ticaret dengesinde yaşanan gelişmeler %GSYH olarak ortaya koyulmaktadır. Yıllar itibariyle ithalat ve ihracat yüzdeleri sürekli dalgalanma içerisine girmiştir. Türkiye’de ithalatın (GSYH%) ihracata (GSYH%) göre daha fazla artış gösterdiği görülmektedir. Bu artış dış ticaret açığına neden olmuştur. Dış ticaret fazlası verdiğimiz yani ihracatın ithalatı geçtiği yıllar 1994 (%0,98), 1998 (%0,94), 2001 (%4,49), 2002 (%2,23) ve 2019 (%2,58)’dur. Bu yılların yanında bulunan değerlerde ihracat oranının, ithalat oranını yüzde kaç puanlık bir artışla geçtiği hesaplanmıştır. Dış ticaretin %GSYH göstergesi, dış ticaret ABD doları göstergesi ile aynı yıllarda artışlar göstermiştir. Buna karşın 2011 yılı %4,49 %GSYH olarak en fazla dış ticaret fazlası verilen yıl olduğu görülmektedir. Burada yer alan yüzdesel değişimler Şekil 24’te yer alan ABD doları verileriyle benzer artış ve azalışlar göstermektedir.

Şekil 25’te 2011 yılından sonra göstergelerde artış yaşanmış ve en büyük artışlar 2011 yılından sonra gerçekleşmiştir. Türkiye en büyük %GSYH olarak dış ticaret açığını 2011 yılında vermiş ve ilerleyen yıllarda da açık söz konusu olmuştur. İhracatın ithalatı geçtiği yıllarda dış ticaret fazlası verilmiştir. 1990 yılından sonra gerçekleştirilen ihracat teşvik politikaları ile birlikte ihracat oranında artışlar

³⁰ 2021 yılı verileri TÜİK adresinden alınmıştır.

yaşanmıştır. 1990 yılından 2010 yılına kadar ihracat oranında en yüksek artış %27,2 ile 2001 yılında gerçekleşmiştir. 2011 yılından sonra ihracat oranında en yüksek artışın %32,6 ile 2019 yılında yaşandığı görülmektedir. Aynı yıl en düşük artış 2011 yılında gerçekleşmiştir. 2011 yılından sonra dijitalleşmenin hız kazanmasıyla oranlar daha fazla artmıştır. Dijitalleşme, teknolojik gelişme ve globalleşmenin etkisiyle birlikte dış ticaretin GSYH içindeki payı artmaktadır. 1990 yılında %13,4 olan ihracat oranı 2020 yılında %28,7'ye yükselmiştir. Yine aynı yıllarda bir diğer gösterge olan ithalat oranı 1990 yılında %17,6 iken, 2020 yılında %32,5 olarak açıklanmıştır. 2019 ve 2020 yılında ihracat oranı karşılaştırıldığında %3,93 puanlık gerileme söz konusudur. Buna karşın aynı yıllarda ithalatta %2,46 puanlık bir artış olduğu görülmektedir. Bu durumda ithalat oranına göre ihracat oranı %1,47 daha fazla artmıştır. TÜİK verilerine göre 2021 yılında ithalat %23,6 oranında, ihracat 32,8 oranında gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre ithalat oranını 8,9 düşmüştür.

3.3.İşgücü Üzerine Yansımalar

Schumpeter'e göre ekonomik büyümeyi etkileyen etkenlerden ilki, üretim faktörlerinin miktarında ortaya çıkan değişim, ikincisi, inovasyondur. Yeniliklerin kümelenmesiyle birlikte, otonom yatırım hacmi büyük oranda artmaktadır. Üretim faktörlerinden çeşitli biçimlerde kullanılmasını kapsayan ve kredilerle finanse edilen yatırımların, ekonominin iktisadi yapısını değiştirerek yaratıcı yıkım ile büyümesine neden olmaktadır (Ünsal, 2007, s. 75). Ekonomik gelişmenin ana aktörü dört başlıkta incelenmektedir. Bunlar; doğal kaynaklar, teknolojik gelişme, sermaye birikimi, işgücü arzında sayının ve vasfın yükselmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Deane, 1988, s. 125).

Emek gücü piyasasında işlerin tanımının ve kapsamının farklılaşması, işlerin yeniden yapılması ve ardından YZ ile makine öğrenimi arasındaki ilişkinin giderek artması, teknolojik dönüşüm dalgasının yıkıcı etkisinin olması gibi nedenlerle işgücü piyasasının bu dönüşüme adapte edilmekte zorlanacağı düşünülmektedir (Gruen, 2017). Dijitalleşmenin iş gücüne etkisinin istihdamın niteliksiz emek gücü ve mavi yaka oluşumundan, ileri teknoloji kullanma yeteneğine sahip nitelikli emek gücüne geçmesi şeklinde olması beklenmektedir. Dolayısıyla ilerleyen dönemde artacak olan vasıflı emek gücü talebinin karşılanması için eğitim sistemi değiştirilmelidir. Bunun

için yapılması gereken en önemli faktör ilköğretim ve ortaöğretimde ‘kod yazıcılığı’ dersinin eğitim müfredatına uygulanması gerekmektedir (Genç, 2018, s. 241). Endüstri 4.0 sürecinde işsizliğin nedenlerinden birisi de meslek liselerinden mezun olan bireylerin nitelikli işleri yapabilecek durumda olmamasından kaynaklanmaktadır. Meslek liselerine verilen önemin artırılması ve uygulamalı eğitimlerin yoğunlaştırılması gerekmektedir. Bunun neticesinde nitelikli emek gücü ihtiyacı sağlanacak, yeni iş kolları için iş bilen ve işi hızlı öğrenen çalışanların yetişmesine imkan sağlanacaktır.

Hız, derinlik ve genişlik gibi itici kuvvetler yeni teknolojileri ve çalışma stilini tamamıyla değiştirmektedir. Dolayısıyla otomasyondaki belirsizliğin iş gücünü nasıl etkileyeceği ve nasıl ilerleyeceği bilinmemektedir. Teknolojinin istihdama yansımaları olumlu ve olumsuz olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Bu yansılardan ilki, teknolojik gelişmeler ile sermayenin işgücü yerine kullanılması ve çalışanların işsiz kalmasıyla birlikte yıkıcı bir etkiye neden olmaktadır. Örneğin, dünya devi olan elektronik imalat firması Foxconn 60.000 çalışanı işten çıkarmıştır. İkincisi, ürünler ve hizmetlere olan istekler arttıkça yeni mesleklerin, iş ve sektörlerin ortaya çıkmasıyla birlikte bu alanlarda çalışan istihdamı artışı gerçekleşmektedir (Schwab, 2017, ss. 44-45). Bu durumda birinci etki olumsuz bir durumdan söz ederken, ikinci etki olumlu bir durumdan bahsetmektedir. Buna ek olarak diğer endüstri devrimlerinde yaşandığı gibi, Endüstri 4.0’da işgücünde olması gereken durum, yeni teknolojilere ve üretim sistemi ihtiyaçlarına uyum sağlayabilmektir. Emek gücü, belirli bir şekilde kendini daha kaliteli hale getirerek yeni üretim sistemine uyumlu özellikleri bünyesinde taşıdığı sürece her endüstriyel dönüşüm sürecinde yeni özelliklerle çalışmaya odaklanması beklenmektedir (Türkcan ve Akseki, 2019, s. 75).

Endüstri 4.0 işgücü piyasası dönüşümü içindeki yansımalar değerlendirildiğinde ortaya çıkan değişimler, üretim sektöründeki mesleklere göre hizmet sektöründeki mesleklere olan talebin artmasına neden olmuştur. Düşük nitelikli çalışanlarda ve reel ücretlerde büyük düşüş yaşanmıştır. Sanayilerin iş yapma alanlarının değişerek, meslek ortamlarında yapısal dönüşüm gerçekleşmektedir. Gelir adaletsizliği, genç işsizlikte artış, talepteki kaymaların

meydana gelmesi, ücrette ve işte kutuplaşma gibi konular ön plana çıkmaktadır (Aykırı ve Bulut, 2020, s. 90).

Ülkemiz rekabet gücü ölçümü, emek gücü maliyeti ve coğrafi konum özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Yeni devrim ile rekabet gücü ve göstergelerinde değişimler olmuştur. Endüstri 4.0 gelişiminin entegrasyonu için büyüme, yatırım, istihdam gibi göstergelerde %4 ve %7 oranında verimlilik artışı sağlayacağı tahmin edilmektedir (Genç, 2018, s. 241). Hane halkı işgücü verileri göz önünde bulundurularak Türkiye’de bulunan işlerin yüzde 60’ının bilgisayar aracılığıyla gerçekleştirileceği belirtilmiştir. Makineler insanlar gibi düşünemedikleri için, bilişsel yeteneklerin ön planda seyrettiği mesleklerde işsizlik riskinin azaldığını söylemek olanaklı görülmektedir (Türkcan ve Akseki, 2019, ss. 274-275).

Son endüstri devrimi imalatatta, yeni mesleki yetenekler talep ederek şirketlerde insan kaynakları aracılığıyla gerçekleştirilen işleri dijitalleştirmektedir. İşgücü piyasasında gerçekleşen dönüşümde manuel işlerin azalması, esnek ve fiziksel işlerin ortaya çıkması beklenmektedir (Kagermann vd., 2013’ten akt. Aykırı ve Bulut, 2020, ss. 87-89). Endüstri 4.0 süreci yeni uzmanlık alanı meydana getirmiştir. Yeni makine ve teknolojiyi kullanabilen işçilerin istihdamını sağlamaktadır. Güç gerektiren işlerin başına geçmesi planlanan robotlar, işgücünü değiştirmeyi planlamaktadır. Örneğin, San Francisco’da bir kafede baristaların robot olması, kahvenin yapılması ve dağıtılmasında yine robotların kullanılması hem maliyetleri düşürmekte hem de işlerin daha seri ilerlemesini sağlamaktadır (Öztuna, 2017, ss. 96-97).

Gelişmekte olan ülkelerin işgücü yapısının nitelik düzeyinin yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Bilgi toplumlarındaki işler yüksek nitelik gerektirmektedir. Yüksek teknoloji ürün ekipmanlarını, yüksek düzeyde bilgiye sahip vasıflı personeller bulundurmalarıdır. Bu nedenle gelişmekte olan ekonomilerde enformasyon toplumunun uyum sağlamada oluşturacağı sorunlar kalkınmakta olan ülkeler için daha zorlu olmaktadır (Bozkurt, 2006, s. 297). Buna ilişkin olarak Tablo 24’te geleceğin fabrikalarına ilişkin emek gücü nitelik ve yetenekler hem teknik hem de kişisel olarak aranan ya da olması gereken durumlar yer almaktadır.

Tablo 24: Geleceğin Fabrikalarında İşgücünün Nitelik ve Yetenekleri

	ZORUNLU	GEREKLİ	İHTİMAL
TEKNİK NİTELİK VE BECERİ	BT bilgi ve yetenekleri	Enformasyon yönetimi	Bilgisayar programlama ve kod yazma
	Veri ve bilgi işleme analizi	Teknoloji ve örgütlenme konusunda disiplinler içinde genel bilgi	Teknoloji ile ilgili uzmanlık bilgisi
	İstatistiki Enformasyon	İmalat faaliyeti ve süreçleriyle ilgili uzmanlık düzeyi	Ergonomiyle ilgili farkındalık
	Kurumsal işleyiş ve süreçlerle ilgili kavrayış	BT güvenliği ve verilerin korunması için farkındalık	Hukuki işlemlere yönelik enformasyon ve kavrama
	Modern arayüzleri etkileme kabiliyeti (birey-makine/birey-robot)		
KİŞİSEL NİTELİK VE BECERİ	Öz yönetimi ve zaman yönetimi	Yeni teknolojilere güvenme	
	Değişimlere ayak uydurma yeteneği	Sürekli gelişme ve yaşam boyu öğrenmeye eğilimli olmak	
	Ekip çalışması yeteneği		
	Toplumsal yetenek		

Kaynak: BSTB, 2018b, s. 32

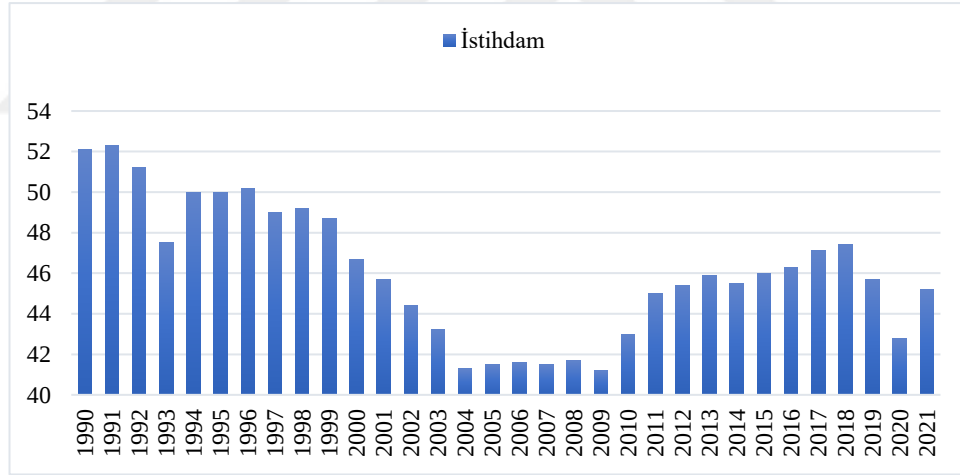
Tablo 24'te geleceğin fabrikalarında olması gereken işgücüne yönelik teknik ve kişisel olarak nitelik ile beceriye yer verilmiştir. Bu nitelik ve becerilerde gerekli, zorunlu ve ihtimali durumlara ilişkin kategoriler bulunmaktadır.

2019 yılında başlayan Covid-19 pandemisi ile firmalar dijital imkanları zorunlu olarak kullanırken, mal ve hizmet imalatı ve bunların tedariki ve teslimi gibi süreçleri daha iyi değerlendirmiştir. Günümüzde işgücü piyasasında geçerli olan eğilim daha az emek daha çok imalat şeklindedir. İmalat ve öğretimde gerekli uyumun sağlanamaması, emek gücü arz-talebi arasında sayı ve kalite bakımından uyumsuzluk olması bu alanda ortaya çıkabilecek önemli sorunlardan birisidir (EBSO, 2020, s. 83). Endüstri 4.0 ile dönüşen Türkiye endüstrisinde, siber fiziksel sistemlerden yararlanılmasıyla birlikte alt ve orta basamaktaki emek gücü yerini akıllı robotlara bırakmaktadır. İstihdamın 400 ile 500 bin kişi düşeceği tahmin edilmektedir. Bu devrim ile birlikte istihdamda vasıflı emek gücü ihtiyacının 100 bin kişi olması ve artması beklenmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016, s. 46).

Yeni teknolojilerden olan YZ bireyler için yeni işler oluşturmayı sağlayabilmektedir. YZ ile yarış içinde olmak yerine, destekleyici uygulamaların yapılması gerekmektedir. Bakım, onarım, uzaktan kontrol, siber güvenlik ve veri analizi gibi yeni iş olanakları ortaya çıkmıştır. ABD hava kuvvetleri 2015 yılında insansız uçağın havalandırması için insana ihtiyaç duymuştur. Dolayısıyla 2050 yılında birçok işin yaygınlaşmasıyla birlikte YZ'yi engel olarak görmeden, insanlarla işbirliği içinde çalışmaya odaklanmak gerekmektedir (Harari, 2018, s. 43). Emek gücü sürecine yönelik olumsuzluklar yaşansa dahi uzun vadede kazançlar sağlaması beklenmektedir. Yükselen işsizliği önlemek için kamu politikaları geliştirilmeli ve buna yönelik tedbirler alınmalıdır (Genç, 2017, s. 25).

Şekil 26'da işgücü bölümünde oluşturulan grafikte Dünya Bankasının ulusal tahmin verileri baz alınmıştır. Aşağıdaki şekilde 1990 yılından 2021 yılına kadar işsizlik oranlarına ilişkin değerler yer almaktadır.

Şekil 26:Türkiye’de İstihdam (1990-2021)



Kaynak: Dünya Bankası, 2021f ve TÜİK, 2022e³¹ verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 26'da görüldüğü gibi 1990'da istihdam oranı %52,1 iken, 2021 yılında bu oran %45,2 olarak açıklanmıştır. Bu veriler neticesinde istihdam oranı 1990'dan 2021 yılına kadar %6,9 azalmıştır. 1990'lı yıllardaki istihdam oranı 2000'li yıllara göre daha yüksek seyretmiştir. Yıllara göre en düşük istihdam yaklaşık %41 düzeylerinde 2004 ve 2009 yılları arasında gerçekleşmiştir. Endüstri 4.0'ın ortaya

³¹ 2021 yılı verileri TÜİK adresinden alınmıştır.

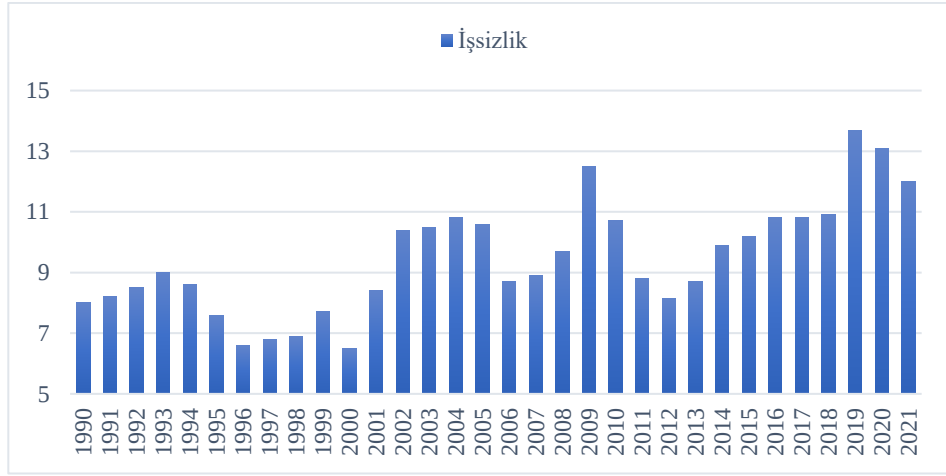
çıkıldığı yıl olan 2011 yılından sonra istihdam oranında en yüksek artış 2018 yılında %47,4 olarak açıklanmıştır. 2018 yılında bir önceki yıla göre %0,3'lük bir artış yaşanmıştır. 2011 yılından sonra toparlanmalar yaşanmış istihdam %45 ve üzeri gerçekleşmiştir.

Şekil 26'da 2020 yılında istihdam bir önceki yıla göre %2,9 gerileme ile %42,8 olarak açıklanmıştır. TÜİK verilerine göre 2021 yılında istihdam %45,2 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca istihdam oranında bir önceki yıla göre %2,4 artış yaşanmıştır. 2019 yılında dünya istihdam oranı %57,3 iken, Türkiye'de istihdam %45,7 oranında gerçekleşmiştir. 2019 yılından sonra yaşanan düşüşün nedeni pandemiden kaynaklı olarak istihdam edilen kişi sayısının azalmasıdır. Birçok firmanın kısıtlamalar neticesinde çalışmalarına ara vermiş olması ve bazı işverenler işyerini Covid-19 pandemisi kaynaklı ekonomik problemlerden dolayı kapatmak durumunda kalmıştır.

Şekil 26'da Endüstri 4.0 ile makine ve yazılım algoritmalarını kullanacak yetiştirilmiş personel ihtiyacının artacağı görülmektedir. Otomasyona yönelik işlerin önem kazanması ile istihdam artacaktır. Teknolojik dönüşümle birlikte birçok işkolunda çalışan kişilerin işsiz kalmasının yanı sıra olumlu olarak yeni iş kolları sayesinde istihdam avantajları ortaya çıkmıştır. Türkiye'de yüksek teknoloji kullanan firmalarda bu teknolojileri kullanacak personel istihdamı gerçekleşmektedir. Yüksek teknoloji ürünlerin payının %3'ten %10'un üstüne yükseltilmesiyle birçok insana iş imkanı sağlanabilir. İlerleyen yıllarda otomasyon personellerine daha fazla ihtiyaç duyulacaktır.

Aşağıdaki şekilde 1990'dan 2021 yılına kadar işsizlik oranlarındaki değişim değerleri yer almaktadır.

Şekil 27: Türkiye’de İşsizlik (1990-2021)



Kaynak: Dünya Bankası, 2021g ve TÜİK, 2022e³² verileri kullanılarak excel programında şekiller oluşturulmuştur.

Şekil 27’de görüldüğü gibi 1990’da işsizlik oranı %8 iken, 2021 yılında bu oran %12 olarak açıklanmıştır. İşsizlik oranı 1990 yılından 2021 yılına kadar %4 artmıştır. Yıllara göre bakıldığında 1990’lı yıllarda yaşanan işsizliğin 2000’li yıllara göre düşük olduğu görülmektedir. 2011 yılından sonra işsizlik oranında en yüksek işsizlik 2019 yılında, en düşük işsizlik ise 2012 yılında yaşanmıştır. 2019 yılında yaşanan işsizlik bir önceki yıla göre %2,8’lik bir artış göstermiştir. 2013 yılından sonra işsizlik artış trendi içine girmiştir. 2020 yılında işsizlik bir önceki yıla göre %0,6 düşerek %13,1 olarak açıklanmıştır. 2019 yılında Türkiye’de işsizlik %13,7 oranında gerçekleşirken, dünya işsizlik oranı %5,7 olarak açıklanmıştır. TÜİK verilerine göre açıklanan 2021 yılı işsizlik oranı, 2020 yılına göre %1,1 gerilemiştir.

Şekil 27’de 2019 ve 2020 yılında artan işsizlik oranı istihdam oranını etkilemiş aynı yıllarda istihdamda gerileme yaşanmıştır. 2019 yılında Covid-19 pandemisinden kaynaklanan işsizlik oranındaki artışın nedenlerinden bazıları şunlardır; pandemi nedeniyle yaşanan ekonomik daralmalarda devlet tarafından işyerlerine gerekli destek sağlanamamış ve ekonomik sorunlardan dolayı işyerlerini kapatmak zorunda kalan işveren, çalışanlarını işten çıkarmak zorunda kalmıştır. Bir diğer neden, kısıtlamalardan dolayı iş yerlerinde çalışan personele ihtiyaç olmadığı için iş bulamayanlardan oluşmaktadır. Üçüncü neden, korona virüsten dolayı insanlar

³² 2021 yılı verileri TÜİK adresinden alınmıştır.

tedirgin olduğu için işe gitmek istemeyen kişilerin oluşturduğu işsizliktir. Dördüncü neden ise, pandemiye fırsata çevirerek üç gün işe gelmediği gerekçesiyle işten çıkarılan çalışanların oluşturduğu işsiz kesimdir.

Şekil 27’de Endüstri 4.0, Türkiye için birçok avantaj sağlamasıyla birlikte birçok dezavantajı da beraberinde getirmektedir. İşgücünün yerini YZ’ye bırakması ile işsizlik artışı daha fazla yaşanacaktır. Mavi ve beyaz yakalı çalışanların istihdamı azalacaktır. Yeni teknolojilerin hız kazanmasıyla birlikte hem nitelikli hem de niteliksiz personel etkilenecektir. İşsizliğin nedenlerinden bir diğeri, Türkiye’nin orta gelir tuzağında olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye’nin orta gelir tuzağından kurtulması için yüksek teknolojiye ayrılan payı artırması gerekmektedir. Bunun yanında ürün ve hizmete olan talebin artması ile yeni mesleklerin ve sektörlerin oluşması ile istihdam da artacaktır.

3.4.İşletmeler Üzerine Yansımalar

Endüstri 4.0’ın işletmeler üzerine yansımaları satışlar, maliyetler ve rekabetten oluşmaktadır. Endüstri 4.0 firmaların satış gelirlerinin artmasını sağlamaktadır. Ayrıca akıllı ürünlerin üretimi ile birlikte tüketicilerin bu ürünlere olan talebinin artması ve bu ürünleri üreten firmaların satış gelirlerinin de artması beklenmektedir. Akıllı üretim ile birlikte ham madde kullanımı azalırken, firma maliyetleri de azalmaktadır. Çevreye dost teknolojilerin yaygınlaşması ile enerji tasarrufunda artış yaşanacağı tahmin edilmektedir (Atik ve Ünlü, 2019, s. 153).

İşletmeler üzerine tahmin edilen etkiler göz önünde bulundurulduğunda, nitelik ve stok bulundurma maliyetlerinin düşmesi, pazara sürüm ve makinelerin zorunlu olarak çalışmadığı sürede kısalma ve teknik personel verimliliğindeki yükseliş gibi olumlu gelişmelere etki etmektedir (TÜBİTAK, 2016, s. 1). İşletmeler, yenilik faaliyetlerini gerçekleştirdiğinde rekabet avantajı yakalamaktadır. İnovasyon kavramına yeni teknolojiler ve yeni gelişmeler ekleyerek yollarına genişleyerek devam etmektedir. Rekabet etmek için yeni yollar aramakta ya da eski yöntemleri geliştirerek yollarına devam etmektedir (Porter, 1990, s. 75).

Endüstrileşme sosyal ve ekonomik olarak sektörleri ve firmaları etkilemektedir. Firmalarda gelişim ve büyüme süreci yavaş, hızlı ve daha da yavaş şekilde gerçekleşmektedir. Endüstriler kurulurken hammaddenin yakın olduğu yerler seçilmektedir. Yığılma ekonomileri ile piyasalar ve girdiler en etkili alanlar olmaktadır. Yatırım malları endüstrisi tüketim mallarına göre daha fazla gelişmektedir (Erkan, 1998, s. 60).

Endüstrileşme sürecinin üretim üzerinde olumlu gelişmeleri bulunmaktadır. Bunlar; tedarik zincirinde veri şeffaflığı neticesinde yanlış teslimat ve bekleme süresini azaltması, imalatta yararlanılan ekipmanların sensör ve aktüatörlerin iyileştirilmesi, talep ve süreç izlenebilirliği neticesinde işler ve süreçlerin çizelge işlemlerinin kolaylaşması, sürekli simülasyon ve akıllı enerji ile birlikte enerji tüketimiyle ilgili öngöründe bulunulması, ürün tasarımı ürünlerin tekrar kullanılması ve yeniden imal edilmesi için kapalı yaşam döngüsünün oluşturulması, atık azalımı ve kaynak azalımı, lojistik konuda, ihtiyaç olmayan malzeme akışları ve taşımaların azaltılması, sera gazı salınımının azaltılmasıdır (Özenir ve Nakıboğlu, 2019, s. 2265).

Müşteriler ve büyük şirketler teknolojiyi kullanarak dijitalleşme ile sektörün dışına çıkmaktadır. Örneğin, telekomünikasyon yavaş yavaş otomotiv ve sağlık sektörüne kaymıştır. Endüstri 4.0'ın şirketlere yansımaları, farklı teknolojilerin yeni şekillerle birleştirilmesi neticesinde, karmaşık inovasyon sistemine geçiş yapmaktadır. Şirket yöneticileri işlerin hem arz hem de talep kısmını etkilediği ekipleri iş yapmanın yeni biçimini aramaya ve yenilik yapmaya itmektedir (Schwab, 2017, s. 61).

Üretim yapan şirketlerin birçoğunun piyasada yer alarak organizasyon ve işgücü kapasitelerini güncellemeleri gerekmektedir. Üretimi, akıllı arayüzler ve mobil cihazlar etkilemekte, üretimle ilgili yeni kuralları oluşturmaktadır. Birçok yatırımcı Endüstri 4.0'ın getirilerini bilmekte ancak yatırımların geri dönüşümünün ne olacağını bilmemektedir. Büyük yatırımlarda bulunan yatırımcıların icra planının olmamasından dolayı temkinli davranmalarına neden olmaktadır (KPMG, 2015). Yeni teknolojilerle işletmelerin dönüşmesi için şunlar gerekmektedir (Banger, 2018, s. 187):

- İşletmelerin rekabetini ve pazarda kalıcılığını sağlayabilmesi için inovasyon kabiliyetini artırması ve Ar-Ge'ye pay ayırması gerekmektedir.
- İşletmede değer yaratma, süreç geliştirme ve farklı iş uygulamaları ilk olarak alıcı ve iletişim ile bağlantılı olarak gerçekleşmektedir.
- İnovasyon ve ürün geliştirme, üretim süreci olarak BİT'ten faydalanmaktır.

Teknolojik ilerlemeler neticesinde birçok firma maliyetleri düşük diğer firmalarla rakip hale gelmiştir. Firmalar aracılığıyla geliştirilen planlar ve ürünler pazardaki konumlarını yitirmiştir. Ekosistemin yaygınlaşması ile rekabet artışı ve firmaların pazardaki konumları olumsuz etkilenmiştir. Dijitalleşme, bilgi iletişim teknolojilerinde sanal pazarların sayısının artmasına ve YZ'nin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Ayrıca ekonomik faaliyet içinde bulunan firmaların elinde bulundurduğu rekabet ve pazar avantajını kısa sürede kaybetme olasılığı bulunmaktadır (Aykırı ve Bulut, 2020, s. 127). Endüstri 4.0 sürecinde yaşanan gelişmelerden birisi de teknolojik ilerlemenin gerisinde kalan firmaların yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasıdır. Diğer taraftan üretim sürecinde dijitalleşmek ve kendini yönetebilmek, ürünlerde bilgi taşımak ve bu bilgileri sunabilmek, nesnelerin interneti ile tüm firmalarda ve iş dünyasında öncü olmak, üretim performansını artırmak, sektördeki verileri dijital programlarla analiz etmek, kaynakları artırmak ve maliyetleri düşürmek gibi gelişmeler sektörlerin Endüstri 4.0'a hazır olduklarını göstermektedir (EBSO, 2015, s. 42).

TÜSİAD ve BCG aracılığıyla yayınlanan "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0" raporunda dijital dönüşüm ile ilgili şirketlerden %77'si bilgi sahibi olduklarını söylerken 2017'de gerçekleştirilen araştırmada bu oran %99'a yükselmiştir. Araştırmalar şirketlerin %95'inin endüstrilerde dijital dönüşüme ilgi duyduklarını gösterirken, şirketlerin farkındalık oranı yüksek ve yalnızca %61'i bu dönüşüme uyum sağlayabileceğini belirtmiştir. Araştırma sonucuna göre, şirketlerin gelecek değişimleri tahmin ettiklerini göstermektedir. Şirketler dijital dönüşümde etkin olan teknolojileri ilerleyen zamanlarda kullanacaklarını ve bu dönüşümle şirketlerinin rekabetçi konumunu artıracaklarını öngörmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2018, s. 26).

4. TÜRKİYE İÇİN ENDÜSTRİ 4.0 VE ÖNERİLER

Türkiye'nin Endüstri 4.0'a uyum sağlaması ve bu süreçte başarılı olması Endüstri 4.0'a ilişkin teknolojik altyapı uyum aşamasını tamamlayarak ve Türkiye'deki sanayi yapısının dijitalleşmesi ile sağlanabilecek bir durumdur. Endüstri ve firmaların dijitalleşmesi, Endüstri 4.0'a adapte edilebilmek için ön koşul niteliği taşımaktadır. Büyüme hedeflerini dijitalleşme ile harmanlayamayan firmaların Endüstri 4.0'a adapte edilmeleri olanaklı olmamaktadır (Yılmaz, 2017). Türkiye'nin dijital devrimle gelişmekte olan bir ülke olarak Endüstri 4.0'ı bir fırsat olarak değerlendirmesi, orta gelir tuzağından kurtularak yüksek katma değerli ürün ve hizmetler üreterek üst gelir grubundaki ülkeler arasına girmesi gerekmektedir. Dolayısıyla ilk olarak eğitimde köklü değişimler yapması gerekmektedir. Bu duruma ilişkin yapılan hesaplamalar neticesinde dijital dönüşüm ile verimlilikte %4 veya %7 artış beklenirken, rekabet avantajı ile sanayi üretiminde %3 artışın olması beklenmektedir. GSYH'ye etkisi ile yılda 150-200 milyar TL gelir elde edeceği tahmin edilmektedir (Yıldız, 2017, s. 3).

Endüstride Yüksek Teknolojiye Geçiş Planı ile amaçlanan, 10 yıl içinde mevcut sektörlerde 87 milyar dolar, toplamda 300 milyar dolar endüstri katma değerine erişmek, yüksek teknoloji ürünlerin payının %3'ten %15'e yükseltmek, 8,1 milyon bireye çalışma imkanı vermektir. Dijitalleşmenin maliyetli olmasından dolayı KOBİ'lerin teknik yardım almadan oluşturması mümkün olmamaktadır. Hükümetin süreç içerisinde yerine getirmeyi vaat ettiği kamuda yerli malına ilişkin destek, Ar-Ge ve tasarımın desteklenmesi, sanayi bölgesi destek ve özendirilmelerin artması ile ülkemizin dijitalleşme adımını hızlandıracığı tahmin edilmektedir (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018, s. 1542). Dijital Türkiye yol haritası altı bileşen altında toplanmıştır. Bu birleşenler şu şekilde sıralanmıştır (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018, ss. 1543-1544):

- *İnsan: Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücü:* Ülkemizde endüstri devrimi için yeterli donanıma sahip insan kaynağı bulunmamaktadır. Bu nedenle istenen emek gücünün yetiştirilmesi ve çalışan yetkinliği ile bu dönüşüme uyum sağlayabilmek için eğitim büyük önem taşımaktadır.

- *Teknoloji: Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi:* Dijitalleşmeyle birlikte Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve dijital teknoloji uygulamalarının iyileştirilmesi olarak belirlenmektedir. Bu faktörlerde ön plana çıkan durum teknoloji ortamının yatay ve dikey olarak geniş olması hususudur.
- *Altyapı: Veri İletişim Altyapısının Geliştirilmesi:* Avrupa ülkelerinde endüstride dijitalleşmeye ilişkin veri güvenliği büyük bir öneme sahip olmakta ve Türkiye’de en çok KOBİ’lerin bu konuda farkındalık düzeyinin düşük olduğu bilinmektedir. Dijitalleşme için gerekli olan altyapı bileşeni veri iletişim ölçülerinin oluşturulması gerekmektedir.
- *Tedarikçiler: Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi:* Ülkemizde dijital dönüşüm sürecinin iyi bir şekilde işlemesi için dijital teknoloji üreten işletmelerin desteklenmesi, sayılarının yükseltilmesi ve kaliteli bir hale gelmesine olanak sağlamak gerekmektedir.
- *Kullanıcılar: Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi:* İmalat sanayinde dijital dönüşümün yapılabilmesi için sanayicilere destek sağlanması beklenmektedir. Sağlanacak destek finansal ve teknik danışmanlık olarak dijital dönüşüm yatırımlarının teşvikini sağlamalıdır.
- *Yönetişim: Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi:* Ülkemizde imalat sanayisinin dijital dönüşümü için oryantasyon ve paydaşlar içinde koordinasyon gerektiren etkin bir yapının oluşturulması amaçlanmaktadır.

Ülkemiz yarı endüstrileşmiş konumdan çıkabilmek ve Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlayabilmek için bu alandaki kamu harcamalarını artırmalıdır. Ancak bu durum Türkiye’nin enflasyonist açığını kapatacak olan mevcut ekonomi politikasıyla uyuşmamaktadır. Bu durumda artan kamu enflasyonist açığının daha fazla artacağı öngörülmektedir. Son endüstri devrimiyle birlikte işgücünde beyaz yakalı ve mavi yakalı olmak üzere iki grup da azalmalar yaşanacaktır (Aydemir, 2018, s. 260). Türkiye’nin üretimde rekabetçi konumunu koruyabilmek için karşılaştığı birçok problem bulunmaktadır. Bunlardan birisi, dış alımlarda daha bağımsız duruma gelerek daha kapsamlı emek gücü oluşturulamazsa, düşük katma değerli ürünlerin imalatını gerçekleştirip kısır bir döngü oluşturacak bir duruma gelmesi muhtemeldir

(Yılmaz, 2016). Bunun yanı sıra ara mal ve mamul ihracatını düşürerek yerli üretime, kalkınma stratejilerinde katma değer sağlayacak sektörlerle de yoğunlaşması gerekmektedir. İnovasyon ve Ar-Ge yatırımlarına özel sektör ile hükümetin daha çok destek vermesi ve pay ayırması gerekmektedir (Gürsu, 2018, s. 46). Türkiye'nin yol haritası kapsamında, Endüstri 4.0 ile birlikte YZ, robotik, akıllı üretim teknolojisi, eklemeli üretim, nesnelerin interneti, büyük veri ve analitiği, bulut bilişim sistemi gibi yazılım odaklı yeni teknolojilerdeki gelişmelere önem verilmelidir. Bu duruma uyum sağlayabilen ekonomilerin global rekabet gücünü ele alacağı söylenmektedir. Ülkemiz Ar-Ge faaliyetleri, uluslararası işbirliği yaklaşımları ve milli yetkinlik gibi konularda bilgi sağlamaktadır (BSTB, 2018a).

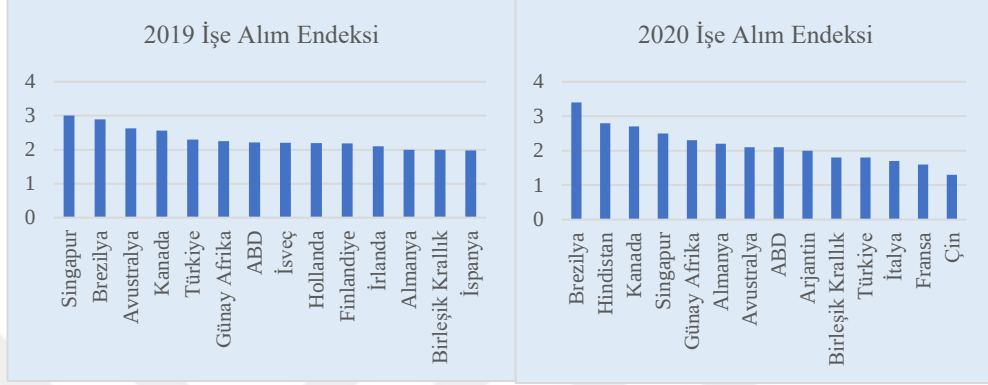
Dijital teknolojilerin imalat sürecine uyumu dünyada başarının kaynağıdır. Endüstri 4.0'ı uygulamaya koymak için yeterli teknolojik altyapının oluşturulması ve yeterli donanımı bulunan uzmanlar yetiştirilerek sürece uyum sağlaması gerekmektedir. Bu konuda geç kalınması halinde, bu durum Türkiye'nin uluslararası rekabet gücünde olumsuz etkilere neden olacaktır. Mevcut durumda global rekabet avantajını kaybetmemek ve koruyabilmek için Endüstri 4.0'ın gerektirdiği durumları yerine getirmek gerekmektedir. Ülkemizin ilk olarak durum tespiti yapması ve planlı bir yol izlemesi beklenmektedir.

Türkiye'nin dünya ülkeleri seviyesine ulaşması ve rekabette diğer ülkeleri geçebilmesi için teknolojik 10 üstün amaç bulunmaktadır. Bunlar; bulut, güvenlik ve mahremiyet, büyük veri analitiği, siber güvenliğe ilişkin çözümler, modelleme ve simülasyona ilişkin çözümler, endüstriyel nesnelerin interneti, m2x³³ yazılım ve donanımlar, yenilikçi sensörler, robot, otomasyon, ekipman, yazılım ve yönetim sistemleri, katmanlı üretim, malzeme, ekipman, yazılımlar ve akıllı fabrika sistemleri'dir (TÜBİTAK, 2016, s. 6). Türkiye'de ulusal yapay zeka merkezi kurulmuş ve yeni teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum, Türkiye'nin diğer ülkelerin gerisinde kalmak istemediğini göstermektedir. Bu doğrultuda ülkemizde gerçekleştirilen teknolojik gelişmeler YZ işe alım oranları, bulut teknolojisi kullanan sektörler, BİT sektörü, robot kurulumu, savunma ve havacılık sanayisi tarafından gerçekleştirilen İHA, SİHA yapımı ve ihracatı, elektrikli

³³ M2X: Makine- makine, makine- insan, makine- altyapı yazılım ve donanımlardır.

otomobilleri kullanmaya hazırlanmak gibi gelişmelerle yaygınlık kazanmıştır. Aşağıdaki şekilde bazı ülkelerin ve Türkiye'nin YZ işe alım oranlarına yer verilmektedir.

Şekil 28: Ülkelere Göre Yapay Zeka İşe Alım Endeksi



Kaynak: BSTB ve CBDDO, 2021, s. 21 ve HAI, 2021³⁴, s. 85

YZ becerisine sahip ülkelerin 2015-2016 yılında işe alım yüzdeleri 2019 yılı ile karşılaştırılmaktadır. Birinci sırada bulunan 2019 yılında Singapur'un YZ işe alım oranı, 2015 ve 2016 yıllarında işe alım ortalamasından üç kat daha fazla artmıştır. Türkiye işe alım oranında sıralı ülkeler arasında üst sıralarda yer almaktadır. Dünyada YZ doktora eğitiminden mezun olan kişilerin 2004'te yüzde 20'sinin endüstrilerde istihdamı sağlanırken, bu oran 2018 yılında yüzde 60 düzeyinin üstünde gerçekleşmiştir. YZ alanındaki gelişmeler akademik enformasyon birikiminin hızla endüstriye ve imalat sürecine aktarıldığını göstermektedir (BSTB ve CBDDO, 2021, s. 21).

Covid-19 pandemisi sürecinde 2020 yılında YZ işe alım endeksinde 14 ülke büyümeye devam etmiştir. Türkiye'de bu ülkeler arasındadır. Türkiye'nin 2020 yılında bu ülkeler arasındaki endeksinin 1.8 olduğu görülmektedir (HAI, 2021, ss. 84-85). 2019 yılında YZ girişimleri sayısı 75 iken, 2020 yılında bu sayıda artış yaşanarak 145'e yükselmiştir. Bu 145 YZ girişimi içinde en fazla 39 şirket görüntü işlemeye ve 28 şirket ise makine öğrenmeye ilgi duyduğunu açıklamıştır (TÜBİSAD ve Deloitte, 2021, s. 22).

³⁴ Henüz yayınlanmadığı için 2021 verilerine ulaşılamamıştır.

Dünyada farklı sektörlerdeki birçok kurumun, bulut bilişim teknolojisini kullandığı vurgulanmaktadır. Türkiye’de kamu, enerji, perakende, eğitim, otomotiv, lojistik, turizm ve tekstil sektöründe bu teknoloji kullanılmaktadır (KPMG ve Dijital Türkiye Platformu, 2021, s. 20). Türkiye’de BİT sektörüne ilişkin yaşanan gelişmeler şu şekildedir; 2020 yılında şirketlerle yapılan çalışmalarda özel sektörde tamamıyla uzaktan çalışan oranı %48,7 oranında, kısmi zamanlı %43,2 ve tamamıyla ya da kısmen uzaktan çalışan şirketler %95 oranındadır. Fiziksel alışverişlerde ödeme tercihindeki farklılaşma ile temassız ödeme oranı %244 olmuştur. 2020 yılında e-ticaret hacmi %66 büyürken, 226,2 milyar hacim kazanmıştır. E-ticaret siparişleri %68 artarken 2,29 milyar sipariş alınmıştır. BİT sektörü satın alma ve birleşme bakımından, ilk sırada 1,801,0 hacim (m USD) ile Turkcell İletişim Hizmetleri, ikinci sırada ise 1,800,0 ile Peak oyun yazılım ve pazarlama olmuştur (TÜBİSAD ve Deloitte, 2021, ss. 72-75). 2021 yılında BİT sektörüne yapılan yatırımlarda ön plana çıkan 5 sektör sırayla; diğer kamu hizmetleri, eğitim, ulaştırma ve haberleşme, enerji ve tarım’dır (SBB, 2021b, s. 3).

Türkiye son yıllarda savunma sanayisine daha fazla önem vermeye başlamıştır. Bayraktar Mini İHA Türkiye’de ilk mini robot hava aracı olmuştur. Ayrıca 2007’de Türk Silahlı Kuvvetleri’nin bünyesinde hizmetine girmiştir. Buna ek olarak Bayraktar Mini ilk ihraç edilen İHA’dır. Taktik SİHA Bayraktar TB2 keşif ve istihbarat için geliştirilmiştir. 2014 yılından itibaren Türk Silahlı Kuvvetleri, Jandarma ve Emniyet Genel Müdürlüğünün aktif kullanımına sunulmuştur. YZ sistemiyle iyileştirilen akıllı ve çevre koşullarını algılayan Akıncı Taarruzi İnsansız Hava Aracı (TİHA) 2019 yılında ilk test uçuşunu gerçekleştirmiştir (BAYKAR, 2022b). Türk Havacılık ve Uzay Sanayii mühendisleri tarafından tasarlanan ANKA 2010 yılında sergilenmiştir (TUSAS, 2022). Denizlerdeki hakların ve menfaatlerin etkin kullanımı ve devam ettirilmesi için teçhizi yapılan donanmanın taktik, operatif ve stratejik düzeyde gerek duyduğu enformasyona erişim için İHA’nın bulunması gerekmektedir. Türkiye’de 2018 yılında hizmete başlayan Bayraktar TB2 modeli Baykar makine tarafından 10 adet üretilmiş, ANKA modeli TAI tarafından 4 adet üretilerek sınıf-3 olarak envantere dahil edilmiştir (Gettinger, 2020’den akt. Korkmaz, 2020, s. 53). Aşağıdaki tabloda Türkiye’nin insansız hava aracı ihracatı gerçekleştirdiği ülkeler, araç modelleri ve sayıları yer almaktadır.

Tablo 25: Türkiye’nin İnsansız Hava Aracı İhracatı

YIL	ÜLKE	MODEL	ADET
2012	Katar	Bayraktar Mini	20
2017	Suudi Arabistan	Karayel	Teknoloji Transferi
2019	Libya	Bayraktar TB2	Sayı belirsiz
2019	Katar	Bayraktar TB2	6
2019	Ukrayna	Bayraktar TB2	6
2020	Azerbaycan	Bayraktar TB2	6
2020	Tunus	ANKA	3
2021	Pakistan	Bayraktar TB2	Sayı belirsiz
2021	Kırgızistan	Bayraktar TB2	Sayı belirsiz
2021	Türkmenistan	Bayraktar TB2	6
2021	Fas	Bayraktar TB2	13
2022	Polonya	Bayraktar TB2	24

Kaynak: Ateş, 2021, s. 11 ve Savunma Sanayi, 2022

Tablo 25’te Türkiye’nin 2012 yılından 2020 yılına kadar İHA ihracatı gerçekleştirdiği ülkeler bulunmaktadır. Bunlar, İHA modelleri ve İHA sayısı olarak kategorileştirilmiştir. Türkiye en yüksek İHA ihracatını Katar’a 2021 yılında gerçekleştirmiştir. 2014 yılında Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesine sunulan Bayraktar TB2 2019 yılında Libya, Katar ve Ukrayna’ya 6 adet ihraç edilmiştir. 2010 yılında gündeme gelen ANKA 2020 yılında Tunus’a ihraç edilmiştir. 2021 yılında Fas, Kırgızistan ve Türkmenistan Bayraktar TB2 siparişi vermiştir. 2022 yılında SİHA siparişi veren Polonya’ya SİHA’lar 2023 yılında teslim edilecektir. Aynı zamanda bir NATO ve AB üyesi ülke Bayraktar TB2 siparişi vermiştir.

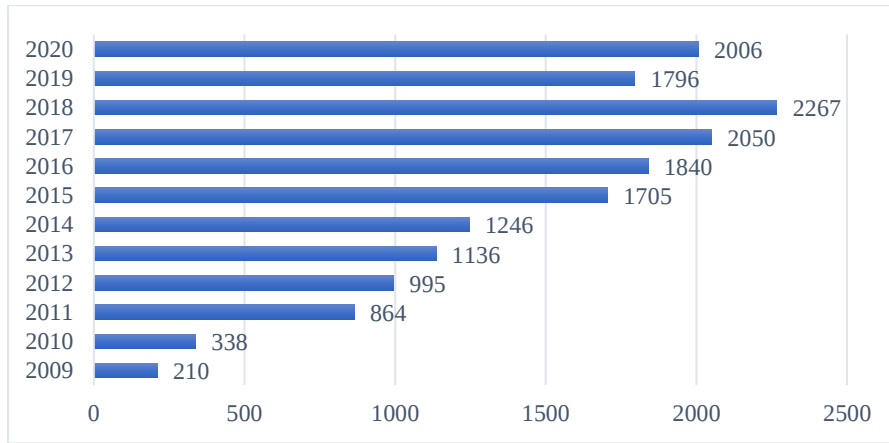
Bayraktar, “2021 yılında 10’dan fazla ülke ile ihracat (Bayraktar TB2 SİHA için) yapıldığını açıklamıştır. Önceki yıllarda %70 olan ihracat gelirinin, 2021 yılında %80’e çıktığını açıklamıştır. Şimdiye kadar Ukrayna, Katar, Türkmenistan, Polonya ve Azerbaycan gibi ülkelere ihracat yapıldığı, Arnavutluk, Fas, Letonya, Macaristan ve Etiyopya gibi ülkelerin Bayraktar TB2 ile ilgilendiğini” açıklamıştır (Savunma Sanayi, 2022). Günümüzde Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan savaşta Ukrayna’nın satın aldığı TB2’ler başarısını kanıtlamıştır. Bayraktar TB2 dünya ülkelerinin ilgisini çekmeye devam etmektedir. Ayrıca 2021 yılında savunma ve havacılık sanayisi, 3,22 milyar dolar ihracat gerçekleştirmiştir. Bayraktar’a göre,

“2006 yılından 2021 yılına kadar savunma ve havacılık sektöründe ihracat hacmi dolar cinsinden 7 kat artmıştır. Ülkemizin savunma ve havacılık ihracatı toplamı dünya savunma ihracatının %1’i oranında gerçekleşmektedir”. Buna ek olarak “İHA ve SİHA gibi yüksek katma değerli ürünler, NATO ve AB üyesi ülkelerinde arasında olduğu 169 ülkeye ihraç edilmektedir” (BAYKAR, 2022a).

İHA üretimiyle birlikte maliyetlerde olumlu gelişmeler yakalanmıştır. Örnek vermek gerekirse, geçmişte Heron İHA’ların alınması ile İsrail’e birim başına 18 milyon dolar ödeme yapılmıştır. Türkiye’nin üretimi Bayraktar TB2’nin değeri yaklaşık 4 milyon dolardır. Ayrıca savaş alanlarında İHA’ların görev alması beklenmektedir. İHA ve SİHA’ya verilen önemin artmasıyla birlikte ihracatın daha fazla artacağına düşünülmektedir. Ülkemizin İHA ihracatından daha fazla pay sağlayarak, dış ticaret açığını düşüreceği ve ekonomik büyümeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Ateş, 2021, s. 11).

Dünya’da endüstriyel robotların ve makinelerin kullanımının artması ile birlikte Türkiye’de üzerine düşen görevi yerine getirmeye çalışmaktadır. Robotlar ve makineler üretimde kullanıldığında verimlilik artışına ve maliyetlerin azalmasına yardımcı olmaktadır. Türkiye’de 2009’dan 2020’ye kadar gerçekleşen endüstriyel robot kurulumu değerleri aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

Şekil 29: Türkiye’de Endüstriyel Robot Kurulumu



Kaynak: Karatay, 2020 ve Karatay, 2022³⁵

³⁵ Henüz yayınlanmadığı için 2021 yılından sonraki verilere ulaşamamıştır.

Şekil 29’da görüldüğü gibi Türkiye’de 2020 yılında 2,006 robot çalışma hayatına katılmıştır. 2019 yılına göre robot kurulumunda artış yaşanmıştır. 2009 yılında 210 olan robot kurulumu sayısının 2020 yılında 2,006’ya yükseldiği görülmektedir. 2015 yılından sonra robot kurulumu yükseliş trendi içine girmiştir. En yüksek artış 2,267 ile 2018 yılında gerçekleşmiştir. Robot kurulumunun yıllar itibariyle artış eğiliminde olduğu görülmektedir.

Dünyada robot kurulumunun yaygınlaşmasıyla birlikte Türkiye’de robot kurulumunun gerçekleştiği pazarlar arasında yerini almıştır. 2018 yılında 1,4 milyondan daha fazla üretim gerçekleştiren ülkemiz, otomobil ve ticari araçlar için üretici konumunda yer almaktadır. Türkiye’de on bin çalışan başına 29 robot düşmektedir. TOGG ile birlikte otomotiv ve yan sanayi hareketlenmiştir (IFR 2020’den akt. Karatay, 2020). Bunun yanı sıra ülkemizde ASELSAN bünyesinde geliştirilen Ertuğrul Bomba İmha Robotu (BİR) zorlu şartlarda el yapımı patlayıcıları uzak mesafeden etkisiz hale getirebilmektedir. Ayrıca BİR yüksek hareket gücüne sahiptir (ASELSAN, 2021).

Türkiye’de otomotivin yaygınlaşmasıyla Endüstri 4.0 teknolojisinin diğer sektörlerde de kullanılmasıyla birlikte ülkemizin endüstride geri kalması beklenmemektedir. Bu durumun muhtemel olması yüksek Ar-Ge harcaması ve sektörler içinde işbirliği yapması ile mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda gerçekleştirilen teşvikler büyük önem taşımaktadır (Aykırı ve Bulut, 2020, s. 191).

Tüm dünyada yaygınlaşmaya başlayan elektrikli otomobillerin Türkiye’ye gelmesi planlanmaktadır. Elon Musk’ın otomotiv şirketi Tesla Araçların Türkiye’ye getirmesi gündeme yansımıştır. Ülkemizde kurulan “Tesla Motorları” şirketi değeri 750 bin TL’dir. Ayrıca sermayesini 50 milyon TL arttıracığını belirtmiştir. Bu şirket için yeni iş ilanları verilmektedir. İstanbul’da Operasyon Koordinatörü alınacağı duyurulmuştur (Uyan, 2022). Buna ek olarak, İstanbul’da ofis müdürü ve satış danışmanı pozisyonlarında ilan yayınlanmıştır.

Şimdiye kadar yapılan bu tez çalışması kapsamında, araştırma sonucunda Türkiye ekonomisi için elde edilen sonuçlar aşağıda tablo olarak özetlenmiştir.

TÜRKİYE'YE İLİŞKİN BULGULAR

Rekabet Kabiliyeti	Türkiye rekabet kabiliyeti olarak belirli seviyeye ulaşmış bir ülkedir. Ancak yıllar içindeki değişim ve içinde bulunduğu sıralama göz önünde bulundurulduğunda rekabet kabiliyetinde geride kaldığı görülmektedir. Türkiye rekabet kabiliyetinde sıralamasını yükseltmek için 12 birleşene daha çok önem vermelidir.
Ar-Ge Harcamaları (milyon dolar)	Ar-Ge harcamalarının yıllar itibariyle gelişimi söz konusudur. Ar-ge'ye ayrılan harcama her yıl artmaya devam etmektedir. Gelişmekte olan ekonomilerin yüksek teknoloji düzeyine ulaşabilmesi ve rekabet edebilmesi için daha fazla Ar-Ge harcaması yapması gerekmektedir.
İnovasyon Kabiliyeti	Pandeminin olumsuz etkilerinden diğer ekonomiler muzdaripken ve öncü konumlarını kaybederken, Türkiye global inovasyon endeksi orta-üst gelir grubu ekonomiler arasında 4. sıraya yükselerek tarihi bir zirve yaşamıştır. Türkiye global inovasyon endeksinde on puan yükselerek 41.sıraya yerleşmiştir.
Patent Başvuru ve Tescil Sayısı	Patent başvurularına genellikle ülke dışı yerleşikler ağırlıklı olarak başvuru yapmıştır. Ülke dışı yerleşiklerin paten tescilleri daha fazla onaylanmaktadır. Bunun sonucunda Türkiye ülke içi yerleşiklerden alamadığı verimi, ülke dışı yerleşiklerden karşılamaktadır.
Araştırmacı Sayısı	Türkiye'de yıllara göre araştırmacı sayısı genel olarak artış trendindedir. Ancak yeterli düzeyde değildir. Araştırmacı sayısına daha fazla önem verilerek rekabetçi konumunu artırması ve inovasyon kabiliyetini yükseltmesi ile rekabet ve inovasyon puanını ve sıralamasını üst sıralara taşıyacaktır. Araştırmacı sayısının artmasıyla birlikte artış trendinde olan bilimsel makalelerin sayısı daha çok artacaktır.
Büyüme ve Verimlilik	Türkiye gerekli altyapı ve yasal düzenlemeleri gerçekleştirerek Endüstri 4.0'a uyum sürecinde GSYH'yi arttırmalı ve bunu da yeni teknolojilerle gerçekleştirmelidir. Makinelerin artmasıyla ve robotların üretim sürecine dahil olmasıyla birlikte verimlilik ve yatırımlar artacak, ekonomiye katkı sağlayacaktır. GSYH'deki değer yükselecek ve büyüme gerçekleşecektir. Kişi

	başına gelirin artması için Türkiye'nin yeni teknolojilere ve yüksek teknoloji üretimine daha çok önem vermesi gerekmektedir. Bu sayede orta gelir tuzağından kurtulacaktır. 2011 yılından sonra Endüstri 4.0'a yönelik araştırmalar yapan ülkelere göre Türkiye bu araştırmalara önem vermiş olsa da sınırlı ve kıt bir harcama ayırdığı görülmektedir. Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı % olarak da sınırlı kalmaktadır. Yıllara göre Ar-Ge harcamasına ayrılan payın çok yüksek oranda olmamasından dolayı Ar-Ge'ye ayrılan pay yetersiz kalmaktadır. Sonuç olarak Ar-Ge harcamasına ayrılan pay vardır ancak yetersizdir.
<i>Dış Ticaret</i>	Türkiye en fazla orta-yüksek teknoloji ürün ihracatı gerçekleştirmektedir. Türkiye imalat sanayi yüksek teknoloji payını artırırorsa ihracat artacak ve dış ticaret açığı azalacaktır. Türkiye'de yeni teknolojiler az da olsa kullanılmaktadır. İnsansız hava araçları üretimi ve ihracatı, otomotiv, robot kurulumu, vb. gelişmeler dış ticarete gelişme ve Türkiye ekonomisinde büyüme gerçekleştirmektedir.
<i>İşgücü</i>	Türkiye'de istihdam düşük ve işsizlik oranı ise yüksektir. Yeni teknolojiler istihdamı etkilemeye başlamıştır. Türkiye'de YZ istihdamı iyi düzeyde ve robot kurulumu yapılan şirketlerde onları kullanacak personel istihdamı gerçekleşmektedir. Ayrıca elektrikli otomobillerin Türkiye'ye gelmesi planlanırken Tesla yeni iş ilanları da açmıştır.

Kaynak: Çalışma sonucunda derlenmiştir.

5. TÜRKİYE'NİN ENDÜSTRİ 4.0 SWOT ANALİZİ

SWOT analizi ilk kez, 1950'li yılların başında Harvard Business School'da George Albert Smith Jr. ve Roland Christensen vaka çalışmalarını incelemek için ortaya koyulmuştur (Benzaghta vd., 2021, s. 57). SWOT analizi, bir kurumun iç ve dış alanı ile ilgili hakkında sahip olduğu enformasyondan yararlanmak ve stratejisini buna göre formüle etmektedir (Sammuto-Bonnici ve Galea, 2015: 1). Bir başka tanıma göre SWOT analizi, organizasyonda stratejik yönetim ve stratejik planlama aracı olarak kullanılmaktadır. Rekabet stratejisi ve örgütsel stratejiyi ortaya çıkarmak için etkili bir biçimde yararlanılmaktadır (Gürel ve Tat, 2017, s. 995). Buna göre çalışma sonucunda elde edilen bulgularla Türkiye'nin Endüstri 4.0 alanında güçlü ve zayıf yönleri, fırsatları ve tehditlerini gösteren SWOT analizi tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 26: Türkiye'nin Endüstri 4.0 SWOT Analizi

GÜÇLÜ YANLARI	ZAYIF YANLARI
➤ İnovasyonu kullanan ülkeler arasına girmesi ➤ Orta yüksek teknoloji ürün ihracatı gerçekleştirmesi ➤ Yapay zeka işe alım oranları, otomotiv, robot kurulumunun vb. teknolojik gelişmelerle Türkiye'yi ihracat, istihdam ve büyüme alanlarında ileriye taşıması ➤ Uzmanlık beceri ve bilgisine sahip kişiler yetiştirmesi ➤ İHA ve SİHA teknolojilerinin yapımında yer alması ve bunun ihracatını sağlamada savunma sanayi teknolojisinde ön plana çıkan bir ülke olması ➤ Orta gelir tuzağından kurtulmak istemesi ➤ Türkiye'de fiber altyapının güçlü olması ➤ Ürün çeşitliliğini artırmak ve müşteri istekleri ve memnuniyetini geliştirmek istemesi ➤ Coğrafi konumu ile lojistik ve düşük-esnek emek gücü avantajı yakalaması	➤ Ar-Ge harcaması, araştırmacı sayısı, bilimsel dergi makalesine ayrılan payın yetersiz olması ➤ Rekabet kabiliyetinde gelişmiş ülkelerin gerisinde kalması ➤ Yüksek oranda düşük teknoloji ürün ihracatı gerçekleştirmesi ➤ Patent başvurularında ülke içi yerleşiklerden alamadığı verimi, ülke dışı yerleşiklerden alması ➤ Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının sınırlı olması ve kıt bir pay ayırması ➤ Firmalar ve bireylerin Endüstri 4.0 farkındalık seviyesinin düşük olması ➤ Türkiye'de nitelikli işgücünün az olması
FİRSATLARI	TEHDİTLERİ
➤ Rekabet kabiliyeti sıralamasını yükseltmek için, 12 birleşene³⁶ daha çok önem vermesi ile rekabetçi ülkeleri yakalama fırsatının olması ➤ Gelişmekte olan ekonomilerin yüksek teknoloji düzeyine ulaşabilmesi ve rekabet edebilmesi için daha fazla Ar-Ge harcaması yapması ➤ Araştırmacı sayısını artırmasıyla rekabetçi konumunu ve inovasyon kabiliyetini artırarak sıralamasını yukarıya taşımak ➤ Araştırmacı sayısının artmasıyla bilimsel makale sayısını da artırması ➤ Makine ve robotların üretim sürecine katılmasıyla verimlilik ve yatırımların artması, ekonomiye katkı sağlaması ➤ Yüksek teknolojiye daha fazla pay ayırması ve önem vermesiyle orta gelir tuzağından kurtulma fırsatı ➤ Yeni teknolojiler, yeni iş imkanları sağladığı için yeni istihdam alanı yaratabilmesi	➤ Ar-Ge faaliyetlerine gereken önem verilmediği takdirde araştırma geliştirme faaliyetleri ve diğer ülkeler içerisinde rekabette geri planda kalma tehlikesi ➤ Türkiye'nin yeni teknolojileri üretime tam anlamıyla entegre edemediği için orta gelir tuzağından kurtulmasının zorlaşması ➤ Türkiye'nin işsizliğin yüksek ve yatırımların durgun olması gibi birçok durumla karşılaşması ➤ Dijital dönüşümü tam anlamıyla gerçekleştiremediği takdirde istenilen verimin alınamaması ve diğer ülkelerle rekabette zorlanması ➤ Artan veri kullanımı ve globalleşmeyle birlikte siber güvenlik açıklarının artması ➤ Yabancı rekabetçilerin Endüstri 4.0'ı tam anlamıyla kullanabilmesi ➤ Robot ve makinelerin üretime entegrasyonu ile işsizliğin daha fazla artma tehlikesi ➤ Endüstri 4.0'ı kullanan yabancı yatırımcı sayısının artmasıyla Türk yatırımcıların yatırımlarının güçleşmesi

Kaynak: Çalışma sonucunda derlenmiştir.

³⁶ İlk sırada yer alan göstergeler altyapı, sağlık, makroekonomik istikrar, işgücü piyasası, ikinci sırada kurumsal yapılanma, mali sistemler bulunmaktadır.

Tablo 26’da görüldüğü gibi Türkiye’nin İHA ve SİHA teknolojilerinin yapımında ve ihracatında önemli bir konumda olması, YZ işe alım oranları, otomotiv, robot kurulumunun vb. teknolojik ilerlemeler güçlü yönlerini ortaya koymaktadır. Türkiye’de makine ve robotların üretim sürecine katılmasıyla verimlilik ve yatırımların artması, yüksek teknolojiye daha fazla pay ayırması ile orta gelir tuzağından kurtulma fırsatı elde edecektir. Bunun yanında Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının ve araştırmacı sayısının sınırlı olması zayıf yönlerini, robot ve makinelerin üretime entegrasyonu ile işsizliğin daha fazla artma tehlikesi, siber güvenlik açıklarının artması gibi olumsuz durumların ortaya çıkma ihtimali tehditleri oluşturmaktadır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada Endüstri 4.0 teknolojilerinin Türkiye ekonomisi için olası yansımaları incelenmiştir. Türkiye'nin yeni teknoloji kullanımı dijital dönüşüm teknoloji şirketleri ve bazı büyük şirketlerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Türkiye ekonomik olarak gelişmek ve diğer ülkelerle rekabet edebilmek için Endüstri 4.0 stratejileri oluşturmaya başlamıştır. 2023 dijital dönüşüm platformu, ulusal yapay zeka stratejisi 2021-2025, ve dijital dönüşüm yol haritası oluşturulmuştur. Endüstri 4.0'ın diğer devrimlerden ayrılan yönü, karmaşık bir yapıya sahip olması, emek gücünün fabrikalarda akılcı bir yol izlemesi ve teknolojik yapısıyla ilgilidir.

Endüstri 4.0 teknolojiler ve ülkeler üzerindeki etkisi incelendiğinde, 2011 yılında Almanya'da ortaya çıktığı ve birçok ülkeyi etkilediği görülmektedir. Endüstri 4.0 devrimi, siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti ile anılmaktadır. 2013 yılından sonra teknolojik olarak atılan adımlar sonucunda birçok ülke uyum sağlamak için Endüstri 4.0'a yoğunlaşarak çalışmalar yapmıştır. Bunun sonucunda, ülkeler gelişme adımlarını artırarak zenginliklerini kat kat artırmaya başlamıştır. Dönüşüm bir ülkede kendiliğinden gerçekleşmemekle birlikte bir şeylerin etkisi ile gerçekleşmektedir. Dönüşümü etkileyen birleşenler, kullanılan yöntem, uygulanış biçimi, politikalar ve yasal düzenlemeler dönüşümün etkili olmasında rol oynamaktadır. İyi bir dönüşüm yapmak isteyen ülkeler stratejilerini belirleyerek ürün geliştirmeye ve teknolojiyi etkin kullanmaya odaklanmalıdır. Bir ülkenin dijital dönüşümü gerçekleştirmek için yeni teknolojileri ülkeye uyarlaması gerekmektedir.

Türkiye'nin endüstri devrimi potansiyeline ilişkin durumlar incelendiğinde, küresel rekabet gücünde diğer ülkelerin gerisinde kalarak 2019 yılında 61. sıraya yerleştiği görülmektedir. 2020 yılında yayınlanan WEF raporunda sıralama yapılmayarak ülkelerin Covid-19 pandemisinden çıkabilmesi için üretken, sürdürülebilir ve kapsayıcı ekonomik durumlar gibi konuları üzerine odaklanmıştır. Ayrıca Türkiye'nin bu rapora göre birçok kategoride sürece daha az hazır olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye gelişmiş ekonomiler ve gelişmekte olan ülkelerle rekabet edebilmek için 12 birleşene ağırlık vermeye özen göstermelidir. Bu birleşenleri geliştirmeye önem vermelidir. Buna ek olarak BİT teknolojilerine yönelik gelişmelere ağırlık vermesi gerekmektedir. Ayrıca bu teknolojileri

kullanabilecek uzman kişilerin yetiştirilmesi daha fazla önem kazanmıştır. Bu doğrultuda YZ uzmanı, robotları kontrol edecek personel/uzman, siber güvenlik uzmanı vb. personel yetiştirilmelidir.

Türkiye Endüstri 4.0 potansiyelini ve gelişmelerini yakalayabilmek için global inovasyon endeksine göre 2021 yılında 10 puan yükselerek 41. sırada yer almaktadır. İnovasyon puanını yükselten Türkiye, Ar-Ge harcamalarına ayrılan payı da her geçen yıl artırmaktadır. Ancak bu artış yeterli düzeyde değildir. Ar-Ge harcamalarıyla ilişkili araştırmacı sayısı ve bilimsel dergi makalelerindeki artışlar Türkiye için olumlu gelişmelerdir. Ülkemizde patent başvurularında genellikle ülke dışı yerleşikler ağırlıklı olarak başvuru yapmakta ve ülke dışı yerleşiklerin patent tescilleri daha fazla onaylanmaktadır. Patent başvuruları ekonomik büyümeye ve yatırımlara katkı sağlamaktadır. Hem rekabet gücünü artırmak hem de istenilen düzeye ulaşmak için; eğitim, araştırma-geliştirme faaliyetleri, bilimsel çalışmalar, patent başvurularının desteklenmesi ve teşviklerin oluşturulması gerekmektedir.

Büyümeye ve verimliliğe ilişkin, dünya genelinde makine ve robotların üretim aşamasına dahil olmasıyla birlikte verimlilik artışı yaşanacak ve yatırımlar hızlanacaktır. Bunun sonucunda ekonomik olarak gelişim sağlanacaktır. Bu durum içsel ekonomik büyüme modellerinden Arrow'un ürün çeşitliliği modeli ile örtüşmektedir. Bilindiği gibi Arrow'un modelinde ekonomik büyümeyi başarmak ve kalıcı hale getirmek için araştırma sektöründe çalışan kişi sayısını artırmak ve Ar-Ge harcamalarını yükseltmek gerekmektedir. Türkiye'nin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payını artırmasını bir zorunluk olarak görmesi gerekmektedir. Bu alana ayrılan pay her geçen yıl artış göstermektedir ancak yeterli düzeyde olmamaktadır.

Dış ticarette dengenin sağlanması ve ihracatın ithalatı geçmesi için yüksek teknolojiye ayrılan payın artırılması gerekmektedir. Bu pay arttığında Türkiye'ye hem pozitif ekonomik dönüşleri olacak hem de Türkiye'nin rekabetçi konumunu yükseltmeye yardımcı olacaktır. Türkiye'nin teknoloji yoğunluğuna göre imalat sanayi ürünlerinin dış ticareti incelendiğinde en fazla orta yüksek teknoloji ürünleri ihraç ettiği belirlenmiştir. Ayrıca üretimde yüksek teknoloji gerçekleşirse, Türkiye orta gelir tuzağından kurtulacaktır. Bunun sonucunda ihracat artacak ve dış ticaret açığı azalacaktır.

İşsizlik ve istihdam ile ilgili olumlu ve olumsuz görüşler bulunmaktadır. Bir kısım, yeni teknolojilerin yaygınlaşması ile işsizlik oranının artacağını savunurken, diğer kısım, yeni teknolojiler yeni iş kolları ortaya çıkaracağı için istihdamın artacağını savunmaktadır. Yani ürün ve hizmete olan talep arttığında yeni iş kollarının, mesleklerin ve sektörlerin ortaya çıkmasıyla istihdamda artış gerçekleşecektir. Aslında burada gerçekleşen durum Schumpeter'in ekonomik büyüme modelin de belirttiği gibi ekonominin yaratıcı yıkım sürecinde büyümesidir. Yani yenilikler ve girişimciler sayesinde eski endüstriler ve ürünler yok olurken veya pazar payı çok daralırken, yeni kurulan endüstriler, ürünler ve sektörler gelişip büyüyecek ve Türkiye ekonomisi bu süreçte ekonomik büyümeyi gerçekleştirecektir.

Çalışma kapsamında, Türkiye'nin Endüstri 4.0 farkındalığının arttığını ve bu doğrultuda stratejiler geliştirmeye başladığı görülmektedir. Türkiye Endüstri 4.0 dönüşümüne uyum sağlayarak, ekonomik ve teknolojik amaçları doğrultusunda ilerlemek için, sürece ve koşullara ilişkin kararlı tutumunu sürdürmelidir. Türkiye Endüstri 4.0 sürecinde Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 arasında bulunmaktadır. Türkiye bu aşamada bulunduğu için işsizlik konusunda kısa vadede önemli bir sorun oluşturması beklenmemektedir. Ancak uzun vadede Endüstri 4.0 tamamen gerçekleştiği ve ekonominin bütününe yayıldığı zaman bazı alanlarda işsizliğin artması, bazı alanlarda da istihdamın artması beklenmektedir. Bu şekilde ekonomi dengelenerek, yaratıcı yıkım sürecinde büyüyecektir.

Çalışma sonucunda, ülkemizde İHA VE SİHA yapımının artmasıyla birlikte Türkiye'nin rekabetçi avantaj sağladığını görmekteyiz. Yapımının yanı sıra bazı ülkelere ihraç ettiğimiz bu teknolojiler dış ticaret açığını azaltacaktır. Son yıllarda Türkiye'de İHA ve SİHA yapımının artmasıyla birlikte önemli başarılar elde edilmiştir. Türkiye Endüstri 4.0 kapsamında yeni teknolojiler ve rekabet avantajı açısından özellikle İHA ve SİHA alanında ön plana çıkmaktadır. Türkiye'nin yol haritası kapsamında, Türkiye'de ulusal yapay zeka merkezinin kurulmasıyla birlikte YZ işe alım oranı hızlanmış ve robotik, akıllı üretim teknolojisi, eklemeli üretim, nesnelerin interneti, büyük veri ve analitiği, bulut bilişim sistemi gibi yazılım odaklı yeni teknolojilerdeki gelişmelere önem verilmiştir. Bunun yanında BİT sektörü, robot kurulumu, elektrikli otomobilleri kullanmaya hazırlanmak gibi gelişmeler yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Türkiye'nin hedefleri doğrultusunda yoluna devam

etmesi önemlidir. Buradan anlaşılağı gibi lkemiz Endüstri 4.0 teknolojilerini en etkin şekilde savunma sanayi alanında kullanmaktadır.



KAYNAKÇA

- 50MINUTES, (2017), *The Industrial Revolution: The Birth of the Modern World*, Cork, BELGIUM, Lemaitre Publishing.
- Acemoğlu, D. ve Robinson, J. A., (2014), *Ulusların Düşüşü: Güç, Zenginlik ve Yoksulluğun Kökenleri*, 5. Baskı, İstanbul, Doğan Kitap.
- Adalı, E. vd., (2017), “İnsanlaşan Makinalar ve Yapay Zeka”, *İTÜ Vakfı Dergisi*, S.75.
- Akagündüz, Ü., (2016), Sanayi Devrimi ve Sanayileşme, *İçinde İsmail Güven (Ed.), Uygarlık Tarihi* (ss. 422-432), 6. Baskı, Ankara, Pegem Akademi.
- Akarsu, Y., (2020), “Patent Başvurularının Türkiye’nin İhracatına Etkisi”, *Journal of International Management Educational and Economics Perspectives*, C. 8, S. 2, ss. 110-124.
- Alçın, S., (2016), “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, *Journal of Life Economics*, C. 3, S. 2, ss.19-30.
- Aron, R., (1997), *Sanayi Toplumu*, çev. E. Gürsoy, 2. Baskı, İstanbul, Dergah Yayınları.
- Aslan, R. ve Erdoğan, S., (2017), “21. Yüzyılda Hekimlik Eğitimi: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Hologram”, *Kocatepe Veterinary Journal*, C. 10, S. 3, ss. 204-212.
- Ateş, E., (2021), “Türkiye’nin İnsansız Hava Aracı (İHA) İhracat Rekabet Gücünün Analizi”, *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, S. 3, C. 1, ss. 7-16.
- Atık, H. ve Ünlü, F., (2019), “Endüstri 4.0’a Dönüşüm Süreci: Avrupa Birliği Ülkelerinin Performansı Üzerine Ampirik Bir Analiz”, *Marmara Avrupa Araştırma Dergisi*, C. 27, S. 1, ss. 145-168.
- Ay, A., (2007), Tarihsel Süreç İçerisinde Türkiye’de Büyüme, *İçinde Ahmet. Ay (Ed.), Türkiye Ekonomisi: Makroekonomik Sorunlar ve Çözüm Önerileri* (ss. 3-53), Konya, Çizgi Kitapevi,
- Aydemir, H., (2018), “Sanayi 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Açısından Etkileri”, *Sosyoekonomi*, C. 26, S. 36, ss. 253-261.
- Aykırı, M. ve Bulut, Ö. U., (2020), *Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Üzerine Değerlendirmeler*, 1. Baskı, Konya, Eğitim Yayınevi.
- Banger, G., (2018), *Endüstri 4.0 Ekstra*, 2. Baskı, Eskişehir, Dorliyon Yayınları.

- Barro, R. J. ve Sala-i-Martin, X., (2004), *Economic Growth*, 2. Baskı, MIT Press.
- Benzaghta, M. A. vd., (2021), “SWOT Analysis Applications: An Integrative Literature Review”, *Journal of Global Business Insights*, C. 6, S. 1, ss. 55-73.
- Berg, M. ve Hudson, P., (1992), “Rehabilitating the Industrial Revolution”, *The Economic History Review*, C. 45, S. 1, ss. 24-50.
- Bilgin, O., (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme”, *Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi)*, Kırıkkale.
- Bozkurt, V., (2006), *Endüstriyel ve Post-Endüstriyel Dönüşüm*, Ankara, Ekin Kitapevi.
- Bulut, E. ve Akçacı, T., (2017), “Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi”, *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, C. 4, S. 7, ss. 55-77.
- Bülbül, Y., (2008), *Teknonomi: Tarihsel Açıdan Teknoloji-Ekonomi İlişkisi*, İstanbul, Kitapevi.
- Castells, M., (2007), *Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür-Binyılın Sonu*, C. 3, İstanbul, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Castells, M., (2008), *Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür-Ağ Toplumunun Yükselişi*, çev. Ebru Kılıç, C. 1, 2. Baskı, İstanbul, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Çelen, S., (2017), “Sanayi 4.0 ve Simülasyon”, *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, C. 1, S. 1, ss. 9-26.
- Davis, J. C., (2009), *Taş Devrinden Bugüne İnsanın Hikayesi*, çev. Barış Bıçakçı ve Pera Mezat, 4. Baskı, İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Deane, P., (1988), *İlk Sanayi İnkılabı*, çev. Tefik Güran, Ankara, Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Derya, H., (2015), “Almanya ve Japonya’nın Sanayileşme Sürecinde Korumacı Politikaların Önemi”, *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, S. 48, ss. 48-97.
- Destebaşı, A. N., (2018), “Endüstri 4.0 ve Emek Piyasası Üzerine Etkileri”, https://www.academia.edu/35950670/END%C3%9CSTR%C4%B0_4.0_VE_EMEK_P%C4%B0YASASI_%C3%9CZER%C4%B0NE_ETK%C4%B0LER%C4%B0, (Erişim Tarihi: 05.07.2021)

- Doğan, O. ve Baloğlu, N., (2020), “Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği”, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, C. 22, S. 38, ss. 58-81.
- Doldur, H., (ts.), *Dünya Bölgeleri: Kuzey Amerika*, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Duran, H., (2002), *Endüstri Çağının Dinamikleri*, 1. Baskı, İstanbul, Değişim Yayınları.
- Ercan, T. ve Kutay, M., (2016), “Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları” *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, C. 16, S. 3, ss. 599-607.
- Efeoğlu, R. ve Bozkurt, E., (2018), “Sanayi 4.0 ve İşgücü Piyasasına Etkisi”, *IV. International Caucasus-Central Asia Foreign Trade and Logistics Congress*, ss. 288-296.
- Elliott, L., (2016), “The Legacy of Leaving Old Industrial Britain to Rot is Becoming Clear”, *The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/business/2016/nov/06/the-legacy-of-leaving-old-industrial-britain-to-rot-is-becoming-clear>, (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- Erkan, H., (1998), *Bilgi Toplumu ve Ekonomik Gelişme*, İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Fırat, O. Z. ve Fırat, S. Ü., (2017), “Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, C. 46, S. 2, ss. 211-223.
- Franks, P., (1992), *Japanese Economic Development: Theory and Practice*, New York, Routledge.
- Freyer, H., (2014), *Sanayi Çağı*, çev. Bedia Akarsu ve Hüseyin Batuhan, Ankara, Doğu Batı Yayınları.
- Genç, S., (2018), “Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye”, *Sosyoekonomi*, C. 26, S. 36, ss. 235-243.
- Gimpel, J., (2014), *Ortaçağda Endüstri Devrimi*, çev. Nazım Özüaydın, 6. Baskı, Ankara, TÜBİTAK.
- Göçer, İ., (2013), “Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri”, *Maliye Dergisi*, S. 165, ss. 215-240.

- Gökrem, K., (2012), *Çin Yüzyılını Anlamak: Afyon Savaşından Bugüne Çin'in Dönüşümü*, 1. Baskı, Ankara, NotaBene Yayıncılık.
- Gökrem, L. ve Bozuklu, M., (2016), "Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum", *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, S. 13, ss. 47-68.
- Göksal, G., (2003), *İngiliz Sanayi Devrimi: Öncesi, Sonrası ve Etkileri*, İstanbul, Kora Yayın.
- Görçün, Ö. F., (2017), *Dördüncü Endüstri Devrimi-Endüstri 4.0*, 2. Baskı, İstanbul, Beta Basım Yayım.
- Gülseren, A. ve Sağbaş, A., (2019), "Endüstri 4.0 "Perspektifinde Sanayide Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk Seviyesinin Değerlendirilmesi", *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, C. 2, S. 2, ss. 1-5.
- Günay, D., (2001), "Mühendislik, Teknoloji ve Tarih", *Mimar ve Mühendis Dergisi*, S. 30, ss. 6-14.
- Günay, D., (2002), "Sanayi ve Sanayi Tarihi", *Mimar ve Mühendis Dergisi*, S. 31, ss. 8-14.
- Günay, D. ve Çalık, A., (2019), "İnovasyon, İcat, Teknoloji ve Bilim Kavramları Üzerine", *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, C. 2, S. 1, ss. 1-11.
- Güran, T., (2013), *İktisat Tarihi*, 1. Baskı, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Gürel, E. ve Tat, M., (2017), "SWOT Analysis: A Theoretical Review". *The Journal of International Social Research*, C. 10, S. 51, ss. 994-1006.
- Gürsu, H., (2018), *Sahi, İnovasyon Neden Bize Bu Kadar Uzak?*, 1. Baskı, Ankara, Dost Kitabevi Yayınları.
- Halliday, J. ve McCormack, G., (1973), *Japanese Imperialism Today: Co-Prosperity in Greater East Asia*, Victoria, Penguin Books.
- Harari, Y. N., (2018), *21. Yüzyıl için 21 Ders*, çev. Selin Siral, 1. Baskı, İstanbul, Kolektif Kitap.
- Harrington, M., (1967), *Amerikadaki Sefalet*, çev. Hüseyin Çölgeçen, İstanbul, Habora Yayınevi.
- Hazine Müsteşarlığı ve Ekonomik Araştırma Genel Müdürlüğü, (1997), *Kore Kalkınmasının Temelleri ve Türk-Kore İlişkileri*, Ankara, Hazine Müsteşarlığı Matbaası.

- Heaton, H., (1995), *Avrupa İktisat Tarihi: İlkçağdan Sanayi Devrimine*, çev. Mehmet Ali Kılıçbay, 1. Baskı, Ankara, İmge Kitabevi.
- Hobsbawm, E., (2003a), *Devrim Çağı (1789-1848)*, çev. Sahadır Sina Şener, 3. Baskı, Ankara, Dost Kitabevi Yayınları.
- Hobsbawm, E., (2003b), *Sanayi ve İmparatorluk*, çev. Abdullah Ersoy, 3. Baskı, Ankara, Dost Kitabevi Yayınları.
- Işık, A., (2009), “Geçmişten Günümüze Sanayileşme Süreci”, C. 2, ss. 1-5, https://www.researchgate.net/publication/301477341_Gecmisten_Gunumuze_Sanayilesme_Sureci
- İlkin, A., (1988), *Kalkınma ve Sanayi Ekonomisi*, 5. Baskı, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Jensen, M. C., (1993), “The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems”, *The Journal of Finance*, C. 48, S. 3, ss. 831-880.
- Kabaklı, E., (2016), *Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi: Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler*, İstanbul, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kamber, E. ve Sönmeztürk Bolatan, G. İ., (2019), “Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, C. 30, S. 11, ss. 836-847.
- Kazdağlı, H., (2015). “Dördüncü Sanayi Devrimi’ne Girerken İktisat Eğitimi”, *Ekonomi-tek*, C. 4, S. 3, ss. 9-67.
- Kılıç, S. ve Alkan, R. M., (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri” *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, C. 2, S. 3, ss. 29-49.
- Koray, M., (2011), *Kapitalizm Küreselleşirken Dünya Ahvali*, 1. Baskı, İstanbul, Ayrıntı Yayınları.
- Korkmaz, C. A., (2020), “Donanımların Etkinliğinin Artırılmasında İnsansız Hava Araçlarının Rolü”, *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, C. 2, S. 2, ss. 49-54.
- Kroeber, A. R., (2017), *Çin Ekonomisi-Herkesin Bilmesi Gerekenler*, çev. Mehmet Mazi, 1. Baskı, Ankara, Buzdağı Yayınevi.
- Kuyucuklu, N., (1992), “Japon Kalkınması Mucize mi?”, *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, C. 1, S. 2, ss. 241-248.

- Küçükcalay, A. M., (1997), “Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 2, S. 2, ss. 51-68.
- Lee, J., Kao, H.-A. ve Yang, S., (2014), “Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment”, *Procedia CIRP*, C. 16, ss. 3-8.
- Li, M., (2017), *Çin ve 21. Yüzyıl Krizi*, 1. Baskı, İstanbul, Yazılama Yayınevi.
- Marx, K. ve Engels, F., (1977), *Kapitalizm Öncesi Ekonomi Biçimleri*, çev. Mihri Belli, Ankara, Sol Yayınları.
- Morarr, R. ve Arman, H., (2017), “The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective”, *Technology Innovation Management Review*, C. 7, S. 11, ss. 12-20.
- Mrugalska, B. ve Wyrwicka, M. K., (2017), “Towards Lean Production in Industry 4.0”, *Procedia Engineering*, C. 182, ss. 466-473.
- Mohajan, H. K., (2021), “Third Industrial Revolution Brings Global Development”, *Journal of Social Sciences and Humanities*, C. 7, S. 4, ss. 239-251.
- Nuroğlu, E. ve Nuroğlu, H. H., (2018), “Türkiye ve Almanya’nın Sanayide Dijital Dönüşümü: Yol Haritaları ve Şirketlerin Karşılaştırması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 23, ss. 1537-1560.
- Oğuztürk, B. ve Özaslan, A., (2018), “Kalkınma ve İnovasyon İlişkisi: Türkiye, Almanya, İngiltere, Çin, Güney Kore, Japonya ve Singapur Üzerine Bir Araştırma”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 23, S. 1, ss. 79-96.
- Ongun, T., (2009), *Sanayileşme ve Uluslararası Ekonomik İlişkiler*, Ankara, Gazi Kitabevi.
- Öcal, F. M. ve Altıntaş, K., (2018), “Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri”, *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, C. 8, S. 15, ss. 2066-2092.
- Özbay, F., Arıcan, M. ve Oğuztürk, B. S., (2021), “Çin Rüyasının Gerçekleşmesinde İnovasyonun Önemi: Büyüme ve İnovasyon İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir Analiz”, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, C. 10, S. 1, ss. 413-437.
- Özdemir, S. M., (2011), “Toplumsal Değişme ve Küreselleşme Bağlamında Eğitim ve Eğitim Programları: Kavramsal Bir Çözümleme”, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 12, S. 1, ss. 85-110.

- Özdoğan, O., (2017), *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*, 1. Baskı, İstanbul, Pusula Yayıncılık.
- Özen, H., (2019), “Endüstri 4.0 ve Eğitim: Bir Türkiye Perspektifi”, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 7, S. 5, ss. 103-113.
- Özenir, İ. ve Nakıboğlu, G., (2019), “Sürdürülebilir Üretimde Endüstri 4.0’ın Yeri”, *Business & Management Studies: An International Journal*, C. 7, S. 5, ss. 2248-2281.
- Özgür, Ö., (1976), *100 Soruda Sanayileşme ve Türkiye*, İstanbul, Gerçek Yayınevi.
- Özilgen, M., (2009), *Endüstrileşme Sürecinde Bilgi Birikiminin Öyküsü*, Ankara, Arkadaş Yayın Evi.
- Özkan, M., Al, A. ve Yavuz, S., (2018), “Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi’nin Etkileri ve Türkiye”, *Siyasal Bilimler Dergisi*, C. 1, S. 1, ss. 1-30.
- Özsoylu, A. F., (2017), “Endüstri 4.0”, *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 21, S. 1, ss. 41-64.
- Öztuna, B., (2017), *Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) ile Çalışma Yaşamının Geleceği*, 1. Baskı, Ankara, Gece Kitaplığı.
- Pirim, H., (2006), “Yapay Zeka”, *Journal of Yaşar University*, C. 1, S. 1, ss. 81-93.
- Porter, M., (1990), The Competitive Advantage of Nations, *Harvard Business Review*, ss. 73-91.
- Qin, J., Liu, Y. ve Grosvenor, R., (2016), “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond”, *Procedia CIRP*, C. 52, ss. 173-178.
- Rifkin, J., (2014), *Üçüncü Sanayi Devrimi*, çev. Pelin Sıral ve Murat Başekim, İstanbul, İletişim Yayınları.
- Rojko, A., (2017), “Industry 4.0 Concept: Background and Overview”, *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, C. 1, S. 5, ss. 77-90.
- Rostow, W. W., (1966), *İktisadi Gelişmenin Aşamaları*, çev. Erol Güngör, Ankara, Türkiye Ticaret Odaları, Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği Matbaası.
- Rostow, W. W., (1970), “Sanayi Devrimi Nasıl Başladı”, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, C. 30, S. 1-4, ss. 255-278.
- Sammut-Bonnici, T. ve Galea, D. (2015). “SWOT Analysis”, *Wiley Encyclopedia of Management*, C. 12, ss. 1-8.

- Sarısoy, İ., (2017), “Araştırma-Geliştirme Faaliyetlerinde Türkiye’nin Konumu ve Geleceği: Genel Bir Değerlendirme ve Öneriler”, *Maliye Dergisi*, S.172, ss.152-176.
- Saygın ve Ultan., (2016), “Ekonomi ve Siyaset Bağlamında İngiltere-Avrupa Birliği İlişkileri: Tarihsel Bir Analiz”, *Güvenlik Stratejileri Dergisi*, C. 12, S. 23, ss. 71-102.
- Schmidt, E. ve Cohen, J., (2014), *Yeni Dijital Çağ*, İstanbul, Optimis Yayın.
- Schwab, K., (2017), *Dördüncü Sanayi Devrimi*, çev. S. Talay ve Z. Dicleli, İstanbul, Optimist Kitap.
- Schwab, K. ve Davis, N., (2019), *Dördüncü Sanayi Devrimini Şekillendirmek*, çev. Nadir Özata, İstanbul, Optimist Kitap.
- Sener, S. ve Elevli, B., (2017), “Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim ” *Mühendis Beyinler Dergisi*, C. 1, S. 2, ss. 25-37.
- Serinikli, N., (2018), “Endüstri 4.0’ın Özel, Kamu ve Kooperatif Sektörlerine Etkisi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 23, S. Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, ss. 1607-1621.
- Seyrek, İ. H., (2011), “Bulut Bilişim: İşletmeler için Fırsatlar ve Zorluklar”, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 10, S. 2, ss. 701-713.
- SIEMENS., (2015), *Endüstri 4.0 Yolunda*, İstanbul, Siemens Türkiye.
- Ślusarczyk, B., (2018), “Industry 4.0: Are We Ready?”, *Polish Journal of Management Studies*, C. 17, S. 1, ss. 232-248.
- Soylu, A., (2011), “AB 2020 ve Vizyon 2023 Stratejilerinde İnovasyon Hedeflerinin Karşılaştırılması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 14, ss.105-122.
- Sözen, M. ve Mescioğlu, T., (2019), “Endüstri 4.0’ın İtici Güçlerinin Türkiye ve Çin Üzerindeki Etkileri”, *International Journal of Social Inquiry*, C. 12, S. 1, ss. 287-315.
- Statistic Bureau ve Management and Coordination, (1993), *Statistical Handbook Of Japan*, Tokyo.
- Şanlıoğlu, Ö., (2010), “Almanya’nın Birleşmesinin 20. Yılı: Ekonomi Politikalarının Başarısı Açısından Bir Değerlendirme”, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, C. 6, S. 1, ss. 73-101.

- Taş, H. Y., (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri”, *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, C. 9, S. 16, ss. 1819-1836.
- Thames, L. ve Schaefer, D., (2016), “Software-defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0”, *Procedia CIRP*, C. 52, ss. 12-17.
- The World Bank ve OECD, (2000), *Korea and The Knowledge-Based Economy: Making The Transition*, Washington, International Bank for Reconstruction and Development/the World Bank Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Toffler, A., (1991), *Ekonominin Çöküşü*, çev. Mete Akçok, İstanbul, İnsan Yayınları.
- Tunzelmann, N., (2003), “Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions”, *Structural Change and Economic Dynamics*, C. 14, S. 4, ss. 365-384.
- Türkcan, B. ve Akseki, U., (2019), *Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi*, Ankara, Orion Kitapevi.
- Türkel, S. ve Yeşilkuş, F., (2020), “Dijital Dönüşüm Paradigması: Endüstri 4.0”, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, C. 7, S. 5, ss. 332-346.
- Ünlü, H., ve Bozdağ, H., (2016), “Yapısal Kırılma Durumunda İmalat Sanayi İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, *International Journal of Social Sciences and Education Research*, C. 2, S. 1, ss. 92-102
- Ünlü Ören, H. G., (2021), “Küresel Ekonomide Rekabetçi Kentlerin Avantajları ve İkilimleri”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 41, ss. 303-327.
- Ünsal, E. M., (2007), *İktisadi Büyüme*, 1. Baskı, Ankara, İmaj Yayıncılık.
- Vaidya, S. Ambad, P. ve Bhosle, S., (2018), “Industry 4.0-A Glimpse”, *Procedia Manufacturing*, C. 20, ss. 233-238.
- Veltmeyer, H., (2006), *Latin Amerika ve Başka Bir Kalkınma*, çev. Özkan Akpınar, İstanbul, Kalkedon Yayıncılık.
- Yazıcı, E. ve Düzkaya, H., (2016), “Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı?”, *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi*, C. 7, S. 13, ss. 49-88.
- Yenal, O., (1999), *Ulusların Zenginliği ve Uygarlığı- Eğitim Boyutu*, 1. Baskı, Ankara, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

- Yıldız, A., (2018), “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, *Sakarya University Journal of Science*, C. 22, S. 2, ss. 546-556.
- Yıldız, Ö. R., (2009), “Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetim”, *Sayıştay Dergisi*, S. 74-75, ss. 5-23.
- Yıldız, T., (2017), “Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye’deki Mevcut Durum”,
https://www.researchgate.net/publication/321419039_Yaklasan_Dorduncu_Endustri_Devrimi_ve_Turkiye%27deki_Mevcut_Durum
- Yücel, F., (2003), “Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanmasında Çevre Korumanın ve Ekonomik Kalkınmanın Karşılıklı ve Birlikteliği”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, C. 11, S. 11, ss. 100-120.
- Zheng, H. ve Hong, Pan., (2015), 德国“工业 4.0”与“中国制造 2025” (Germany“Industry 4.0”and“Made in China 2025”),
长沙理工大学学报(社会科学版), C. 30, S. 3, ss. 103-110.
- Xiaosi, R., (2017), *Çin Rüyası*, çev. Daniyar Kassymov, İstanbul, Yeni İnsan Yayınevi.

Raporlar ve İnternet Kaynakları:

- Acatech (National Acedemy of Science and Engineering), (2013)., “Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0”,
<https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.03.2021).
- Akbulut, U., (2011), “Sanayi Devrimleri Dünyanın Gidişatını Değiştirdi”,
<https://www.uralakbulut.com.tr/wpcontent/uploads/2009/11/SANAY%C4%B0DEVIR%C4%B0M%C4%B0D%C3%9CNYANING%C4%B0D%C4%B0%C5%9E%C4%B0N%C4%B0DE%C4%9E%C4%B0C5%9ET%C4%B0RD%C4%B0HAZ%C4%B0RAN-2011.pdf>, (Erişim Tarihi: 12.03.2021).
- Aksehirtso (Akşehir Ticaret ve Sanayi Odası), (2015), “Japonya Ülke Raporu”,
<http://aksehirtso.org.tr/ckfinder/files/JAPONYA%20RAPOR.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.5.2021).
- ASELSAN, (2022), <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/insansiz-sistemler/insansiz-kara-ve-deniz-araclari/ertugrul-bomba-imha-robotu>, (Erişim Tarihi: 05.02.2022).

- Aydın, N., (2016), “Moore Yasası ve Geleceği” <https://www.endustri40.com/moore-yasasi-ve-gelecegi/>, (Erişim Tarihi: 12.03.2021).
- Baş, D., (2020), “Küresel İnovasyon Endeksi”, <https://www.zucder.org.tr/wp-content/uploads/2020/08/Kuresel-Inovasyon-Endeksi>, (Erişim Tarihi: 06.11.2021).
- Baum, C., (2003), “So Who’s Stealing China’s Manufacturing Jobs?”, <http://www.sddt.com/news/article.cfm?SourceCode=20031014fw>, (Erişim Tarihi: 31.06.2021).
- BAYKAR, (2022a), <https://baykartech.com/tr/press/aknc-tiha-da-katld-savunma-sanayisi-ihracatta-yuksekte-ucuyor/>, (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- BAYKAR, (2022b), <https://baykartech.com/tr/insansiz-hava-araci-sistemleri/baykartech.com>, (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- BCG, (2021), “Most Innovative Companies”, <https://web-assets.bcg.com/d5/ef/ea7099b64b89860fd1aa3ec4ff34/bcg-most-innovative-companies-2021-apr-2021-r.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- BEBKA, (2017), “Atılım İçin Önemli Bir Fırsat: 4.0 Sanayi Devrimi”, https://bebka.org.tr/admin/datas/yayins/174/bebkasayi-23-web_1512050018.pdf, (Erişim Tarihi: 06.09.2021).
- Bloomberg, (2020), <https://www.bloomberght.com/>, (Erişim Tarihi: 06.11.2021).
- Brow., (2014), “The Industrial Revolution-Fossil Fuels, Steam Power and The Rise of Manufacturing”, Newsela”, https://school.bighistoryproject.com/media/khan/articles/U9_The_Industrial_Revolution_2014_1180L.pdf, (Erişim Tarihi: 15.03.2022).
- BSTB (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), (2018a), “Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019)”, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170105-9.htm>, (Erişim Tarihi: 05.09.2021).
- BSTB (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), (2018b), “Türkiye’nin Sanayi Devrimi “Dijital Türkiye” Yol Haritası”, https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_Dijital-Turkiye-Yol-Haritasi.pdf, (Erişim Tarihi: 05.09.2021).
- BSTB (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı) ve CBDDO (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi), (2021), “Ulusal Yapay Zeka Stratejisi 2021-2025”,

- <https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- BTİK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu), (2020), Toplum 5.0, <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/toplum-5-0-arastirma-raporu.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.01.2022).
- Capital, (2013), <https://www.capital.com.tr/capital-dergi/gelecek-trendler/kendi-kendini-organize-ede-bilen-fabrikalarin-temelini-atmak>, (Erişim Tarihi: 05.04.2021).
- Deloitte, (2021), <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/tax/solutions/research-development-government-incentives-overview.html>, (Erişim Tarihi: 02.09.2021).
- Dirier, Ü., (2017), “Endüstri 4.0’dan Sonra Yeni Çağ Meslekleri”, <https://sonmucid.wordpress.com/2017/08/14/endustri-4-0dan-sonra-yeni-cag-meslekleri/>, (Erişim Tarihi: 08.09.2021).
- Durak, C., (2012), “Samuel Crompton”, <https://www.tarihnotlari.com/samuel-crompton/> (Erişim Tarihi: 04.08.2022).
- Durmaz, E., (2019), “Newcomen Buhar Makinası”, <https://www.muhandisbeyinler.net/newcomen-buhar-makinesi/>, (Erişim tarihi: 14.07.2021).
- Dünya Bankası, (2018), <https://data.worldbank.org/indicator/IP.JRN.ARTC.SC?locations=TR>, (Erişim Tarihi: 25.12.2021).
- Dünya Bankası, (2021a), <https://data.worldbank.org/indicator/NE.RSB.GNFS.CD?end=2020&locationns=TR&start=1990>, (Erişim Tarihi: 21.20.2021).
- Dünya Bankası, (2021b), <https://data.worldbank.org/indicator/NE.RSB.GNFS.ZS?end=2020&locationns=TR&start=1990>, (Erişim Tarihi: 21.20.2021).
- Dünya Bankası, (2021c), <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2020&locationns=TR&start=1990>, (Erişim Tarihi: 20.11.2021).
- Dünya Bankası, (2021d), <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=TR>, (Erişim Tarihi: 20.11.2021).

- Dünya Bankası, (2021e),
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=TR>,
(Erişim Tarihi: 20.11.2021).
- Dünya Bankası, (2021f),
https://data.worldbank.org/indicator/SL.EMP.TOTL.SP.NE.ZS?end=2020&locations=TR-1W&name_desc=false&start=1980&view=chart (Erişim Tarihi: 22.11.2021).
- Dünya Bankası, (2021g),
<https://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.NE.ZS?end=2020&locations=TR&start=1980&view=chart>, (Erişim Tarihi: 22.11.2021).
- Dünya Bankası, (2021h),
<https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CD?end=2020&locations=TR&start=1990>, (Erişim Tarihi: 21.20.2021).
- Dünya Bankası, (2021ı),
<https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS?locations=TR>,
(Erişim Tarihi: 21.20.2021).
- Dünya Bankası, (2021i),
https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.CD?end=2020&locations=TR&name_desc=true&start=1990, (Erişim Tarihi: 21.11.2021).
- Dünya Bankası, (2021j),
https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?end=2020&locations=TR&name_desc=true&start=1990, (Erişim Tarihi: 21.20.2021).
- EBSO, (2015), “Endüstri 4.0: Uyum Sağlamayan Kaybedecek”,
http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf,
(Erişim Tarihi: 10.12.2020).
- EBSO, (2017), “Endüstri 4.0: Uyum Sağlamayan Kaybedecek!”,
http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40--gozden-gecirilmis-ikinci-baski_95869497.pdf, (Erişim Tarihi: 02.03.2021).
- EBSO, (2020), “Covid-19 Pandemisi ve 2020 Yılında Türkiye Ekonomisi & 2021 Yılında Beklentiler”, [covid-19-golgesinde-2020-yili-dunya-ve-turkiye-ekonomisi&2021-yilindan-beklentiler_45218664.pdf](https://www.ebso.org.tr/covid-19-golgesinde-2020-yili-dunya-ve-turkiye-ekonomisi&2021-yilindan-beklentiler_45218664.pdf) (ebso.org.tr), (Erişim Tarihi: 02.09.2021).
- Eğilmez, M., (2017), “Endüstri 4.0”, <https://www.mahfiegilmez.com/>, (Erişim Tarihi: 06.07.2021).

- Genç, E. C., (2017). “Türkiye’de Sanayi 4.0 ve Kamu Politikası”, https://oad.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/Analyses_2101_2019925145411997OAD-analiz-5-sanayi-r5.pdf, (Erişim Tarihi: 30.08.2021).
- Gruen, D., (2017), “Technological Change and the Future of Work”, <https://www.pmc.gov.au/news-centre/domestic-policy/technological-change-and-future-work>, (Erişim Tarihi: 02.11.2020).
- Güner, A., (2018), “4. Endüstri Devrimi Ülke İncelemesi: Amerika Birleşik Devletleri”, <https://www.yonetimdeinsan.com/endustri40/4-endustri-devrimi-ulke-incelemesi-amerika-birlesik-devletleri/>, (Erişim Tarihi: 02.01.2021).
- HAI, (2021), Artificial Intelligence Index Report 2021, https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2021/11/2021-AI-Index-Report_Master.pdf, (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- IMD, (2021), <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- IMF, (2021), <https://www.imf.org/en/Countries>, (Erişim Tarihi: 19.05.2022).
- IFR (International Federation of Robotics), (2021), <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-sales-rise-again>, (Erişim Tarihi: 22.01.2022).
- Kalkınma Bakanlığı, (2018), “Sanayide Dijitalleşme- On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)”, <https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/SanayideDijitallesmeCalismaGrubuRaporu.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- Karatay, C., (2020), “Türkiye’de 1.796 Yeni Robot Kurulumu Gerçekleştirildi” <https://www.stendustri.com.tr/robot-yatirimlari/turkiyede-1796-yeni-robot-kurulumu-gerceklestirildi-h110476.html>, (Erişim Tarihi: 30.09.2021).
- Karatay, C., (2022), “Türkiye’de Robot Kurulumları Yüzde 11 Arttı”, <https://www.stendustri.com.tr/robot-yatirimlari/turkiyede-robot-kurulumlari-yuzde-11-artti-h116850.html>, (Erişim Tarihi: 30.04.2022).
- KPMG, (2015), “Sanayi 4.0-Dördüncü Sanayi Devrimi, Yarının Fabrikaları Neye Benziyor?”, <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2016/08/tr-sanayi-4.PDF>, (Erişim Tarihi: 30.09.2021).
- KPMG ve Dijital Türkiye Platformu, (2021), Dijitalleşme Yolunda Türkiye: Trendler ve Rehber Hedefler, <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/dijitallesme-yolunda-turkiye-raporu-v9.pdf>, (Erişim Tarihi: 30.01.2022).

- Koto (Kocaeli Ticaret Odası), (2020), Japonya Ülke Raporu, Kocaeli, <http://koto.org.tr/images/upload/94e4c7b33111f6b033148a3e860af3d4.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.5.2021).
- Menteş, N., (2019), “Gözümüzün Önündeki Teknoloji: Akıllı Gözlüklere Dair Her Şey”. <https://www.gzt.com/salt-okunur/gozumuzun-onundeki-teknoloji-akilli-gozluklere-dair-her-sey-2942852>, (Erişim Tarihi: 30.02.2021).
- McKinsey, ve Company, (2015), "Industry 4.0 How to Navigate Digitization of the Manufacturing Sector" <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Industry%2040%20How%20to%20navigate%20digitization%20of%20the%20manufacturing%20sector/Industry-40-How-to-navigate-digitization-of-the-manufacturing-sector.ashx> (Erişim Tarihi: 10.03.2021).
- Milliyet, (2016), <https://uzmanpara.milliyet.com.tr/haber-detay/gundem2/turkiye-ekonomisinde-ozalli-yillar/45000/45536/>, (Erişim Tarihi: 30.09.2021).
- MMO, (2019), <https://sanayi.mmo.org.tr/author/admin/>, (Erişim Tarihi: 30.02.2021).
- MTSO (Mersin Ticaret ve Sanayi Odası), (2017), <http://www.mtso.org.tr/tr/haberler/turkiye-avrasya-nin-endustri-4-0-merkezi-olabilir>, (Erişim Tarihi: 10.03.2021).
- OECD, (2022a), <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>, (Erişim Tarihi: 21.12.2021).
- OECD, (2022b), <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm#>, (Erişim Tarihi:30.04.2022).
- OECD, (2022c), <https://data.oecd.org/rd/researchers.htm#indicator-chart>, (Erişim Tarihi: 30.04.2022).
- Ramanathan, K., (2014), “Industry 4.0: Implications for The Asia Pacific Manufacturing Industry”, <http://smt.icconnect007.com/index.php/article/93878/industry-40-implications-for-the-asia-pacific-manufacturing-industry/93881/?skin=smt> (Erişim Tarihi: 18.11.2021)
- Salihlitso (Salihli Ticaret ve Sanayi Odası), (2018), Almanya Ülke Raporu, KFA Fuarcılık, Manisa, <http://www.salihlitso.org.tr/uploaded/dosyalar/ALMANYA.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.5.2021).

- Salihlitso (Salihli Ticaret ve Sanayi Odası), (2019), İngiltere Ülke Raporu, KFA Fuarcılık, Manisa. <http://www.salihlitso.org.tr/uploaded/dosyalar/%C4%B0NG%C4%B0LTERE.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.5.2021).
- Salihlitso (Salihli Ticaret ve Sanayi Odası), (2020), Almanya Ülke Raporu, KFA Fuarcılık, Manisa. <https://rizetso.org.tr/wp-content/uploads/2020/03/almanya-ulke-raporu-2019.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.5.2021).
- Savunma Sanayi, (2022), <https://www.savunmasanayist.com/>, (Erişim Tarihi: 12.02.2022).
- SBB (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı), (2021a), “2022 Yılı Bütçe Gerekeşesi”, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/10/2022_Yili_Butce_Gerekcesi.pdf, (Erişim Tarihi: 30.01.2022).
- SBB (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı), (2021b), *Kamu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yatırımları Raporu*. Yönetim Hizmetleri Genel Müdürlüğü Bilgi ve Belge Yönetimi Dairesi Başkanlığı. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/06/2021-Yili-Kamu-BIT-Raporu.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.06.2021).
- Schwab, K., (2019), *The Global Competitiveness Report*, World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (Erişim Tarihi: 18.08.2021).
- SMLC, (2011), *Implementing 21st Century Smart Manufacturing. Workshop Summary Report*. https://www.controlglobal.com/assets/11WPpdf/110621_SMLC-smart-manufacturing.pdf, (Erişim Tarihi: 24.09.2021).
- Statist., (2021a), <https://www.statista.com/topics/760/united-states/>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).
- Statista, (2021b), <https://www.statista.com/topics/1903/germany>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).
- Statista, (2021c), <https://www.statista.com/topics/753/china/>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).
- Statista, (2021d), <https://www.statista.com/topics/4944/south-korea>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).

- Statista, (2021e), <https://www.statista.com/topics/755/uk/#dossierKeyfigures>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).
- Statista, (2021f), <https://www.statista.com/topics/2505/japan/>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).
- TAXIA, (2020), “Ar-Ge Memleket Meselesi”, <http://taxia.com.tr/2020-126-turkiyede-ve-dunyada-ar-ge-faaliyetleri/>, (Erişim Tarihi: 05.09.2021).
- The Economist, (2012), A Third Industrial Revolution, Manufacturing And Innovation.
<https://dc.mit.edu/sites/default/files/pdf/Econ%20Special%20Rpt%20Manufatur.pdf>, (Erişim Tarihi: 30.03.2021).
- Trading Economics, (2020), <https://tradingeconomics.com/turkey/competitiveness-rank>, (Erişim Tarihi: 21.12.2021).
- Trading Economics, (2021), <https://tradingeconomics.com/countries>, (Erişim Tarihi: 01.09.2021).
- TUSAS, (2022), <https://www.tusas.com/>, (Erişim Tarihi: 01.02.2022).
- TÜİK, (2020), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Research-and-Development-Activities-Survey-2020-33676>, (Erişim Tarihi: 28.12.2020).
- TÜİK, (2021), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Merkezi-Yonetim-Butcesinden-AR-GE-Faaliyetleri-Icin-Ayrilan-Odenek-ve-Harcamalar-2021-37448>, (Erişim Tarihi: 03.09.2021).
- TÜİK, (2022a), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Aralik-2021-45535i>, (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- TÜİK, (2022b), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Aralik-2021-45535>, (Erişim Tarihi: 28.02.2022).
- TÜİK, (2022c), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-I.-Ceyrek:-Ocak---Mart,-2022> (Erişim Tarihi: 04.06.2022).
- TÜİK, (2022d), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-IV.-Ceyrek:-Ekim-Aralik-2021-45548>, (Erişim Tarihi: 28.02.2022).
- TÜİK, (2022e), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isqucu-Istatistikleri-2021-45645#:~:text=%C4%B0%C5%9Fsizlik%20oran%C4%B1%20%12%2C0%20seviyesinde,%12%2C0%20seviyesinde%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti>, (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- Türk Patent ve Marka Kurumu, (2021), [Patent İstatistik \(turkpatent.gov.tr\)](http://turkpatent.gov.tr), (Erişim Tarihi: 18.02.2022).

- TÜBİTAK, (2016), Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2_7aralik2016.pdf, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- TÜBİSAD, (2021), Türkiye'nin Dijital Dönüşüm Endeksi, <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-2021-dde-raporu.pdf>, (Erişim Tarihi: 30.01.2022).
- TÜBİSAD ve Deloitte, (2021), Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) Raporu. https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad_bit_2020_raporu_tr.pdf, (Erişim Tarihi: 30.01.2022).
- TÜSİAD, (2016), Industry 4.0 in Turkey as an Imperative for Global Competitiveness- An Emerging Market Perspective, <https://tusiad.org/en/reports/item/9011-industry-40-in-turkey-as-an-imperative-for-global-competitiveness>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- TÜSİAD, vd., (2016), Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı, Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/turkiyedeki-dijital-degisime-CEO-bakisi.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- TÜSİAD ve BCG, (2016), Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0., <https://www.tehad.org/wp-content/uploads/2017/05/TUSIAD-END-40--RAPOR.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- TÜSİAD, (2020), Türkiye ve Çin Ekonomik İlişkileri-Sektörel Yuvarlak Masa Toplantıları 5-Dijital Ticaret Sektörü. <https://www.tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10690-turkiye-ve-cin-ekonomik-i-liskileri-sektorel-yuvarlak-masa-toplantilari-5-dijital-ticaret-sektoru>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
- TÜSİAD ve Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu (REF), (2020), Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabetçilik Raporu. <https://ref.sabanciuniv.edu/tr/dunya-ekonomik-forumu-kuresel-rekabetcilik-raporu-2020-genel-degerlendirme>, (Erişim Tarihi: 01.02.2022).
- TÜSİAD, (2021), Türkiye Ekonomisi, Ekonomik Araştırmalar Bölümü. <https://www.tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10746-turkiye-ekonomisi-2021>, (Erişim Tarihi: 01.02.2022).

- UİB (Uluslararası İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği AR-Ge Şubesi), (2019), İngiltere Ülke Raporu (Meyve Sebze Mamulleri Sektörü Açısından), Uludağ. <https://uib.org.tr/tr/kbfile/ingiltere-ulke-raporu-msm-sektoru-acsndan>, (Erişim Tarihi: 28.05.2022).
- UİB (Uluslararası İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği AR-Ge Şubesi), (2018), Amerika Birleşik Devletleri Ülke Raporu (Meyve Sebze Mamulleri Sektörü Açısından), Uludağ. <https://uib.org.tr/tr/kbfile/amerika-birlesik-devletleri-ulke-raporu>, (Erişim Tarihi: 28.5.2021).
- UK Science and Technology Facilities Council, (2022), “High Value Manufacturing Catapult”, <https://www.ukspacefacilities.stfc.ac.uk/Pages/High-Value-Manufacturing-Catapult.aspx> (Erişim Tarihi: 21.05.2022).
- Uyan, G., (2022), “Tesla Türkiye’de Bir İş İlanı Daha Açtı”, <https://www.webtekno.com/tesla-turkiye-yeni-is-ilani-h120591.html>, (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- Yıldırım, L. ve Özbay, Ö., (2019), “Sanayi 4.0: Bildiğimiz Kapitalizmin Sonu mu?”, <https://www.enternasyonaldosyalizm.org/sanayi-4-0-bildigimiz-kapitalizmin-sonu-mu.html>, (Erişim Tarihi: 01.10.2021).
- Yılmaz, F., (2016), “Dünya’da Endüstri 4.0”, <https://www.endustri40.com/dunyada-endustri-4-0/>, (Erişim Tarihi: (20.07.2021).
- Yılmaz, F., (2017), “Türkiye’de Endüstri 4.0”, <https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>, (Erişim Tarihi: 01.10.2021).
- WEF (World Economic Forum), (2015), Deep Shift-Technology Tipping Points and Societal Impact, Gobal Agenda Council On The Future of Software and Society, https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/46-wef_gac15_technological_tipping_points_report_2015-toconnected.pdf
- WIPO (World Intellectual Property Organization), (2021), “Global Innovation Index 2021. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf, (Erişim Tarihi: 05.12.2021).
- Worldsteel Association., (2019), <https://www.worldsteel.org/>, (Erişim Tarihi: 01.01.2021).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler :

Adı ve Soyadı : Seher CERİT

