T.C.
Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İktisat Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0 VE İŞGÜCÜ PİYASASINA OLASI ETKİLERİ

Şebnem HANAR
19921007

Danışman
Doç. Dr. Mehmet KAYA

Diyarbakır-2021

T.C.
Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İktisat Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0 VE İŞGÜCÜ PİYASASINA OLASI ETKİLERİ

Şebnem HANAR
19921007

Danışman
Doç. Dr. Mehmet KAYA

Diyarbakır-2021

TAAHHÜTNAME

SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "Türkiye'de Endüstri 4.0 ve İşgücü Piyasasına Olası Etkileri" adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve tez yazım kılavuzuna uygun olarak hazırladığımı taahhüt eder, tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım. Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

12/08/2021

Şebnem HANAR

İmza

ÖN SÖZ

İnsanoğlunun var olduğu günden bu yana üretimi ve hayatını kolaylaştırmak için birçok icat yapması, bugün yaşadığımız dördüncü sanayi devriminin temelini oluşturmaktadır. İnternet, bilgisayar ve robot teknolojilerine ek olarak yapay zeka, siber fiziksel sistemler, üç boyutlu yazıcılar ve bunlar gibi birçok bileşenin geliştirilmesi ile üretim yapısının değişmesinin yanı sıra sosyo kültürel yapı da değişmektedir. Son teknoloji akıllı fabrikaların oluşması ve üretim yapması ile üretimde ihtiyaç duyulan insan emeğini neredeyse sıfıra indirmiştir. Çalışmanın birinci bölümünde sanayi devrimlerinin tarihsel sürecine değinilmiş olup dördüncü sanayi devrimi yani Endüstri 4.0' ın aslında ne olduğuna, ikinci bölümde elinde bulundurduğu hammadde ve teknolojiyi kullanarak diğer ülkelere göre çok daha erken dijitalleşen dünya ülkelerine değinilmiştir. Üçüncü bölümde Endüstri 4.0' ın Türkiye'deki işgücü yapısına değinilmiş, sonuçve önerilere yer verilmiştir.

Kaynak araştırmalarım ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Mehmet KAYA'ya çok teşekkür ediyorum. Yayın hayatına girmem konusunda desteğini esirgemeyen hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SONGUR'a çok teşekkür ederim. Tezimin tamamlanma sürecinde her konuda desteklerini hissettiğim annem Şermin HANAR ve babam Mehmet Zeki HANAR'a, kendisini bir rol model olarak belirlediğim, akademik İngilizce konusundaki katkılarından ve verdiği emeklerden dolayı abim ve değerli hocam Öğr. Gör. Zana HANAR'a teşekkürü borç bilirim.

Şebnem HANAR

Diyarbakır 2021

ÖZET

İnsanlığın varoluşundan itibaren insanoğlu, üretim yapmak için birçok alet geliştirmiştir. Üretim için atılan en büyük adım, James Watt tarafından 1790'da geliştirilen buharlı makinalar olmuştur. Böylece Endüstri 1.0 başlamış oldu. Gelişen endüstri ve sanayi ile birlikte sosyal ve ekonomik yapı da değişmekteydi. Demiryolları ve ulaşım ağının gelişmesiyle Endüstri 2.0 başlamıştır. Bu dönem içerisinde çeliğin üretimine önem verilmiştir. İkinci Sanayi Devrimine damga vuran kişi Henry Ford olmuştur. Kayan bant sistemi geliştirilmiş ve seri üretime geçilmiştir. 1980'lerde başlayan Endüstri 3.0 ile 3 boyutlu yazıcılar geliştirilmiş, fabrikalarda robot ve bilgisayar kullanımı yaygınlaşmıştır. Teknolojik ilerlemeler verimlilik artışında etkili bir rol oynamıştır. 2011'de hayatımıza giren Endüstri 4.0 kavramıyla, üretim sektöründe evrim yaşanmıştır. Diğer üç devrimden ziyade Endüstri 4.0' da insana olan ihtiyaç azalmıştır. Robotlar, yapay zeka, 3D yazıcılar, siber fiziksel sistemler, bulut teknoloji gibi bir çok kavram, Endüstri 4.0' ın içinde yer almaktadır. Bu çalışmada; Endüstri 4.0 kavramları, Dünya'da ve Türkiye'de Endüstri 4.0 uygulamaları, bu yeni kavramın olumlu ve olumsuz yönleriyle birlikte Türkiye'nin Endüstri 4.0'daki konumuna ve Türkiye'deki mevcut işgücü yapısının istihdam ve meslek grupları üzerindeki olası etkilerine değinilecektir.

Anahtar Sözcükler

Sanayi, Teknoloji, Endüstri 4.0, Türkiye, İşgücü

ABSTRACT

Since the existence of mankind, mankind has developed many instruments for manufacturing. The biggest step taken for production has been steamers developed by James Watt in 1790. So Industry 1.0 started. The social and economic structure, along with the flourishing industry and industry, also varied. With the development of the railways and transport network, Industry 2.0 has started. Importance was given to the production of steel during this period. Henry Ford was the one who marked the Second Industrial Revolution. The sliding tape system was developed and mass-produced. Beginning in the 1980s, Industry 3.0 and 3-D printers were developed and the use of robots and computers became widespread in factories. Technological advances have played an effective role in productivity growth. With the concept of Industry 4.0, which came into our lives in 2011, evolution has taken place in the manufacturing sector. In Industry 4.0, rather than the other three revolutions, the need for man was reduced. Many concepts such as robots, artificial intelligence, 3-D printers, Cyber Physical Systems, cloud technology are included in Industry 4.0. In this study, Industry 4.0 concepts, Industry 4.0 applications in the world and Turkey, along with the positive and negative aspects of this new concept, Turkey's position in Industry 4.0 and the possible effects of the existing labor structure in Turkey on employment and professional groups will be discussed.

Keywords

Industry, Technology, Industry 4.0, Turkey, Labor

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ ..... **I**
ÖZET ..... **II**
ABSTRACT ..... **III**
TABLO LİSTESİ ..... **VII**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **VIII**
KISALTMALAR ..... **IX**
GİRİŞ **1**

BİRİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİ

1.1. SANAYİ DEVRİMİ AŞAMALARI **4**
1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi "Sanayi 1.0" 4
1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi " Sanayi 2.0" 7
1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi " Sanayi 3.0" 8
1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi "Sanayi 4.0" 10
1.2. ENDÜSTRİ 4.0 NEDİR? **11**
1.3. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ NELERDİR? **12**
1.3.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT) 12
1.3.2. Siber Fiziksel Sistemler (CPS) 14
1.3.3. Akıllı Fabrikalar 15
1.3.4. Bulut Teknoloji 15
1.3.5. Büyük Veri (Big Data) 16
1.3.6. Yapay Zekâ (Artificial Intelligence-AL) 17
1.3.7. Üç Boyutlu Yazıcılar (3 Dimensionel Printers) 18
1.3.8. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality-AR) 20
1.3.9. Robotlar 20

1.3.10. Simülasyon 21
1.3.11. Blockhain (Blok Zincir) ve Kripto Paralar (Bitcoin) 22

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0

2.1. ENDÜSTRİ 4.0' IN ÖNCÜLERİ 24
2.1.1. Almanya 24
2.1.2. Amerika Birleşik Devletleri 29
2.1.3. Japonya 31
2.1.4. Çin 33
2.1.5. İsviçre 35
2.1.6. Güney Kore 35
2.1.7. Meksika 37
2.2. TÜRKİYE VE TÜRKİYE'DE SANAYİLEŞME SÜRECİ 38
2.2.1. Türkiye'de Sanayileşme Süreci 38
2.2.2. Türkiye'de Dördüncü Sanayi Devrimi "Sanayi 4.0" 44
2.2.3. Bilim, Teknoloji ve Yenilikçilik Politikaları 49
2.2.4. Ar-Ge Yatırımları 50
2.3. ENDÜSTRİ 4.0: ARTILAR VE EKSİLER 51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0'IN TÜRKİYE'DEKİ İŞ-GÜÇ PİYASASINA OLASI ETKİLERİ

3.1. İŞGÜCÜ PİYASALARI 54
3.1.1. İşgücü Piyasalarına İlişkin Temel Kavramlar 54
3.2. Türkiye'de İstihdam 58
3.3. Dijital Dönüşümde İşsizlik ve Gelir Dağılımında Meydana Gelen Bozulmalar 60

3.4. Dijital Dönüşümde Yeni Model İş Piyasası 64

3.4.1. İnsan-Makine Arayüzü (HMI) 64

3.4.2. Geleceğin Meslekleri 66

3.4.3. Teknolojik Dönüşümde Verimlilik 70

SONUÇ 73

KAYNAKÇA 75

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1: Endüstri 4.0 Çözümleri Ciro ve Segment Büyümesi (2016-2017):..... 26
Tablo 2: Endüstri 4.0'a Öncülük Eden Bazı Ülkelerin ve Türkiye'nin AR-GE Harcamalarının GSYH İçindeki Payı..... 47
Tablo 3: İstihdamın Sektörel Dağılımı (%), 2014-2020 59
Tablo 4: Sıralı %20'lik gruplar itibarıyla yıllık eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirinin dağılımı (%), 2011-2020..... 62
Tablo 5: Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirine göre gelir dağılımı göstergeleri, 2011-2020 63
Tablo 6: Seçilen ülkelerin belirlenen yıllardaki Gini katsayıları 64
Tablo 7: Otomasyona En Yakın Olanlar..... 67
Tablo 8: Otomasyona En Az Yatkın Olanlar..... 67
Tablo 9: WEF'e Göre Geleceğin Mesleklerinde Önemli Olan 10 Yetkinlik (2018-2020 Karşılaştırması) 69

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1: Modern Buhar Makinesi 5
Şekil 2: Almanya'nın Endüstri 4.0 Sürecinde İşsizlik Oranları 28
Şekil 3: Yol Haritasında Yer Alan Bileşenler 47
Şekil 4: Seçili Ülkeler İçin Ar-Ge Harcamaları (GSYH yüzdesi), % 50
Şekil 5: Klasik Modelde Emek Piyasasında Denge 55
Şekil 6: Klasik Modelde Emek Piyasasında Denge: Fiyatın Değişmesi 56
Şekil 7: Keynesyen Modelde Emek Talebi ve Emek Arzı 57
Şekil 8: İnsan-Makine Arayüzü Çalışma Sistemi 65

KISALTMALAR

3D	3 Dimensional, 3 boyutlu
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AI	Artificial Intelligence, Yapay Zekâ
AR	Augmented Reality, Artırılmış Gerçeklik
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme Faaliyetleri
ARPANET	The Advanced Research Projects Agency Network, Gelişmiş Araştırma Projeleri Ajansı Ağı
BM	Birleşmiş Milletler
BSTB	T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CPS	Cyber Physical Systems, Siber Fiziksel Sistemler
EBSO	Ege Bölgesi Sanayi Odası
FES	Friedrich-Ebert Stiftung, Friedrich Ebert Vakfı
GPS	The Global Positioning System, Küresel Konumlama Sistemi
GSYH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GTAI	Germany Trade & Invest
IBM	International Business Machines, Uluslararası İş Makineleri
IIC	Industrial Internet Consortium, Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu
IMF	The International Monetary Fund, Uluslararası Para Fonu
IoT	Internet of Things, Nesnelerin İnterneti
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
MÜSİAD	Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği
NFC	Near-Field Comminication, Yakın Alan İletişimi
OSD	Otomotiv Sanayii Derneği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
WEF	World Economic Forum, Dünya Ekonomik Forumu

GİRİŞ

İnsanoğlu tarih boyunca kendini sürekli geliştirmiştir. Ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda toplumsal, bilimsel ve ekonomik dönüşümler yaşanmıştır. Dünya tarihinde bu dönüşümlerin dönüm noktaları olarak kabul edilen devrimler yaşanmıştır. İnsanlar tarih boyunca tarım, silah üretimi ve giyecek alanlarında kendilerini geliştirmiştir. Ama bilimsel anlamda ilk devrim 18. yy. başlarında İngiltere'de ortaya çıkan birinci sanayi devrimidir. İngiltere'de başlayan bu devrim su çarkları ve üretilen buhar makinelerinin dokuma sanayinde kullanılmaya başlanmasıyla tekstilde önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır. Üretimi artırmak için basit makineler icat edilmiş ve bu makineler sayesinde her ev küçük birer atölyeye dönüşmüştür. Makinelerin işleri kolaylaştırmasıyla birlikte insanlar artık ihtiyaç fazlası üretim yapmaya başlamış ve bu ürünlerden gelir elde etme arayışına girmişlerdir. Artan üretim ve ticari ilişkilerin ilerlemesi sermayedarları harekete geçirmiş ve ürünlerin tek bir noktadan kontrolünün sağlanabilmesi amacıyla fabrikalar hayatımıza girmeye başlamıştır. Yaşanan tüm bu gelişmeler İngiltereyi ekonomide lider konumuna getirmiştir.

Birinci sanayi devriminden yaklaşık olarak yüz yıl geçmiş ve ilerlemeler hız kesmeden devam etmiştir. Sanayinin gelişmesiyle beraber üretim şekli değişmiş, toplumun refah düzeyi artmış ve ekonomik yapı da değişmiştir. Uygarlık adına atılan en önemli adım ikinci sanayi devrimidir. Bir önceki devrimden edinilen bilgi ve birikimler artmaya devam etmiştir. Devrimin başrol ülkeleri Amerika ve Almanya'dır. Bu süreçte insanlar makineler sayesinde üretime daha etkin bir şekilde katılmış, örgütsel yapı oluşturulmuş, verimlilik artışının sağlanabilmesi kaynaklar doğru ve akılcı bir biçimde kullanılmıştır (Genç vd, 2009:110).

"Teknoloji Devrimi" olarak da adlandırılan ikinci sanayi devrimi, çelik kullanımının artmasıyla birlikte ulaşım dâhil birçok alanda etkili olmuştur. Bu gelişmelerle birlikte fizik ve kimya biliminde de ilerlemeler yaşanmıştır. Elektrikle çalışan makinalar icat edilmiştir. Yine bu dönemde Henry Ford tarafından geliştirilen

kayan bant sistemi, iş bölümü ve uzmanlaşmayı beraberinde getirmiş, üretimde hızı ve sürekliliği arttırmıştır.

Birinci ve ikinci sanayi devriminden farklı olan üçüncü sanayi devrimi tek bir ülke ile anılmamaktadır. Diğer iki sanayi devrimi ile birlikte gelişen ulaşım ve ticaret ağı, üçüncü sanayi devriminde karşılıklı olarak bütün ülkelerle etkileşim haline girmiştir. Dijital devrim olarak tanımlayabileceğimiz üçüncü sanayi devriminde bilgisayarlar kullanılmaya başlanmış, sayfalar dolusu bilgi dijital ortamlara aktarılmıştır. Şöyle bir geçmişten gelecek olursak, ihtiyaçların karşılanması için öncelikle makineler icat edildi, üretimde verimlilik artırıldı ve artık bütün bu birikim bilgisayarlara aktarıldı ve dijital dünya geliştirildi. Bilim alanındaki bu tür gelişmelerin önü kesilemez oldu. Bilgisayarla birlikte anılmaya başlanan internetin kullanımıyla veri aktarımı da kolay bir şekilde sağlanmıştır. Bilgisayarların makinelerden komut almasını sağlamak için çeşitli yazılım programları da geliştirilmiştir Böylelikle üçüncü sanayi devrimi tek bir ülke ile sınırlı kalmamış aksine hemen hemen tüm dünyayı kapsamıştır.

İnternetin ve dijitalleşmenin popülerliğinin artmasıyla gelişim devam etmiştir. 2011 yılında Almanyada bir fuarda dördüncü sanayi devriminden söz edilmiştir. Bakacak olursak üçüncü ve dördüncü devrim arasında uçurum sayılabilecek farklılıklar olmamıştır. Aradaki tek fark bu devrim teknolojilerinin üçüncü sanayi devriminde geliştirilen teknolojilerden daha kapsamlı ve daha akıllı olması olabilir. Üretim daha modern bir yapı kazanmış, üretimde çeşitlilik artmıştır. Tabii dördüncü sanayi devrimi veya endüstri 4.0 olarak da adlandırabileceğimiz bu devrim ile hayatımıza farklı kavramlar da eklenmiştir. Özellikle üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, robotlar ve yapay zekâ, bulut bilişim ve nanoteknoloji bunlardan sadece birkaçıdır. Endüstri 4.0 üretimde ve toplum hayatında pek çok avantaja sahip olsa da sosyal yapı ve işgücü sektörü açısından baktığımız zaman bir o kadar da dezavantaja sahiptir.

Bu tez çalışması dört ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde çalışmanın kapsamına yer verilecek olup ikinci bölümde ise sanayi devrimleri yüzeysel bir yapıda aktarılacaktır. Üçüncü bölümde dördüncü sanayi devriminin aslında ne olduğu ve gelişmekte olan ülkeler üzerindeki değişime uğrayan iş güç

yapısına detaylıca yer verilmiştir. Son bölümünde ise çalışmaya konu olan Türkiye'de iş güç yapısına yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİ

1.1. SANAYİ DEVRİMİ AŞAMALARI

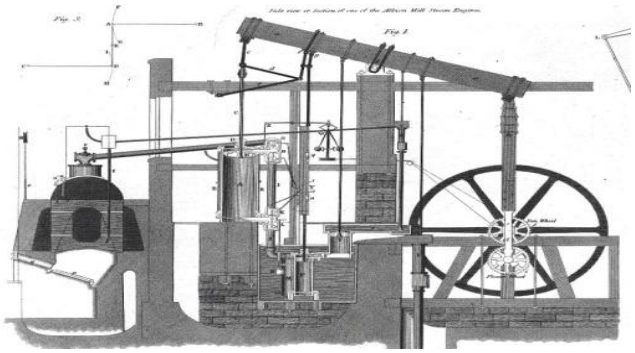
1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi "Sanayi 1.0"

Batı ve Doğu'ya bugünkü temel özelliklerini kazandıran değişim endüstri devrimidir. Birinci sanayi devriminin ne zaman başladığına dair kesin bir görüş yoktur. Kavramın ilk defa 1837 tarihinde Fransız İktisatçı A. Blanqui tarafından kullanıldığı bilinmektedir (Başer, 2011:276).

Devrimin ortaya çıktığı Ortaçağda Feodalizm ve Katolik kilise baskıları görülmekteydi. İnsanların özgür düşünmesine engel olan kilise, iradeyi yasaklamakla kalmamış, bilginin önüne geçmiş ve asıl mutluluğun ölümden sonra başlayacağı görüşünü toplumlara dayatmıştır. İnsanların dinle oyalanması sağlanarak başkaldırmamaları ve itaat etmeleri sağlanmıştır.

Feodal yapı ise bildiğiniz üzere toplumu dört gruba ayırmıştır. Üretici olan serfler toprağa bağlanmıştır, hiç bir hakka sahip değillerdir ve görevleri ne olursa olsun toprağı ekip üretim yapmaktır. Köylüler, burjuvalar ve piramidin en üstünde soylular ve din adamları yer almaktadır. Topluma baskı kurma hakkı soylular ve din adamlarına kendileri tarafından verilmiştir.

16. yüzyılda başlayan Reform hareketleri ile değişimler yaşanmaya başlamıştır. Haçlı Seferleri sonrası kilisenin gücünü ve otoritesini kaybetmesiyle bilim alanında hız kesmeyen sürekli ilerlemeler yaşanmıştır. Johannes Gutenberg tarafından icat edilen matbaa sayesinde bilgi günümüze kadar ulaşmış ve toplumlar arasındaki aktarımı kolaylaştırmıştır (Genç vd, 2019:18).



Şekil 1: Modern Buhar Makinesi

1780-1840 tarihleri arasında gerçekleşen birinci sanayi devrimi üretim alanında köklü değişiklikler yaşanmasına neden olmuştur. Tarım devriminden sonra gerçekleşen sanayi devrimi teknik anlamda kas gücünden makine gücüne geçilmesidir. Dokuma sanayisindeki gelişmeler Richard Arkwright'ın (1769-1780) sonrası pamuk eğirme makinasını geliştirmesiyle devam etmiştir. İlerlemeler hız kesmeden devam etmiş ve İngiliz bir rahip olan Edward Cartwright mekanik dokuma tezgâhını icat etmiştir. Bu makinalara 1769'da James Watt tarafından geliştirilen buhar makinası eşlik etmiş ve buhar pamukla evlenmişti (Freyer, 2018:40).

Yeraltı zenginlikleri açısından büyük bir avantaja sahip olan İngiltere dünyanın en büyük kömür üreticisi konumundaydı. Enerji kullanımının başlamasıyla insan hayatında büyük farklılıklar yaşanmıştır. Matthew Boulton ve James Watt'ın ortak geliştirdiği ve buhar makinasıyla çalışan Wheal Virgin adlı lokomotif, 953 atın yapabileceği işe denk bir iş yapmaktaydı. Kömürün ısı enerjisinde kullanılmasıyla maliyetler düşmüş, ekonomiyi frenleyen enerji kıtlığı ortadan kalkmıştı. Bu gelişme sabun üretimi, kumaş ağartma ve camcılık gibi hizmet sektörlerinin hareketlenmesini sağlamıştır. Geliştirilen buhar makinası üretimin fabrikalarda yapılmasına olanak sağlarken, kırsaldan kentlere doğru göç hareketleri başlamıştır (Black, 2017:343).

İngiltere'nin sahip olduğu bir diğer önemli zenginlik demir cevherinin bulunmasaydı. Ülkede bol bulunan demir devrimden önce odun kömürüne bağlıydı ve maliyeti yüksekti. Üretimde verimliliği yakalayamayan demir, İsveç'ten ithal edilmekteydi. Nüfusun artmasıyla kesilmeye başlanan ağaçlar ve odunların kullanılması odun arzında daralmalara yol açmış ve demir üretimi için girdi olarak kullanılan odunun fiyatı yükselmiş ve dolayısıyla demir üretim maliyetleri de artmıştır. Nitekim demir alanındaki ilk gelişme Abraham Darby tarafından, 1709'da

kok kömürü ile demirin eritilmesi olayıyla gerçekleşmiştir. Darby'nin geliştirdiği bu yöntem demir sanayi için sonun başlangıcı olmuştur (Bilgin, 2018:22-23).

Sahip olduğu coğrafi konum ve yeraltı kaynaklarının zenginliği ile devrime öncülük eden İngiltere dünyada lider konumundaydı diyebiliriz. Fabrikalaşmayla birlikte kırsaldan kentlere yaşanan göç hareketleri, göç edenler kadar kentte yaşayan insanları da etkilemiştir. Değişen yaşam tarzı sosyo kültürel yapıyı da değiştirmiştir. Artan nüfus ve ihtiyaçlar neticesinde yollar, köprüler, kanallar yapılmış böylelikle hem ulaşım hem de taşımacılık alanında gelişmeler yaşanmıştır. Gelişen ulaşım ağı ile birlikte üretilen mallar hem iç pazarda hem de dış pazarda yerini almıştır.

Yaşanan bütün bu olumlu gelişmelere bir de iş gücü piyasasından bakalım. Devrimin ilk dönemlerinde yatırımcılar ve sermayedarlar maksimum kar elde etmenin peşindeydiler. Çalışma saatleri uzun ve koşullar zorluydu. Emeğin karşılığı ise yok denecek kadar azdı. Daha önceden doğaya bağlı bir şekilde üretim yapan insanlar artık fabrikalarda sürekli işçi konumuna geldiler. Üretim hacminin artması, artan göçle birlikte tüketim talebini de artırmıştır. Şehirlerde oluşan kalabalık işçi grupları, fabrikalarda vasıflı işçilerin aranmasına sebep olmuştur. Artan üretimle ülke zenginleşmeye başlamış ancak elde edilen gelir işçi ve işveren arasında adil bir şekilde dağılmamıştır. Bu gelir adaletsizlikleri birçok kez tanık olduğumuz grev, boykot, toplu iş durdurma gibi hareketlere neden olmuştur. Erkek bireylerin bu zorlu çalışma koşullarını kabul etmemesi üzerine fabrikalarda çok sayıda kadın ve çocuk işçi çalışmaya başlamıştır.

Nüfusun daha çok fabrikalara yakın alanlara doğru yoğunlaşması işgücü arzını kolaylaştırırken, işçilerin düşük gelir ve uzun çalışma saatlerini kabul etmek zorunda olduklarından bahsettik. Yaşanan toplumsal hareketler İngiliz parlamentosu tarafından yasal güvenceyle önlenmeye çalışılmıştır. 1847 yılında "On Saat Yasası" olarak bilinen düzenleme yürürlüğe girmiş ve çalışma saatleri sınırlandırılmıştır. Baktığımız zaman işçilerin hakkı olan bu yasal düzenleme bir süre sonra hırslı sermayedarlar ve fabrika sahipleri tarafından işçiler aleyhine döndürülmüştür. Vardiya modeline geçilmiş ve çalışma süresi on iki saate çıkarılmıştır. Bazı işletmeler ise on saat kuralına uymuş ancak makina hızını artırarak işçileri aralıksız çalıştırmıştır (Genç vd., 2019:97).

1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi " Sanayi 2.0"

Sanayi devrimi sadece üretimde değişimlere neden olmamıştır. Sosyal, kültürel, demografik alanlarda da temelden değişimlerin yaşanması, günlük hayatın kolaylaşması, ticari ilişkiler, hukuk alanındaki gelişmelerin yaşandığı bir dönem olmuştur. Kilisenin otoritesinin yıkılmasıyla yaşanan aydınlanma çağı makinaların tasarlanıp kullanılmasıyla birlikte mühendislik alanında yaşanan gelişmeler sağlık ve sosyal alanları etkilemiştir.

Birinci sanayi devriminden sonraki yüz yıl içinde birçok gelişme yaşanmış, yapılan icatlar sonrasında patentler alınmaya başlanmış ama varlıklarını sürdürememişlerdir. Çeliğin üretiminin ve kullanımının ulaşım ve makinalar için öneminine değinmiştik. İkinci sanayi devrimi dönemiyle hammaddeye ulaşım daha da kolaylaşmış ve yapılan fazla üretim daha geniş alanlarda ticaret için pazar arayışları hız kazanmıştı. Kısacası ikinci sanayi dönemi üretimde çeşitlilik ve hacmin artmış olduğu bir dönem olarak karşımıza çıkar.

Demiryolları ve trenlerin bu döneme kadar mevcut olmasıyla birlikte çelik madeninin daha güçlü ve sağlam yapısı sayesinde üretilmeye başlanması, sektörde maliyetlerde azalma sağlamıştır. Tüm bu gelişmeler yaşanırken fosil yakıtlar da keşfedilip endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Petrolün kullanılıp işlenmesi ile birlikte benzinli araçlar üretilmeye başlanmıştır. Ayrıca içten yanmalı motorlara da yine ikinci sanayi devrimi döneminde rastlanmaktadır (Barutcu, 2019:6).

İkinci sanayi devrimi denilince akla ilk gelen isimlerden biri Henry Ford'dur. Ford dönemin her çalışan vatandaşının sahip olabileceği uygun fiyatlı ilk otomobili tasarlamıştır. Model T olarak adlandırılan otomobil modeli ilk olarak 1908'de halka sunuldu ve 825$ gibi bir fiyatla satışa sunuldu. Sabit ve karmaşık olan üretimi değiştirmeyi hedefleyen Ford, 1913'te üretim hattını kurdu. T modeli bir üretim bandında üretildi ve sanayide önemli gelişmelerin yaşanmasına temel hazırladı. Artık aynı sayıda işçinin 12 buçuk saatte yaptığı iş, üretim bandı sayesinde 1 buçuk saate inmiş oldu. 84 adımda gerçekleştirilen bir araba üretiminde her işçinin kendi alanında uzmanlaşmasına olanak sağlayan bu sistem ayrıca üretimde uzmanlaşmayı ve vasıflı eleman yetiştirilmesini de sağlamıştır.

1920'de Ford'un kendisi için çalışan 200.000'den fazla çalışanı ile günde 4000'den fazla üretimin yapılması, pazar payını %90'a ve satınalma gücünü önemli bir noktaya taşınmasında etkili olmuştur.

Sanayileşme sürecine hızlı adapte olan ülkeler gelişmeye devam etmiştir. Refah düzeyi ve yaşam standartlarının artmasıyla birlikte ulaşım, sağlık ve hizmet sektörleri de gelişmiştir. Ulaşım kolaylığı sayesinde insanlar daha kolay seyahat ederken, insan sağlığında da takip, teşhis ve tedavide gelişmeler yaşanmış ve ortalama insan ömrü uzamıştır.

İkinci sanayi devrimi ile birinci sanayi devrimi arasındaki temel fark gördüğümüz gibi yeni makinalarla birlikte artan üretim kapasitesidir. Ulaşım ağı ve her biri bir sonrakine ilham olan teknolojik gelişmeler sayesinde sınırlar aşılmış ve fikirler hızla yayılmıştır. Bu devrim sadece üretim ve makineleşme alanında değil doğrudan insan hayatında da değişime ve gelişime yol açmıştır.

1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi " Sanayi 3.0"

Su ve buhar gücü yerini petrol ve elektriğe bırakmıştı. Sanayi devrimleri birçok açıdan çağ atlama olayı gibi görünse de olumsuz yönleri de barındırmaktadır. Devrimler sonucunda doğal kaynaklara yönelmenin ve bu durumu çevreye zararlarından bahsetmiştik. Doğal hayatın ve doğal kaynakların tüketilmesi zaman geçtikçe daha fazla risk haline gelmiştir. Sürdürülebilirliğin risk altında olmasıyla farklı enerji kaynakları arayışlarına başlanmış ve yaşanan gelişmeler üçüncü sanayi devrimine temel hazırlamıştır.

Gelişen ulaşım ağı ile birlikte önceki devrimler gibi tek bir ülkeyle sınırlı kalmayan üçüncü sanayi devrimi eş zamanlı olarak birçok ülke arasındaki etkileşimle gerçekleşmiştir.

"Dijital Çağ" olarak da tanımlanan bu dönemin en önemli özelliği bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler olmuştur. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Doğu Bloğu'nun yıkılmasıyla hız kazanan küreselleşme süreci dünyayı tek pazar haline getirmiş, bununla birlikte üretim anlayışı, pazarlama ve satış teknikleri tamamı ile değişkenlik göstermiştir (Özsoylu, 2017:43).

Üçüncü sanayi devriminin eş zamanlı geliştirilmesini destekleyen ve birbirini etkileyecek beş bileşimi bulunmaktadır (Rifkin, 2019:58).

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek,
- Tüm binaların mikro enerji santrallerine dönüştürülerek yenilenebilir enerji toplayabilecek standarda sahip olması,
- Kesintili enerji depolamak için binalar ve altyapıların hidrojen ve diğer enerjilerin depolanmasına uygun hale getirilmesi,
- İnternet ağı gibi enerji ağınında işlenerek enerjinin paylaşıldığı bir şebeke ağının oluşturulması,
- Ulaşım araçlarının akıllı, kıtasal, etkileşimli bir enerji şebekesi üzerinden elektrik alıp satabilen elektrikli ve yakıt hücreli araçlarla değiştirilmesidir.

Üçüncü sanayi devrimine dijital devrim denmesinin bir diğer sebebi bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasıdır. Üretime entegre olan bilgisayarların bilgi ve birikim gerektiren araçlar olmasından dolayı bu dönem aslında bilgi toplumuna geçişin başlangıcıdır.

1948'de transistörlerin keşfi ile transistörler televizyon ve bilgisayarlarda kullanılan tüplerin yerini almıştır. Keşfedilen bu transistörler sayesinde bilgisayarlar ebat olarak daha kullanışlı bir hale getirilmiştir. Teknolojik alandaki bu gelişmelerle üretim otomasyonu sağlanmış ve yazılım sistemleri de geliştirilmiştir. Fabrikalarda insanlar aracılığıyla yapılan üretimin yerini makinalar ve yazılımlar tarafından kontrol edilen bilgisayarlar almıştır. Bu durum çalışan insan ihtiyacını azaltırken kalifiye elemana duyulan ihtiyacı artırmıştır (Arslan, 2020:6).

Geliştirilen bilgisayarlar ve internet ağı ile birlikte herkesin evinde bulunabilen kişisel bilgisayarlarla bilgiye ulaşmak daha kolay hale gelmiştir. Gündelik hayatımızı pek çok alanda etkileyen bu teknolojik aletler, ilk çağlardan beri analog olan sistemi dijitale çevirmeyi başarmıştır.

Üçüncü sanayi devrimiyle adını duymaya başladığımız robotlar ve 3D yazıcılarla birlikte üretimde artışlar yaşanırken hem çeşitlilik hem de verim artışları

gerçekleşmiştir. Tek tip seri üretim yerini kişisel üretime bırakmıştır. Gelişen bilişim sektörüyle üretici hâkimiyeti de yerini tüketiciye bırakmış, kaliteli ve ucuz üretime olanak sağlanmıştır.

1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi "Sanayi 4.0"

Sanayi kavramının doğuşu ile birlikte birçok değişim ve dönüşüm hareketi başlamıştır. Buhar gücüyle çalışan makinelerdan bilgisayar teknolojileri ile çalışan makinelere geçiş radikal bir dönüşüm olduğunun göstergesidir. Teknolojinin sürekli olarak gelişmesi ihtiyaca göre cevapların verilmesini sağlayan yeni bir dünya düzenini de beraberinde getirmiştir.

Almanya'nın öncülüğünde başlayan "Sanayi 4.0" ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda gündeme gelmiştir. İnternetin daha yaygın olarak kullanılmasını sağlayan, daha ucuz ama daha güçlü sensörlerle yapay zekayı makinelere entegre ederek verilerin daha dinamik bir biçimde işlenmesini sağlayan dijital bir devrim olmuştur (Aydemir, 2018:255).

Endüstri 4.0 olarak da adını sıkça duyduğumuz dördüncü sanayi devriminin amacı tedarik zinciri içerisinde üretim ve ağ bağlantıları yoluyla dünyayı birleştirmektir. Bilgisayarlı sistemler aracılığı ile yönetilen akıllı fabrikalarla, fiziksel süreçlerin bir kopyasını oluşturarak örgütlerle mekanizmaları ile merkezi bir karar alma sürecini başlatacaktır (MÜSİAD, 2017:39).

Teknolojik dönüşümü yaşadığımız bugünlerde sanayi ve üretim alanlarında birçok yeniliğe tanık olmaktayız. Endüstri 4.0 veya Endüstriyel İnternet gibi farklı isimleri de olan dördüncü sanayi devriminin amacını gerçekleştirebilmesi için bazı araçlara ihtiyacı vardır. Yeni nesil teknolojilerle geliştirilen 3D yazıcılar, akıllı fabrikalar, yapay zekâ ve robotlar, siber fiziksel sistemler ve bulut bilişim teknolojileri bu araçların birkaçıdır. Bu bölümde yüzeysel olarak ele aldığımız endüstri 4.0 konusuna daha sonraki başlıklarda detaylıca değinilecektir.

1.2. ENDÜSTRİ 4.0 NEDİR?

Günümüz teknoloji çağına gelmeden önce yaşanan devrimlerde de gördüğümüz üzere temel hedef insan ihtiyaçlarının, üretim kaynaklarının verimli şekilde kullanılması ile karşılanmaya çalışılmasıdır. Buharlı makinelerle başlayan bu süreç elektriğin kullanılması, çelik, kömür ve petrol gibi hammaddelerin işlenip üretimde ve ulaşımda kullanılmasıyla devam etmiştir. Tıp, kimya, sanayi gibi gelişen birçok hizmet sektörü bilgi birikim de artmasına neden olmuştur. Günümüzde yaşadığımız son evre ise "Dördüncü Sanayi Devrimi"dir.

Peki, otomasyon sistemlerinin verimli şekilde kullanıldığı Endüstri 4.0 nedir?

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak Almanya'da dünyanın en büyük Endüstri Fuarı olan Hannover (2011)'da gündeme gelmiştir. Üçüncü sanayi devrimi döneminde bahsettiğimiz mekanik, elektronik ve yazılım programlarının ilerlemesi, dördüncü sanayi devrimi ile daha da geliştirilerek çok daha etkin ve verimli kullanılmasını sağlamak hedeflenmiştir.

Üçüncü sanayi devrimine ek olarak dördüncü sanayi devriminde; çağdaş üretim otomasyonu, akıllı okuyucular, yeni nesil mobil internet teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, birbirleri ile iletişim kurabilen üretim cihazları ve robotlar, üç boyutlu yazıcılar ve yeni nesil akıllı üretim fabrikaları vardır. Özdoğan'a göre dördüncü sanayi devrimi, bugüne kadar üretilmiş olan bütün cihazların siber sistemlerle buluştuğu bir siber devrimdir. Hızlı ilerleyen ve yaşamımızın her alanında varlığını hissedeceğiniz bu devrim diğer üç devrimden çok daha önemlidir (Özdoğan, 2019:29).

Sayılan bu temel unsurların bir araya gelmesiyle, üretim teknolojisinde yeni ağlar oluşturulmuş, hassas sensörlerin de yardımıyla ölçüm, sınıflandırma ve denetim yapılabilmesine ve denetimlerle elde edilen-geliştirilen verilerin çeşitli yazılımlar tarafından işlenmesine olanak sağlanmıştır. İletişim ağlarının da hiç olmadığı kadar sıkılaştırılması tüm üretim sürecinin daha hızlı ve etkin bir şekilde işlenmesine katkı sağlamıştır. Kısacası Endüstri 4.0 *"akıllı üretim"* dönemini başlatmıştır diyebiliriz (Türkcan ve Akseki, 2019:60-61).

Yaşanan her devrim insan ihtiyaçlarının sürekli olarak değişmesiyle gerçekleşmiştir. Endüstri 4.0' ın da geliştirilmesi yine tüketici taleplerindeki değişmelerdir. Hızla gelişen teknolojilere kayıtsız kalamayan tüketici, pazarın da geniş olmasıyla talep ettiği ürüne hızlı bir şekilde ulaşmak ister. Bu talep karşısında ise işletmeler daha hızlı üretim yapmak zorundadır. Bu teknolojik gelişime ayak uyduramayan işletmeler ise küçülme ile hatta kapanma riski ile karşı karşıya kalacaktır.

Endüstri 4,0'ı diğer üç devrimden ayıran dört temel unsur vardır; sensör, veri, bilgi ve işlem. Sensör; ısı, ışık gibi fiziksel ve kimyasal sinyalleri veriye çeviren ve ölçümü algılayabilen işlemdir. Veri; toplanan verileri amaca göre sınıflandırarak amacına uygun olanı seçer ve kullanır. Bilgi; sahip olduğu yapay zekâ ile mevcut toplanan veriyi kullanır ve karar vericidir. İşlem ise amacına uygun olarak elde edilen verilerin sensörler aracılığıyla ölçülüp değerlendirildikten ve bilgiye dönüştürdükten sonra karar verici işlemine kalmasıdır (Öztuna, 2017:53).

1.3. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ NELERDİR?

Endüstri 4.0 kavramı denildiği zaman pek çok insanın aklına temelde üç başlık gelmektedir; nesnelerin interneti, siber sistemler ve akıllı fabrikalar. Ancak Endüstri 4.0 bundan çok daha fazlasıdır. Yaşanan teknolojik ilerlemeye katkı sağlayan diğer kaynaklar; bulut teknolojileri, büyük veri, yapay zeka, üç boyutlu yazıcılar, artırılmış gerçeklik, robotlar, simülasyon ve blokzincir teknolojileri bunlardan sadece bir kaçıdır.

1.3.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT)

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things), fiziksel dünyadaki nesneler içine gömülü halde bulunan sensörlerin kablolu ya da kablosuz bağlantılarla internete bağlanılmasını ifade eder (Banger, 2018:43). Yani kısacası araç veya makinalardan hatta insan aracılığı ile elde edilen verilerin, tanıtılmış ağ yardımıyla başka bir sisteme aktarılmasına imkân sağlayan sistemdir.

İlk olarak Kopetz (2011) tarafından kullanılmış olsa da, nesnelerin interneti fikri ilk olarak Mark Weiser'in makalesi ile gündeme gelmiştir. Fakat İngiliz bir

girişimci olan Kevin Aston (1999) tarafından formüle edilip ortaya çıkarılmıştır. İnternet iletişimi teknolojisinin gelişimi ile sanal dünya ile fiziksel dünya harmanlanmakta ve nesnelerin birbirleriyle konuşabilecekleri görüşü öne sürülmektedir (Çiftçioğlu vd., 2019:36-37).

Nesnelerin interneti uygulamasına pek çok örnek verebiliriz. Doktorların hastalarını kolayca takip edebileceği hasta bileklikleri, kontrol panelleri, son dönemlerde alışverişlerde sıkça kullandığımız Yakın Alan İletişimi (NFC) sayesinde yaptığımız temassız ödemeler, cihazlarımızı telefonumuzla kontrol edebileceğimiz akıllı ev sistemleri, akıllı tarım uygulamaları, giyilebilir teknolojiler (saat, bileklik, tişört, Airpods vs.), geliştirilen son teknoloji harikası arabalar, drone'lar ve tüm bunları kontrol edebildiğimiz akıllı telefonlar ve tabletler örnek olarak sayabileceğimiz teknolojilerdir. Bütün bu nesneler içerisinde bulundurduğu sensörlerle çevresinden veri toplayarak tanımlanan ağ yoluyla bir diğer nesne veya cihazla paylaşabilmektedir.

Hayatımızı pek çok noktada kolaylaştıran bu veri paylaşımı, doğal kaynakların yönetimi ile ilgili eş anlı bilgi almamıza da yardımcı olmaktadır. Hava kalitesinin ölçümü, deniz kirlilik oranı, barajlarımızın doluluk oranı yine yerleştirilen sensörler aracılığıyla bize bilgiler sunmaktadır. Tarım sektöründe kullanılan akıllı sulama sistemlerinde yerleştirilen sensörler sayesinde toprağın ihtiyaç duyduğu su miktarı belirlenirken aynı zamanda aşırı su tüketiminin de önüne geçmektedir. Kamu güvenliği alanında da devlete yardımcı olan bu sisteme Güney Kore'deki Jindo köprüsüne yerleştirilen 600'den fazla sensörü örnek gösterebiliriz. Yerleştirilen bu sensörler sayesinde köprüde meydana gelebilecek en ufak bir sorun, mühendislere mesaj yoluyla anlık olarak iletilmektedir (Koç, 2020:20).

Etrafımızdaki pek çok şeyi tek bir hareketimizle kontrol ediyor olmamızın beraberinde getirdiği birtakım problemler de vardır. Telefonumuza indirdiğimiz aplikasyonlar bizlere konforlu bir hayat sunarken aslında bu aplikasyonları kullanmak için girdiğiniz kişisel verilerimizin çalınması güvenlik tehdidi içermektedir. Mahremiyetin kalmaması IoT teknolojisinin olumsuz diyebileceğimiz sonucu doğurmaktadır. Makine ve teçhizatların tek tuşla yönetilmesi ayrıca işgücü için de tehdit oluşturmakla birlikte çalışma yerlerinin kapanmasına da neden

olmaktadır. Fiziksel nesnelere bu denli dijital özellik kazandırılması karmaşıklığın artmasına ve kontrol kaybına da yol açacaktır (Schwab, 2018:150).

1.3.2. Siber Fiziksel Sistemler (CPS)

Siber Fiziksel Sistemler (Cyber Physical Systems) birbirleriyle ve diğer materyallerle internet aracılığı ile iletişim kurabilen, yazılım tabanlı üretim sistemleri olarak tanımlanır (Kurtuluş vd.; 2019:206). Siber fiziksel sistemler kavramı Lee (2006) tarafından ilk olarak ABD'de iki dünya arasındaki önemi vurgulamak için kullanılmıştır (Bradley ve Akins, 2015:23024).

Sanal ortam ve fiziksel ortamı birleştiren CPS, iki önemli unsurdan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi tanımlanmış bir internet adresi aracılığıyla birbirleriyle internet üzerinden haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ diğeri ise gerçek dünyadaki nesne ve davranışları bilgisayar ortamında simülasyon aracılığıyla ortaya çıkaran sanal ortamdır. Kısacası CPS iki dünya arasındaki sınırı ortadan kaldıran güçlerden biridir.

Nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler ve yapay zekânın bir araya getirilmesi ile oluşturulan akıllı fabrikalarda üretim yapılmaya başlanmıştır. Bilgisayarlar ve geliştirilen otomasyon sistemleri sayesinde gerçekleştirilen üretimde kalite yükselmiş ve verimlilik artışı gözlemlenmiştir. Siber fiziksel sistemlerin Ayrıca üretimde yaşanacak aksaklıkları da yine sahip olduğu veriler sayesinde otomatik olarak gidermesi teknolojide gelinen noktayı gözler önüne sermektedir.

Siber sistemlerin geliştirilmesi pek çok açıdan üretimdeki hızı ve kaliteyi artırırken yine güvenlik alanında sorunlara açık kapı bırakmaktadır. Nesnelerin interneti konusunda ele aldığımız tehditler ve tehlikeler siber fiziksel sistemler için de geçerlidir. Endüstri 4.0 ile birlikte gelişen yoğun veri aktarımı için güvenlik önlemleri almak ve strateji geliştirmek firmaların lehine olacaktır.

1.3.3. Akıllı Fabrikalar

Almanya'nın Kaiserslautern şehrinde bulunan Yapay Zekâ Araştırma Merkezi'nin geliştirmiş olduğu Smart Factory KL girişimi, ulaşılan en son bilgi ve iletişim teknolojilerinin endüstriyel uygulamalarıyla Avrupa'da kurulan ilk bağımsız teşhir fabrikasıdır. 2005 yılındaki bu girişim kamu-özel sektör ortaklığının başarılı bir örneği olmakla beraber, teknolojiyi kullananlar ve üretenler arasında oluşturulan bir işbirliği girişimidir (Anahtar, 2017:53).

İlk üç sanayi devrimiyle buhar makinalarından üretim bandının keşfedilmesine uzanan bir sürecin ardından Endüstri 4.0 ile bilgi teknolojisi hız kesmeden ilerlemiş ve akıllı fabrikalar geliştirilmeye başlanmıştır. Endüstri 4.0 otomatik ve kontrol edilebilen sistemler tarafından kendi konfigürasyonlarını kendileri yapabilen, kendini izleyip iyileştirebilen üretim sistemleri mümkün hale gelecektir. Bu gelişmelerin sonucunda ise verimlilik elde edilebilecek ve büyüme hız kazanacaktır.

Peki, son teknoloji akıllı fabrikalar bize ne kazandıracak?

Almanya'nın kendi siber fiziksel sistemini yaparak Endüstri 4.0' a öncülük ettiğini biliyoruz. Hatta şöyle ki Almanya Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi bu yeni üretim sürecinin, verimliliği %30 oranında artıracağı öngörüsünde bulunmuştur. Akıllı fabrikalarda üretilen ürünlerin piyasaya sürülmesiyle değişim hız kazanacaktır. Gelişen fabrikalarda bulunan bileşenler, araçlar, makineler sensör ve iletişim sistemleri ile donatılacak, sanal gerçeklik ve simülasyonların da oluşturulması yardımıyla ürün piyasaya sunulmadan önce oluşabilecek sorunlar kolayca halledilebilecektir. Doğru karar, hız, kalite ve düşük maliyet akıllı fabrikaların olumlu sonuçları olacaktır.

1.3.4. Bulut Teknoloji

Bulut bilişim, bilgisayarlar ve diğer cihazlar için istenildiği zaman kullanılabilen ve kullanıcılar arasında paylaşılarak bilgisayar kaynakları sağlayan, internet altyapılı bilişim hizmetleri olarak tanımlanmıştır (Banger, 2018:41). Söz

konusu sistemde, kaynakta yer alan yazılım ve bilginin bilişim sistemleri tarafından saklanması ve paylaşılması sağlanır (EBSO, 2017:14).

Temeli 1950'de atılan bulut bilişim sisteminin gelişmesinde Amazon'un katkısı görülmektedir. Veri merkezlerini geliştiren bu büyük şirket ilk bulut sistemi olan S3'ü oluşturmuştur. Dünya'da ve ülkemizde ise 2008 yılında kullanılmaya başlanan bu sistemle veri depolama alanı genişletilmiş ve verilerin hızlı bir şekilde iletilmesi sağlanmıştır. Bir web tarayıcısı üzerinden alınan hizmetler, firmaların maliyetlerini azaltmalarına da yardımcı olmaktadır. İnternet tabanlı çalışan bu sistem ek bir yazılım veya donanıma ihtiyaç duymadığı için eğitim ve test harcamalarına da gerek kalmayacaktır (Koç, 2020:23-24).

2011'den önce bulut bilişim nedir diye soracak durumdayken şimdilerde aslında hepimizin verilerimizi depolamak için ihtiyaç duyduğumuz uygulamalar neler olabilir sorusuyla arayış halindeyiz. Akıllı telefonlarımız da kullandığımız SSD (Solid State Drive) kartların yerini şimdilerde sınırsız hafızaya sahip olan uygulamalar almaktadır. Hafızası yüksek bir telefon veya bilgisayar almanın maliyeti ihtiyaç duyduğumuz hafızayla orantılı bir şekilde artmaktadır.

Sınırsız verilerimizi depolayabileceğimiz alternatif uygulamalar denildiği zaman bulut bilişimin teknolojileri devreye girmektedir. Temelde akıllı telefonu veya bilgisayarı olan herkes Facebook, Gmail ve Hotmail gibi uygulamalarla bulut teknolojilerini kullanmaktadır. Ancak gelişen teknoloji ile bulut teknoloji sistemleri piyasası da genişlemiştir. Kullanıcıların aktif ve yaygın olarak kullandığı diğer bulut bilişim uygulamaları Dropbox, Google Dökümanlar, Evernote, iCloud (Apple-2011), Zoho, Microsoft 365 ve Salesforce uygulamalarıdır.

1.3.5. Büyük Veri (Big Data)

İnternet çağının zirvesini yaşadığımız bu günlerde internetin bütün hayatımıza hakim olması, bilgiye erişmemize önemli ölçüde yardımcı olmaktadır. Bilgiye kolay erişmemiz ve bunu paylaşmamız sosyal medya araçlarının yaygın olarak kullanılmasıyla basit ve hızlı hale gelmiştir. Milyarlarca bilginin parmak ucumuzda olması aynı zamanda büyük bir bilgi kirliliğinin de olduğu anlamına gelmektedir.

Büyük veri kavramı işte tam da bu noktada ortaya çıkmıştır. Büyük veri; değişik pek çok kaynaktan toplanan verilerin, anlamlı ve işlenebilir hale dönüştürülmesi biçimidir (EBSO, 2017:12).

Büyük veri bilginin sadeleştirilmesi dışında bazı organizasyon gruplarının da ihtiyaç duyulması halinde kullandığı veri setleridir. Kamu hizmetleri, sağlık sektörü, pazarlama faaliyetleri, üretim süreçleri ve finans sektörü gibi pek çok alanda verilerin toplanması ve işlenmesi yaygındır. Bilgi artışının aşırı olması veri setlerinin oluşturulma süresini de tahmin edilenden daha zor ve yıpratıcı hale getirmektedir (Türkcan ve Akseki, 2019:68-69).

İnternet ortamında yer alan milyarlarca bilginin, uzmanlar tarafından ihtiyaç duyulan alanlarda gereken bilginin doğru bir şekilde kullanılıp analiz sonuçlarınn yine doğru bir şekilde yorumlanması, kurum ve kuruluşların da bu yorumlar doğrultusunda stratejik kararlar vermelerine, oluşması muhtemel riskleri daha akılcı çözümlerle yönetmelerine, firmalarını geliştirmeye ve genişletmeye de yardımcı olacaktır.

1.3.6. Yapay Zekâ (Artificial Intelligence-AL)

Endüstri 4.0’ da üzerinde durulması gereken en önemli bileşen yapay zeka olmalıdır dersek yanlış olmayacaktır. İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla akıllı fabrikalar, akıllı makineler ve özellikle ve yapay zekânın geliştirilmesi pek çok alanda kolaylık sağlamaktadır.

Yapay zekâ dediğimiz kavram; makinelere insan zekâsının aktarılmasıyla onlar gibi düşünüp hareket etmelerine imkân sağlamaktır. Büyük veri sayesinde bilginin sadeleştirilip toparlanması ve genişletilebilmesi insan-makine arasında bağ kurarak komut olmanın da ötesinde, sensörler yardımıyla makinelerin de kendi aralarında iletişimi mümkün hale gelmiştir. Makinelerin işi öğrenmesi demek işletmelerin veriminin artması demektir. Buna benzer başka olumlu yönleri de şöyle sıralanmıştır (Schwab, 2018:161):

- Rasyonel, veri güdümlü kararlar ile azalan önyargı
- Çalışma yeri kazancı ve inovasyon
- Enerji bağımlılığı
- Tıp biliminde hastalıkların ortadan kaldırılması ve sağlık sektöründe ilerlemelerin yaşanmasıdır.

Sesli komut alan akıllı asistanlar, sürücüsüz otomobiller, cerrahide görev alan veya hastaları tedavi edebilen robotlara baktığımız zaman hepsinin ortak noktasının yapay zekâ olduğunu söylememiz mümkündür.

Yapay zekâ eğer şirket yapısında değişikliğe yol açmıyorsa, verimi arttırmıyorsa yanlış yapılmış demektir. Bu yeni teknolojiye uygun olarak işletmeler, iş organizasyonlarını, yapı ve politikalarını yapay zekâya göre belirlemek zorundadır. Aksi halde bu alanda yapılan bütün yatırımlar ve harcamalar boşa gidecektir (Öztuna, 2017:77).

Teknoloji evrimini yaşadığımız ve internetin bütün hayatımızda hüküm sürdüğü Endüstri 4.0 çağında, siber fiziksel sistemler ve bulut teknolojilerdeki güvenlik sorunu yapay zeka içinde geçerli bir tehdittir. Rasyonel öğrenmeye açık olan makine ve robotlar insan emeğinin yerini alarak işsizliğe yol açabileceği ihtimalinin yanı sıra sistemin hacklenmesi sorununu da beraberinde getirecektir. İleri teknoloji sistemlerinin kontrollü geliştirilmediği ve kullanımlarının artmasıyla makinelerin insanlar için oluşturabileceği de pek çok bilim insanının teorileri arasında yer almaktadır. Kısacası yapay zekâ ile hareket eden bu *"akıllı ajanlar"* kendi aralarında bir iletişim dilini geliştirme seviyesine ulaşırlarsa insanlık için büyük tehdit oluşturacaktır.

1.3.7. Üç Boyutlu Yazıcılar (3 Dimensionel Printers)

İçinde üretimin bulunduğu bütün alanlar gelişmek zorundadır. Teknolojinin sürekli bir evrim içinde olması üretimin artmasının yanı sıra hayatımızı da kolaylaştırmaktadır. Üretim yapan her firma bu teknoloji hareketine ayak uydurmak zorundadır.

Endüstri 4.0’ ın bir diğer önemli bileşeni Üç Boyutlu Yazıcılardır. Siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar, yapay zekâ ve iletişim kurulabilen makineler neredeyse insan emeğine ihtiyaç duymadan üretim noktasında önemli rollere sahiptirler.

Berman (2012) konuyla ilgili çalışmasında üç boyutlu başlı teknolojisinin yanlış tanıtıldığından bahseder. Bu alanda yer alan uzmanların bir kısmı üç boyutlu baskının katman bazında nesne oluşturduğunu belirtirken diğerleri bu terimi işyerleri veya tüketicilerin nispeten daha düşük maliyetle hızlı bir şekilde prototipleme yapabileceği makineler olarak tanımlamıştır (Berman, 2012:156).

Yukarıda bahsettiğimiz diğer bileşenlerin üretim yapma noktasındaki ara mal üretimini, geliştirilen üç boyutlu baskı teknolojisi gerçekleştirir. Temel amacı üç boyutlu cisimler üretmek olan bu sistem yazılım programları sayesinde üretim gerçekleştirmektedir. En küçük parçadan devasa bir gökdelene kadar her şey bu baskı teknolojisi ile üretilebilir. Singapur Devleti, Nanyang Teknoloji Üniversitesi'ne 150 milyon dolarlık bir yatırım yaparak araştırmacıların, büyük hacimli beton blok üretilmesi adına yapılan çalışmalarını desteklemektedir. Yine Kuzey Carolina’da bulunan Wake Forest Üniversitesi kendilerinin geliştirdiği üç boyutlu baskı teknolojisini kullanarak organ, doku ve kemik üretebilen bir makine tasarlamışlardır (Özdoğan, 2019:81)

Peki, bu baskı teknolojisi nasıl çalışır?

Üç boyutlu baskı, bir yazıcı kullanılarak bilgisayar destekli tasarım programları yardımıyla tasarlanmış herhangi bir elektronik datayı kalıp ve model ihtiyacı duymadan makineye yönlendirerek kat kat malzeme eklenmesini sağlayarak üç boyutlu üretim gerçekleştirilir. Kısacası yapılacak olan ürünün hammaddesi işlenerek mal üretilmeden önce önizleme ve model oluşturma işlemidir. Geliştirilen bu teknoloji sayesinde talep edilen ürünler en kısa sürede üretilip, ekstra bir maliyete ihtiyaç duyulmaksızın üzerinde değişikliklerin yapılabildiği bir üretim sistemidir (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018:427).

1.3.8. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality-AR)

Artırılmış gerçeklik; bilgisayarlar aracılığıyla ses, grafik, video veya GPS verilerinin üretilmesi ile duyusal girdilerin eklenmesi sonucu canlandırılan nesnelerin gerçek dünya algısıyla ortaya çıkarıldığı görünümdür.

Gerçek dünya ve sanal dünya ile aynı anda etkileşim halinde bulunulması anlamını da taşıyan artırılmış gerçeklik teknolojisi, Endüstri 4,0'ın diğer bileşenleri gibi son dönemlerde çalışmalara konu olmaktadır. Pek çok alanda kullanımı mümkün olan artırılmış gerçeklik teknolojisi özellikle askeri, eğitim, müze, sağlık, gezi ve tasarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Artırılmış gerçeklik teknoloji aslında yabancı olduğumuz bir kavram değildir. Bu teknolojiyi birçok yerde görmek mümkündür. Oynadığımız bilgisayar oyunları ve simülasyonlarda bu teknolojiye sıkça rastlarız. 2016 yılında iOS ve Android cihazlar için Nintendo ve The Pokemon Company işbirliği ile Niantic tarafından geliştirilen Pokemon Go mobil oyunu, GPS'li mobil cihazlarla gerçek dünyadaki Pokemon olarak adlandırılan sanal yaratıkları bulmak, onları eğitmek, yakalamak ve savaşmak için tasarlanmıştır. Oyuncuların bulundukları konuma göre haritada belirlenen sanal yaratıkları yakalamak için yaratıkların bulunduğu yöne doğru hareket etmeleri gerekmektedir. Böylece onları yakalayabileceklerdir. Görüldüğü gibi bu sanal yaratıklar dış dünyayı hiçbir şekilde etkilemektedir.

Üretim, pazarlama, paketleme gibi alanlarda da artırılmış gerçeklik sıkça kullanılır. Örneğin bir ketçap şişesini telefonumuza okutup şişe içerisinde bulunan katkı maddelerini, üretim ve paketleme aşamasındaki süreci kolaylıkla izleyebiliriz. Hayatımızı kolaylaştıran bu teknolojiler popüler olmaya ve gelişmeye devam etmektedir.

1.3.9. Robotlar

Endüstri 4.0 ile birlikte tasarımı ve kullanımı yaygınlaşan bir diğer birleşen robotlardır. Her geçen gün sayısı hızla artan ve insanlarla iletişiminin artması, aldığı komutları sahip olduğu yapay zekâ teknolojisi sayesinde yerine getirmesi ile

sağladığı avantajlarla birçok sektörde yaygın olarak kullanılır. Sağlık, ulaşım, üretim bu sektörlerden sadece birkaçıdır.

Doğrudan operatör yardımıyla çalışabilen robotlar, bilgisayar programları ve yazılımlar aracılığıyla da bağımsız olarak çalışabilirler. Geleceğim robotları Endüstri 4.0 kapsamında COBOT olan nitelendirir. En geniş kullanım alanı endüstriyel üretim olması ile beraber otomotiv sektöründe de kullanımı oldukça fazladır (EBSO, 2017:15).

CNN Türk'ün " Facebook yapay zekâ geliştirme departmanı şaşkın" başlıklı haberinde son dönemlerde yapay zekâların, duyulan endişe sonucu sık sık fişlerinin çekildiği yer almakta. İnsan istekleri dışında hareket etmeye başlayan robotların kendi aralarında bir dil geliştirdiklerini belirten Facebook ekibi, botların bunu nasıl yaptığı konusunda fikir birliğine varamamıştır. Bilim kurgu filmlerini gerçekleşmesi ihtimali akıllarda soru haline gelmeye başlamıştır. Departman çalışanları Bob ve Alice isimli robotların konuşmalarını çözmeye çalışmışlar; Bob'un "herşeyi yapabileceğini" söylediğini ve Alice isimli robotunda "top"lardan bahsettiği ortaya çıksa da bu konuşma bir mantığa dayandırılmamıştır (CNN Türk-2017).

Zuckerberg'in aksine Elon Musk, Bill Gates ve ünlü fizik Profesörü Stephen Hawking yapay zekânın bu kadar güçlenmesi konusunda tedirgin. Bill Gates durumun iyi yönetilmesi halinde olumlu gelişmelerin yaşanabileceğini fakat sonraki yıllarda robotların endişe verici şekilde güçleğini ifade ederken, Profesör ise yapay zekânın insan zekâsının önüne geçerek insanlığın sonunu getirebileceğini belirtmiştir (Öztuna, 2012:112).

1.3.10. Simülasyon

Simülasyon; gerçek dünyada var olan fiziksel sistem verilerinin sanal ortama taşınması ve gerçek sistemin özelliklerini izleme noktasında bir alt yapı oluşturan modelleme tekniğidir. Başarılı bir simülasyon, fiziksel sisteme ait verilerin doğru ve tam bir şekilde dijital ortama modellenmiş olması ile mümkündür. İmalat sektöründen işletmeciliğe, sağlık sektöründen eğitime kadar birçok alanda kullanılabilen bir yöntemdir (Çelen, 2017:10).

Simülasyon teknolojisi tasarım aşamasında ürünü, malzemeyi ve üretim sürecinin takibi için üç boyutlu simülasyondan yararlansa da bu teknolojinin fabrika operasyonlarında da kullanılabileceği belirtiliyor. Gerçek zamanlı veriler kullanıldığı için makineler, ürünler ve insanlarla birlikte fiziksel dünyanın sanal gerçekliğini oluşturacak, test etme fırsatı sağlayacak, makine kurulum süresini azaltarak kaliteyi artıracaktır. Bu duruma örnek verecek olursak; Siemens ve Alman ekipman üreticisinin ortak çalışması sonucu fiziksel makine verilerinden yararlanılarak parça işlenmesini simüle eden bir sanal makinenin geliştirildiği ve gerekli hazırlık süresinin %80 azaldığı gözlemlenmiştir (TÜSİAD, 2016:26-27).

1.3.11. Blockhain (Blok Zincir) ve Kripto Paralar (Bitcoin)

FiyatMarketCap'in Şubat 2001 verilerine göre küresel ticarette kullanılan en yaygın on dördüncü para birimi Bitcoin'dir. 2008'de Satoshi Nakamato isimli kişi ya da grup tarafından yayınlanan "Bitcoin: Eşten Eşe Nakit Sistemi" isimli dökümanda BTC altyapısının blokzincir teknolojisine dayandığı belirtilmiştir. Kısa sürede dünya ekonomisinde önemli bir yere sahip olan blockhain teknolojisinin anonim, dağıtık, merkezsiz veya kamusal olmasına rağmen hacklenemez oluşu bu teknolojiye olan güvenin temel sebeplerindendir. Herkes tarafından erişilebilir olması ve bozulamaz oluşu kullanıcılar arasında hayranlık uyandırmıştır. Bitcoin ile yapılan ticaret hacmi 1 trilyon doları aşarken, Dünya Ekonomik Forumu'nun 18 Şubat 2021 tarihli raporunda kripto paraları en çok kullanan ülkeler Nijerya, Vietnam, Filipinler, Türkiye ve Peru şeklinde sıralanmıştır (İTD, 2021:25).

Blok zincir teknolojisi mantık olarak şu şekilde işler: Tüm veri tek bir yerde değil veritabanında bulunan zincirde şifrelenerek dağıtık şekilde tutulur. Zincirde yer alan bütün kullanıcılar şifrelenmiş veriye ulaşabilir. Tüm bu kayıt sistemsel bir yazılım sayesinde gerçekleşir. Kaydı onaylanan işlem üzerinde değişim ya da düzenleme yapmak mümkün değildir. Herhangi bir işlem için bütün zincir kaydının değişmesi yani zincirin yeniden yazılması gerekir. Bu değişim ise sadece zincirde yer alan kullanıcıların mutlak çoğunluğunun onayı sonucu gerçekleşir.

Üçüncü sanayi devrimi ile başlayan dijital dönüşüm hareketi Endüstri 4.0 ile gelişmeye ve değişmeye devam etmektedir. Üretim şeklinden tüketim şekline kadar pek çok alanda yaşanan gelişmeler ekonominin her noktasına değinmiştir. Hayatımızın her alanda kolaylaşması mal ve hizmet değişimi yaptığımız parayı da etkilemiş ve enflasyonun etkilemediği, vergilendirmenin olmadığı, düşük işlem maliyetine sahip ve anlık ödeme gerçekleştirebildiğimiz blok zincir teknolojisine kayıtsız kalmamamızı desteklemiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0

2.1. ENDÜSTRİ 4.0' IN ÖNCÜLERİ

Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 2011 yılında anılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise ülkemiz ve tüm dünya şirketlerinin ana gündem maddesi haline gelmiş ve gelişme, değişme, büyüme stratejileri plan ve programları hazırlanmaya başlamıştır. Endüstri 4.0 teknolojisine ayak uydurmak için gerekli olan altyapının hazır olması şarttır. Hem ekonomik hem de teknolojik olarak çalışmalara başlayan ülkeler, değişimi yakalayamayan diğer ülkelere karşı önemli bir avantaj elde etmiştir.

Çalışmamızın bu bölümünde Endüstri 4.0 teknolojisinde diğer ülkelere göre daha erken dijitalleşen ve güçlü ekonomilere sahip yedi ülke; Almanya, ABD, Japonya, Çin, İsviçre Güney Kore, Meksika ve Türkiye'deki dönüşüm süreçlerine değinilecektir.

Herhangi bir sanayi devrimine öncülük eden ülkeler mevcut kaynak ve teknolojileri kullanarak ilerleme kaydetmiştir. İngiltere'nin buhar gücünü, ABD ve Almanya'nın elektiriği, ABD-Japonya ve Güney Kore'nin robot-bilgisayar-internet üçlüsünü kullanarak geliştirmeleri ve üretime entegre etmeleri tabiki bir tesadüf değildir. Türkiye de sahip olduğu avantajları ile bu dönüşümü yakalamayı hedeflemektedir.

2.1.1. Almanya

İlk sanayi devrimi İngiltere'de başlarken, ülkelerin teknolojik açıdan birbirleriyle rekabet halinde olması, günümüzde yaşanan dördüncü sanayi devrimine kadar devam etmiştir ve edecektir. Son dönemlerde dijital ortamlarda sürekli aratılan Endüstri 4.0 kavramının 2011'de Almanya'da gündem olduğunu biliyoruz.

Dolayısıyla Endüstri 4.0' a öncülük eden ülke Almanyadır. Peki, Almanya bu seviyeye gelirken nasıl bir süreçten geçti?

Almanya; endüstrileşme sürecine İngiltere'den sonra başlayıp hatta İngilterenin teknolojisini taklit ederek benchmark noktasına gelmiştir. Klasik olarak makine, otomotiv ve kimya sektörlerinde sanayileşmeye ve önemli endüstrilere ev sahipliği yapan Almanya, zaman içerisinde tüm dünyanın ihtiyaç duyduğu makine üretimini gerçekleştirmiştir. 2011'de gündem olan kavramın da etkisiyle makine sektörünün toplam cirosu 2,1 trilyon olurken bundan en çok nasiplenen ülkeler Almanya ve Çin olmuştur. Özellikle 2004-2008 döneminde yaşanan artışlar, 2009'da sektör önceki dönem krizlerinden etkilenelek "normalleşme"ye geri dönerken, 2014 yılında %3'lük bir büyüme öngörülmüştür. Kısacası makine üretiminde Almanya lider konumundadır (Yılmaz,2019).

Buhar makinesinin geliştirilmesi ve ilk devrimin İngiltere'de yaşanmasınında etkisiyle fabrika kurmak için ihtiyaç duyulan makinelerin ihracatı İngiltere parlamentosu tarafından yasaklanmış olsa da 1824'te yine parlamentonun kararıyla makine ihracatı serbest hale gelmiştir. İhracatın serbest olmasıyla birlikte gelişmeler sadece İngiltere ile sınırlı kalmayıp Avrupa'nın diğer ülkelerine de yayılmıştır. Başta tarım ülkesi olan Almanya, İngiltere'den ithal edilen makineler ve taklit edilen diğer teknolojiler sayesinde sanayileşme sürecine başlamıştır. Sanayileşme hareketine karışan Almanya uyguladığı yüksek gümrük vergileriyle de ülke içi üretimini korumuştur.

Kömür-demir-çelik madenleri bakımından Almanya'nın zengin olduğu düşünülürse, kurduğu demiryolu sistemleriyle beraber çok önemli bir güç olan ulaşım ağını elinde bulundurur. İkinci dünya savaşı döneminde zayıflayan Almanya hızlı bir şekilde toparlanmaya başlamıştır. Günümüzde eğitim, teknoloji, endüstriyel makineler ve sanayileşme denildiği zaman akla ilk gelen ülkelerden birinin de Almanya olması bakıldığı zaman tesadüf değildir. Endüstri 4,0'ın en önemli adımlarından olan üniversite-sanayi işbirliğini en etkili biçimde sağlayan ve gelişmiş bir ekonomiye sahip olan Almanya, makine ve teknoloji üretim-geliştirme alanlarında eğitime de büyük önem verdiği açıkça görülmektedir. Sahip olduğu geniş demiryolu ağı ile birlikte Avrupa ülkeleri ve hatta coğrafi konum gereği denizaşırı

ülkelerle de ticaretini iyiden iyiye geliştiren Almanya gelişmeye ve büyümeye devam etmektedir.

1960'ların sonlarında elektronik ve endüstriyel süreçlerde BT'nin kullanılması yeni bir çağın ve otomatik üretimin kapılarını açtı. Bu merkezi yönetimin yenidünyasının ve gerçek zamanlı üretim merkezinin Almanya olmasının sebebi; dünyanın en rekabetçi ve yenilikçi imalatçı endüstri sektörü olması ve endüstriyel üretimde araştırma ve geliştirme alanındaki teknolojik liderliği elinde bulundurmasıdır (GTAI).

Dijital lider olan Almanya, endüstride diğer ülkelerle karşılaştırıldığı zaman dijitalizasyon ve dijital teknoloji kullanımında ileride olduğu belirtilmiştir. Alman şirketlerinin %65'i Endüstri 4.0 uygulamalarını kullanmakta ya da kullanmayı planlamaktadır. İmalat sektöründe dört şirketten üçü bulut bilişimi, üçte biri ise büyük veri analizini kullanmaktadır. Teknolojik liderlik ve üretim alanındaki liderlik, otomasyon ve yazılım sistemleri (CPS kullanımı) Endüstri 4,0'ın uzun vadedeki başarısının temel sebebidir (GTAI).

Tablo 1: Endüstri 4.0 Çözümleri Ciro ve Segment Büyümesi (2016-2017)

Metal İşletme	424
Elektronik ve Yüksek Teknoloji	817
Otomotiv Endüstrisi	1244
Makine ve Tesis Mühendisliği	1454
Üretimin Kalanı	1930

Almanya'nın imalat endüstrisinde rekabetini geliştirmek için dijitalizasyon fırsatları dört ana maddede toplanmıştır (FES):

Üretim Süreci: Kaynak optimizasyonu sayesinde daha verimli üretim süreçleri ve kaynak tasarrufu sağlar.

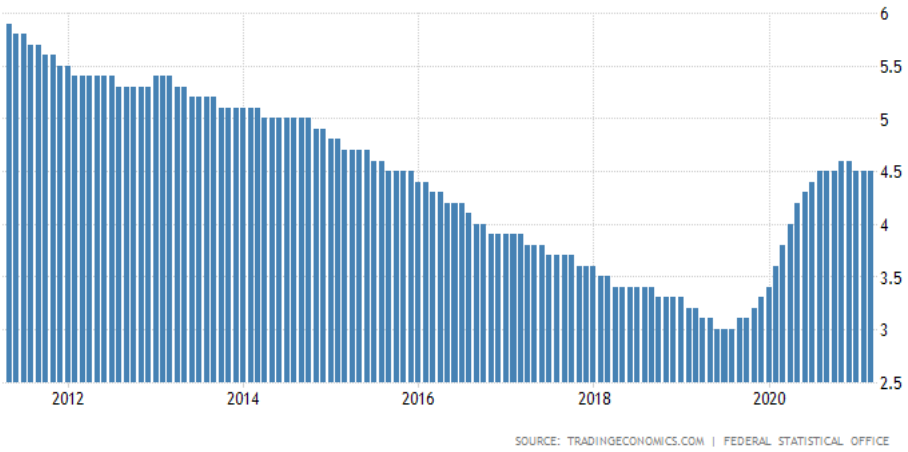
Lojistik: Daha verimli mal ve bilgi akışı, daha düşük stok ve tesis verimliliği sağlarken yeni iş fırsatları da açar.

Müşteri Tutma: Müşteri ihtiyaçlarına daha dikkatli ve hedef odaklı yaklaşarak yakın müşteri ilişkisi kurmaktadır. Bunun da müşteriyi elde tutma gibi bir avantajı vardır.

Hibrit Ürünler ve Akıllı Hizmetler: Makine denetleme üzerinde veri sağlamak, hata düzeltmek; onarmak ve akıllı servisler ile bakım sağlamak daha yüksek fiyatları düzenler.

2011 Mayıs'ından itibaren Endüstri 4,0'ın da etkisi ile lider durumda olan Almanya'nın işsizlik oranlarında yaşanan değişimler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Yapılan doğru yatırımlar ve harcamalar ülke ekonomisine doğrudan katkıda bulunan Yol Haritasını 2013'te belirleyen Almanya'da 2011'den sonra yeni iş kolları ortaya çıkmaya başlamış, işini kaybedenler kadar yeni sisteme uyum sağlayan, çabuk adapte olan, vasıflı işçi sayısı da artmıştır. Yani birilerini üzen bu değişim diğerlerini sevindirmiştir.



Şekil 2: Almanya'nın Endüstri 4.0 Sürecinde İşsizlik Oranları

Almanya Endüstri 4.0 sürecindeki verimliliği ve koordinasyonu sağlamak amacıyla çeşitli kuruluşlarla birlikte ilerlemektedir. Almanya Yapay Zeka araştırma Merkezi (DFK), Fraunhofer Araştırma Birliği, Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe (It's OWL), Industry 4.0 Platform, Smart FactoryKL, Siemens bu konunun önemli oyuncularıdır (Bayrak, 2018:61-64).

Almanya ve ABD gibi teknoloji ve ekonomide zirvede yer alan ülkeler, geriden gelen ve kendileri kadar güçlü Çin ve Hindistan gibi ülkelerle rekabet makasını kapatmamak için sürekli olarak gelişmek ve ilerlemek zorundadır. Siemens gibi BMW ve Bosh gibi sektör devleri milli gelir ve istihdamın büyük kısmına katkı sağlamaktadır. Almanya'nın bu lider durumunu yorumlayan Angela Merkel Endüstri 4.0'ın kendileri için bir şans olduğunu ve ayrıca bu dönüşüme bağlılıklarının, lider şirketlerin yanı sıra start-up girişimlerinden de anlaşılacağını belirtmiştir (Aydın, 2016).

Dördüncü sanayi devriminin küresel ekonomi üzerindeki etkilerinin birbirinden ayırt edilemeyecek şekilde çok yönlü olacağını ve GSYH, yatırım, tüketim, istihdam, ticaret ve enflasyon gibi makro ekonomik kalemlerin büyük oranda etkileneceği beklenmektedir (Schwab, 2017:38). Bu alanda lider olan

Almanya ise gelişmiş ülkelerle iş birliği yaparak ekonomik büyüme ve rekabet konusundaki şüphe ve merakları gidermek istemiştir (Özkan vd., 2018:13):

Almanya ve Çin arasında;

15 Temmuz 2015 → "Yenilikte Birlikte" iş birliği planı,

19 Ocak 2016 → "Bilim ve Teknoloji" memorandumu,

18 Ekim 2016 → BMWi-Çin iş birliği çerçevesi,

29-30 Kasım 2016 → BMWi-Çin sempozyumu,

Almanya ve Japonya arasında;

19 Mart 2017 → "Hannover Beyannamesi" örnek olarak gösterilebilir.

2.1.2. Amerika Birleşik Devletleri

18. yüzyıl sonunda buhar gücü ile başlayan birinci sanayi devrimi İngiltere'de başlamış, teknolojisini ilerleterek üretimi artıran İngiltere devrimin öncü ülkesi haline gelmiştir. İngiltere'de başlayan bu devrim kısa bir süre sonra Avrupa ve ABD'ye de yayılmıştır. Sınırları aşan teknoloji dönüşümünde el emeğinin yerini artık makinalar almıştır. Üretim şeklini değiştirdiği gibi ekonomik ve sosyal yapıyıda değiştiren bu devrimler sonucu nüfus artışı kaçınılmaz olmuştur. İngiltere dışına sıçrayan bu gelişmeler ülkeleri rekabete sürüklemiş ve pazar anlayışıyla birlikte piyasa hâkimiyetini elde tutma fikri sömürge hareketini başlatmış dolayısıyla Birinci Dünya Savaşını da tetiklemiştir.

İkinci sanayi devrimi ile seri üretime geçilmesi, elektiriğin ve seri üretim bandının kullanılması Fordizim anlayışını geliştirilmiştir. Bu süreçtede başrol oynayan ülkeler yine ABD ve Almanya olmuştur. Birinci sanayi devriminde İngiltere'de kişi başına düşen gelir 3.500$ seviyelerinde iken, ikinci sanayi devriminde 4.000$'a yükselmiş ve 1929'da ABD'de bu rakam 8.000$ olmuştur (Sarıkulak, 2018:23).

İkinci dünya savaşı sonrasında başlayan ve adına "Teknoloji Devrimi" de denilen üçüncü sanayi devriminde bilgisayar, internet ve diğer dijital ürünlerinde kullanılmasıyla süreç gelişerek devam etmiştir. Atom enerjisi, çip, fiber-optik gibi mikro-elektronik teknolojileride aynı dönemde geliştirilmiştir. Amerikan Savunma Bakanlığı'nın 1969 yılında geliştirdiği ARPANET ağı sayesinde ABD'de ve diğer dünya ülkelerinde bulunan kurumlar, bilgisayarlarındaki bu ağ sayesinde birbirleriyle iletişim kurabilmiştir (Koç, 2020:11).

Günümüze doğru geldiğimizde ise Lee'nin ilk kez 2006 yılında kullandığı Siber Fiziksel Sistemler ile aslında ABD'de ortaya atılan dördüncü sanayi devrimi, güçlü bir yankı yaratmamış ve bu kavram ancak 2011'de Almanya'da gündem olmuştur (Alçın, 2016:21).

ABD'de dördüncü sanayi devrim sürecini en iyi yöneten girişimlerin başında Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu (Intustrial Internet Consortium - IIC) gelmektedir. IIC süreç yönetimi için en iyi uygulamaları bulur, birleştirir, test eder ve sağladığı teşviklerle endüstriyel internetin büyümesini hızlandıracak etkiler yaratır. Endüsriyel internetin hıznını artırmak için Mart 2014'te General Electrik tarafından CISCO, AT&T, IBM ve Intel kurulmuştur. (Çetinkaya, 2020:87).

Endüstiri 4.0 yolculuğuna katılan her ülke gibi ABD'nin de hedefi; ekonomisini büyütmek ve rekabet gücünü elinde tutmaktır. Özel sektör temelli bu dönüşüm hareketinde diğer ülkelere fark atabilmek adına ABD de Ar-Ge çalışmalarına teşvik vererek desteklenmesi ülke yararına olacaktır.

ABD 2000 yılından 2017 yılına kadar bilimsel araştırma ve geliştirmeye sağladığı finasmanlarla her yıl ortalama %4,3 büyüyerek liderliğini korudu. Çin, ABD ile arasındaki inovasyon açığını kapatmak için aynı dönemde %17'den fazla büyüme göstermiştir. ABD Ulusal Bilim Vakfı (NFS) bienal Bilim ve Mühendislik Göstergeleri raporunun son baskısında toplam küresel Ar-Ge harcamalarının yine aynı dönemde üç kat arttığı ve 722 milyar dolardan 2,2 trilyon dolara yükseldiği beriltilmiştir (McCarthy,2020).

Elektirik kullanımında öncü olan Avrupa, ticari başarıyı ABD'nin elde etmesi sonucu geride kalmış, robot teknolojisinde ise ABD, Japonya'nın gerisinde kalmıştır. Kawasaki Robotics'in lisanslı Unimation makinelerini üretmesiyle Japonya'da robot teknolojisi hızla ilerlemiştir. 1980 yılında Japonya'da 47.000 robot varken ABD'de 3.200'den ve Almanya'da 6.000'den az robot bulunmaktaydı. 2000'li yıllara geldiğimizde ise Japonya'nın sahip olduğu endüstriyel robot sayısı 389.400 olmuş ve Güney Kore de bu teknolojide ön plana çıkmaya başlamıştır (Bilgin, 2018:48).

Siber fiziksel sistemler, dijital üretim, robot ve yapay zekâ alanında hedeflerini gerçekleştirmek isteyen ABD, çalışmalarına gereken özeni göstermektedir. İnsan benzeri robotlar günümüzde pek çok işi hızlı, güvenilir ve verimli şekilde halleder. Herhangi bir otomobil markasını düşünelim. Fabrikanın sahip olduğu sistem heycan verici şekilde şaşırtıcıdır. Mühendisler ve uzmanlar tarafından dizayn edilen bir otomobilin üretim safhasında robotların yer aldığı herkes tarafından bilinmektedir. Seri üretim bandında yer alan robotlar araç parçalarını birleştirmeden başlayıp aracın son şeklini almasına kadar her noktada görev almaktadır.

Gelişen robot teknolojisi ile birlikte birçok mesleğin ortadan kalkacağı öngörüler arasındadır. Ancak unutulmamalıdır ki kaybolan her meslek yerini yeni iş kapılarına açacaktır.

Ulusal Robotik Fedarasyonu tarafından yayınlanan bir raporda, istihdam ve otomasyon araştırması yapılmıştır. Rapora göre artan otomasyonun üretim maliyetlerini ve ürün fiyatlarını azaltmakta olduğu, fiyatı azalan ürünün talebi arttıracağı ve dolayısıyla da istihdamı arttıracağı sonucuna varılmıştır. Örneğin otomobil sisteminde kullanılan robotlar Almanya'da 2010-2015 yılları arasında %3 artarken, ABD'de endüstiriyel robotlarının iş gücüne hakim olacağına dair araştırmalar da bulunmaktadır (EBSO, 2017:32).

2.1.3. Japonya

19. yüzyılının ikinci yarısından itibaren, Meiji Restorasyonu'ndan sonra Batı ticareti ve nüfüsuna açılan Japonyadaki ekonomik gelişmeler iki döneme ayrıldı.

Birincisi 1866 yılından İkinci Dünya Savaşına uzanan bölüm, ikincisi ise 1945-1980 yıllarını kapsayan bölümdür. Savaş öncesi Meiji Döneminde (1868-1912) "Zengin Devlet ve Güçlü Ordu Politikası" ile hareket eden hükümet ülkedeki binlerce öğrenciyi Amerika'ya ve Avrupa'ya göndererek Batı merkezli eğitim sisteminin önünü açtı. Aynı dönemde Japonya'da ise 3.000'den fazla öğretmen matematik, teknoloji ve yabancı dil öğretmek için görevliydi. Savaş sonrası dönemde ise reel ekonomik büyüme artmıştır. 1960'larda %10 oranında olan büyüme 1970'lerde %5, 1980'lerde ise %4 bandında olan Japonya, yüksek ücretli ekonomi haline geldi.

1953-1973 arası dönemde birçok ülke ekonomisi Japonya gibi çarpıcı bir ekonomik dönüşüm yaşamamıştır. Büyük bir tarım ülkesi olan Japonya bu yirmi yıllık dönemde dünyanın en büyük çelik ve otomobil ihracatçısı haline gelirken Tokyo dünyanın en canlı ve en büyük metropolü haline gelmişti (Krugman, 2015:46).

Savaş sonrası dönemde yorgun olan Almanya ve Japonya sonuç olarak kaybetmiş olarak görünseler de diğer ülkelere göre çok daha hızlı toparlanmış ve hatta dijital dönüşüm rekabetinde Almaya İngiltere'yi geçmiş ve Japonya'da ABD ve Avrupa'ya karşı koymuştur. Almanya ve Japonya ilişkisine bakacak olursak iki ülkenin tarım ülkesi olması ve çelik gibi önemli bir hammaddeye sahip olmaları sanayide dönüşümün temel anahtarı olmuştur. Ayrıca her iki ülkenin de eğitim ve bilime önem vermesi, tüketim maddelerine ağırlık vermeleri, ağır sanayide ilerlemelerini, yüksek kalite ürünlerin düşük maliyetlerle imal edilmesi ve endüstriyel dönüşüm sürecinde uyguladıkları politikalarla şimdilerde hem teknoloji hemde ekonomi alanında dünyada önde gelen ülkelerdendir. Temeldeki eğitim sisteminde başlayan ilerlemenin teknoloji ve bilim etkisinin ne kadar büyük ve başarılı olabileceğini gözler önüne sermektedir.

Bugünün gelişmiş ülkeleri dönemin ihtiyaçlarını karşılamak için mevcut teknolojileri kullanıp geliştirmişlerdir. İngiltere'nin buhar gücünü kulanmasıyla başlayan süreç Almanya ve ABD'nin elektriği kullanmasıyla devam etmiştir ve günümüzde internetin de gelişmesi ile ABD, Japonya ve Güney Kore endüstriyel robotları kullanarak üretim şeklini değiştirmiş ve değiştirmeye de devam etmektedir.

ABD'de yapay zekâ ön planda oluken Japonya ve Güney Kore robot teknolojisine önem vermiş ve Almanya'da bu gruba dâhil olmuştur.

Endüstriyel dönüşüm sürecine Almanya "Endüstiri4.0", ABD "Akıllı Üretim Sistemleri", G20 ülkelerinin "Yeni Sanayi Devrimi" olarak adlandırdıkları ve genel bir ifadeyle Endüstiri 4.0 olarak bilinen kavramı Japonya, büyük veri, yapay zeka ve robotu hem ednüstriye hemde sosyal hayata dâhil ederek "süper akıllı" toplumu işaret eden Toplum 5.0 kavramı ilk kez Ocak 2016'da Bilim, Teknoloji ve İniovasyon Konseyi'nde kullanılmıştır. Japonya'da gündeme gelen Toplum 5.0 kavramının hedefi ise yaşanan dijital dönüşüme birey ve toplumu adapte etmektir. Yaşlanan dünya için nüfus çözümleri, sanal dünya ile gerçek dünyanın birlikte işlenmesi, IoT teknolojilerinden toplum çıkarlarına göre faydalanılması, çevre kirliliği ve doğal afetler için çözüm yollarının üretilmesi gibi hedeflerlerden de anlaşılacağı üzere kavramın temelinde toplum ve birey çıkarları yer almaktadır (Kent, 2020).

Dönüşüme ayak uyduran ve yol haritası belirleyen Avrupa ve ABD'nin aksine Japonya bu süreçte belirlediği yol haritasında sosyal sorunlara odaklanmıştır. İş gücü için yeni teknolojiler, yaşlanan nüfüs için yeni ürünler, sürdürülebilir büyüme, yeşil inovasyon, enerji tasarrufu sağlayan ve çevreye dost teknolojiler üreten Japonya, karbon kullanımını düşürerek daha az atık ile kaynaklardan daha fazla verim alacak şekilde akıllı üretim çalışmaları yürütmektedir. Japonya bu yaklaşıma "Monozukuri" adını vermiştir. Kısacası Monozukuri çevreye zarar vermeyen etkin ve mükemmel bir üretim şekli olarak tanımlanır. "Yeşil Nanoteknoloji", "Nano-Bio", "Nanoelektronik" gibi yeni teknoloji ürünleri ve yeni nesil yakıt pilleri üzerinde de durulmaktadır (Bağcı, 2018:134).

2.1.4. Çin

Önceki bölümlerde bahsettiğimiz gibi Endüstiri 4.0 kavramı Almanya'da çıkmış olmasına rağmen gelişmiş ekonomiye sahip ülkeler, bulundukları coğrafi konum, sahip oldukları hammaddeler ve ucuz iş gücü sayesinde endüstiriyel iş gücü sayesinde endüstiriyel dönüşümü kendi belirledikleri politikalar aracılığıyla başarılı bir şekilde uygulamaya devam etmektedir. Genel anlamda baktığımız zaman

ülkelerin endüstrileşme dönemindeki ve günümüzdeki kişi başına düşen milli gelir rakamlarını karşılaştırdığımız zaman bu ekonomik gelişimi görmemiz mümkündür.

Almanya ve Japonya'nın otomotiv ve robot teknolojilerinde ilerlemesi, ABD'nin yapay zekâya önem vermesi gibi Çin de alternatif teknoljilere yönelmiştir. Çin'de kurulan ilk karanlık fabrika akıllı telefon parçaları üretmiştir. Fabrika müdürü karanlık fabrika fikrini benimsemesi ve uygulamasıyla beden gücüne olan ihtiyacın %90 gibi ciddi bir oranda azaldığını ve kusurlu parça üretmenin ise %25'lerden %5' lere gerilediğini belirtmiştir. İnsana ihtiyaç duyulmadan sadece makinelerin üretim sürecine katıldığı bu akıllı ve karanlık fabrikalar üreticilere sunduğu avantajlar sayesinde Endüstiri 4.0 sürecine dâhil olan ülkeler tarafından benimsenmiştir (EBSO,2017:11).

Her ülke gibi Çin de dönüşüm sürecine girerken kendi yol haritasını belirledi. 2014 yılı başında imalaat sanayisinde önemli bir dönüşüm sürecine başlayan Çin, "Made in China 2025" stratejisini yürütmeye başlamıştır. 2025, 2035 ve 2049 şeklinde üç aşamalı olan planın ilk aşaması olan 2025'e kadar geleneksel sektörlerde yüksek katma değerli üretime geçişi ve yeniden yapılanmayı hedeflerken 2035 yılına kadar ise ileri teknoloji ile inovasyon ve buluşlar alanında öncü olmayı hedeflemektedir. Son aşama olan 2049'da yani kuruluşunun yüzüncü yıl dönümünde yüksek teknolojili ülke olmayı ve sektörlerde dünya lideri olmayı amaç edilmiştir. Kısacası dönüşüm stratejisinin temel amacı teknoloji alanında dünya devi olmak ve yine teknoloji alanında ülkelerin kendisini takip etmesini sağlamaktır diyebiliriz (Gürlesel, 2018).

Made in China 2025 stratejisi sanayinin geneline yönelik olsa da aslında ileri bilgi teknolojileri, robotik ve otomasyon, uzay ve havacılık, denizcilik, gemicilik, modern demir yolu-ulaştırma araç ve donanımları, biyolojik ilaç ve ileri tıbbi cihazlar gibi alanlarada öncelik vermektedir (BSTB, 2018).

2.1.5. İsviçre

18. yüzyıl sonlarında İngiltere'den sonra Almanya, ABD ve Batı Avrupa gibi İsviçre de bu dönüşüm sürecine öncülük eden ülkeler arasında yer almıştır. İsviçre bu dönüşüm sürecinde önemli gelişmeler kaydederek günümüzde de hala güçlü bir ekonomiye sahip durumdadır.

İsviçre ekonomisinin 1990'lı yıllarında yapısal değişiklilere uğraması ve küreselleşme olgusu birçok kurum ve işletmenin yeniden yapılandırılmasına neden olmuştur. 1991-1993 yılları arasında durgunluk yaşamasına rağmen doğru program ve politikalarla 1997 yılına kadar düşürdüğü emfilasyon oranıyla bu durgunluktan çıkmayı başarmıştır (Erol, 2016:60).

Coğrafi konum ve iklim göz önünde bulundurulduğu zaman İsviçre'nin tarımla ilgilenen kesiminin az olabileceği yorumunu yapmamız yanlış olmaz. Peynir ve şarap üretim alanında öncü ülkelerden olan İsviçre hammadde açısından yeterli kaynağı bulundurmaz.

2019 ülke raporunda İsviçre'nin dünyada rekabet gücü en yüksek ülkeler arasında olduğu, GSYH'de ise mal ve hizmet üretim ihracatında aldığı payın hızlı bir şekilde arttığı belirtilmiştir. Banka ve finans sekörlerinde lokomatif sektör olarak yer alan İsviçre, üretimde ise ileri teknoloji üretimi, bilgiye dayalı üretim, nitelikli iş gücü ve gelişmiş altyapısı da önemli bir ülkedir (İsviçre Ülke Raporu, 2019).

Saat sanayisi, hassas alet ve makine üretimi gibi geleneksel sanayi sektörleri ile beraber İsviçre ileri teknolojisinin çoğunlukla ilaç ve biyo medikal sektörlerinde uygulamayı tercih etmiştir. Göç veren ülke konumuna gelen İsviçre, eğitim ve işgücü anlamında birçok Avrupa ülkesine fark atmış ve hizmet sektöründe de lider konumuna gelmiştir.

2.1.6. Güney Kore

Sanayi devrimlerinin ucuz iş gücü, önemli hammaddeleri ve coğrafi konumun avantajıyla doğu ülkelerine kayması, üretim teknolojilerinin ilerlemesi ve verimliliğin Çin ve Hindistan gibi ülkelerde artması batılı devletleri harekete

geçirmiştir. Yeni politikalar ve önemli sanayileşme stratejileri geliştirmeye başlayan Almanya ve ABD gibi güçlü ekonomiler, geleneksel üretim tarzını modern üretim tazrına uygulamanın kendilerine avantaj sağlayabileceğini düşünerek yine Çin ve Hindistan gibi ucuz iş gücüne ve hammaddeye sahip ülkelerle işbirliği yaparak teknolojik bilgi birikiminlerini birleştirme yoluna başvurmuştur.

Japonya'nın ikinci dünya savaşında aldığı yenilgi sonrası Güney Kore ABD işgaline, Kuzey Kore ise SSCB işgaline maruz kalmıştır. 1950'de dünyanın en yoksul ülkeleri arasında olan Kore için BM kuvvetleri başkomutanı olan Douglas Mac Arthur Kore'nin imarının yaklaşık yüzyılını alacağını belirtmiştir. 1960 yılına gelindiğinde ihracatı sadece doğal kaynak, balık ve tarım ürünleriyle sınırlıydı. Kore'nin yeniden toparlanması ve ilerlemesinin tek yolu bilim ve teknoloji anlamında bir güç elde etmesiydi. 1967' de Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, 1971'de ise ileri Bilim ve Teknoloji Enstitüsü (KAIST) kuruldu. Eğitim alanında atılan en önemli adım olan KAIST, lisansüstü ve akademik alanda öğrencileri her zaman desteklemiş, ülkenin ileri teknoloji sanayisi için her zaman nitelikli ve eğitimli bireyler yetiştirmiştir.

2016 Ocak ayında Dünya Ekonomik Forumunun İsviçre bankası UBS, Endüstri 4.0 Temalı toplantı için bir rapor hazırlamıştır. Küresel Rekabet Gücü Raporunda ülkenin Endüstri 4.0' a hazır olma durumlarını belirten bir not vermiş ve Güney Kore 25. sırada yer almıştır (Türkiye 39. sırada yer almıştır). Kore'li dünya şampiyonunun Go oyununda Google'ın yapay zekâ yazılımı olan Alpha Go' ya yenilmesi ülkeyi tedirgin etmiştir. Otomobil, dijital teknoloji, Ar-Ge, eğitim ve inovasyonda lider ülkeler arasında yer alan Kore'nin yapay zekâ alanında ABD'ye karşı güçsüz olması gözardı edilemezdi. Samsung, Hyundai ve SK Telekomunda yer aldığı yedi dev kuruluş gereken desteği sağlayarak Yapay Zekâ Araştırma Enstitüsünü kurdular. Güney Kore'nin yaptığı bu stratejik hamleler küresel rekabet gücünü kazanmasına yardımcı olmuştur (Coşkunoğlu, 2016)

Uluslararası Ticaret İdaresi tarafından hazırlanan Üretim Teknolojisi Üst Pazarlar Raporu'na göre, Güney Kore 2018-2019 üst pazar tahmininde ABD açısından yedinci sıradan yer almaktadır. 2020 yılında Kore, KOBİ'lerin teknolojilerini ilerletmelerini teşviklemek için 414,4 milyon dolar aktarmıştır. Ayrıca

büyük veri, siber fiziksel sistemler, akıllı sensörler, kablosuz ağlar ve birlikte çalışmaya uyumlu robotlar içinde devlet destek vermektedir. 2025' e kadar on büyük sektörün her biri 4500 akıllı fabrikaya sahip olacağı MOTIEN tarafından hazırlanan hükümet planında belirtilmektedir. Hükümetin verdiği fonlarla Akıllı Fabrika işleten şirketlerin verimliliğinin %25 arttığı, hataların ise %27 oranında düştüğü de aktarılmıştır.

2.1.7. Meksika

IMF 2019 verilerine göre Meksika 1,22 trilyon dolarlık nominal GSYH ile dünyanın en büyük ekonomileri arasında 15. sıradadır. Meksika'nın bugünkü haline gelmesi diğer ülkeler kadar kolay olmamıştır.

18. yüzyılın sonlarında İngiltere'de başlayan sanayi devrimine Meksika, sahip olduğu hammadde ve bazı tarım ürünlerinin sömürülmesinden dolayı geç kalmıştı. Merkantilist ideolojiler ve ekonomik koşullar sanayileşme sürecinin erken başlamasına izin vermedi ve yaklaşık 150 yıl geriden gelmiştir. General Porfirio (1876-1911) yönetiminde demiryolu ağının kurulması ve yaygınlaşması diğer bölgelerle iletişim kurmayı, ticaret yapmayı mümkün hale getirmiş ve ekonomik gelişmelerin temelleri bu dönemde atılmıştır. Sahip olduğu coğrafya ve ABD'ye yakınlığı sayesinde ticarette patlama yaşayan Meksika, uluslararası ticarette Latin Amerika'daki en etkili ülke olmuştur.

Meksika ekonomisi 1910-1920 yılları arasındaki iç savaşlardan dolayı durgunluk yaşamıştır. Meksika Devrimi olarak bilinen olayın temelinde Meksika'yı endüstriyel güce sahip olan bir ülke yapma hedefleri yer alıyordu. Ülkede sanayiye olan ilgii 1940'larda başlamıştır.

1970'lerdeki kötü yönetim sonucunda sanayi sektörü ve dolayısıyla yatırım ortamı zayıflamış, 1976-1982 döneminde %6 büyümesine rağmen bu dönemde yaşanan keskin depresyonla dalgalanmaya devam etmiştir.

1994'te kurulan Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması (NAFTA) ile Meksika sanayisinde önemli gelişmeler ve büyük artışlar yaşanmıştır. ABD ile sınırı olan "Maquiladora" şehrinde çeşitli sektörlerde dünya markası olan firmalar,

fabrikalar kurmuş ve ABD'ye geniş ağda ihracat yapılmıştır. Meksika en çok otomotiv sektöründen gelir elde etmektedir. İmalat sanayinin %30'unu, GSYH'nın %16'sını, ihracat satışının %16'sını ve yabancı sermaye yatırımlarınında %5'otomotiv sektörü tarafından karşılanmaktadır (DEİK).

Çin ve Hindistan'ın ardından Meksika'da ucuz işgücüne sahip oluşu ve ABD'ye yakın oluşu kendisi için ve yabancı yatırımcılar için avantaj sağlamıştır. Meksika ABD pazarının büyük kısmını Çin'e kaptırmış ancak yakınlık nedeniyle yinede küresel pazardaki mevcut yerini korumuştur. ABD'nin Meksika ile arasındaki serbest ticaret anlayışı yabancı yatırımcıların üretim alanlarını Meksika'ya kaydırmıştır. Yapılan ülke incelemesinde Meksika'nın Endüstri 4.0 sürecinde önemli denilenecek atılımlarla karşılaşılmamıştır. Ancak Siemens ve Qualcomm gibi öncü firmalar 2026 yılına kadar Endüstri 4.0 alanına büyük adımlar atılacağını tahmin etmektedir. Yüksek otomasyon maliyetine karşılık mevcut olan düşük işçi ücretleri sanayideki dönüşümü yavaşlatmaktadır.

Meksika'nın strateji belirleyip hamlelerini doğru yapması kadar eğitim alanında da iyileştirmeler yapması gerekmektedir. Gelişen otomasyon sistemlerin karşısında nitelikli ve eğitimli işgücünün olması sektördeki gelişiminde etkileyecek ve sınırsız fırsat sunacaktır (Biekmann,2020).

2.2. TÜRKİYE VE TÜRKİYE'DE SANAYİLEŞME SÜRECİ

2.2.1. Türkiye'de Sanayileşme Süreci

18. yüzyılda İngiltere'de ortaya çıkan sanayi devrimi aslında insanlığın varoluşundan itibaren başlayan uzun bir yolculuğun sonucudur. Sanayi devrimi ile birlikte bir standarda binen üretim şekli ve geliştirilen yöntemlerle artırılan üretim sonucu pazar arayışlarına başlanmıştır. İlk başladığı dönemde İngiltere, Avrupa ve Amerika'yı ilgilendiren bu durum giderek tüm dünyaya yayılmıştır. Dünya artık her ülke için açık pazar haline gelmiştir. Bu gelişim sadece ticareti değil, ülkenin refahını, sosyal yaşantısını ve iktisadi hayatın değişikliğini de beraberinde getirmiştir.

1776 yılında yayınlanan Adam Smith'in Milletlerin Zenginliği kitabı ile birlikte bilimsel ve entellektüel çerçevesi de oluşmaya başlanan bu yeni ekonomik sistem, sanayi kapitalizmi, İngiltere'nin ardından onu takip eden diğer Batı Avrupa ülkeleri için büyük bir rekabet üstünlüğü sağlamaya başlamıştır (Erdem, 2016:20).

Batı'da sanayi devrimi gerçekleşirken Osmanlı'da durum çok daha farklıydı. Bir tarafta makinelerle çağ atlanırken diğer tarafta sanayinin varlığından eser yoktu. Ülke ekonomisinin büyük bir kısmı hava şartları uygun olduğu sürece tarıma bağlıydı. Osmanlı Devleti'nin bu sanayi dönüşümüne ayak uyduramamasının temelinde çeşitli iç ve dış etkenler vardır. Bakıldığı zaman yedi cihana hükmeden bu İmparatorluk yönetimindeki aksaklıklar ve yabancı ülkelere vermek zorunda kaldığı kapitülasyonlar sonucunda sanayi ve ticaret tamamıyla yabancı ülkelerin kontrolüne geçmiştir. Dolayısıyla Osmanlı İmparatorluğu ekonomik gücünü de böylelikle kaybetmiştir.

Son dönemlerinde "hasta adam" olarak adlandırılmasının bir başka sebebi ise kaybedilen savaşların yanı sıra ekonomik ve teknik yetersizliklerdir. Savaşılan devletlerin endüstri devrimiyle birlikte ilerleyen top, tüfek, makine ve teçhizat bilgisinin Osmanlı'da olmaması, İmparatorluk açısından önemli bir eksiklik ve çökmesini hızlandıran bir etken olmuştur.

Başta İngiltere olmak üzere Avrupa'da da kapitalist sanayileşmenin başladığı sıralarda, Osmanlı sanayisi genellikle küçük ölçekli üretim yapan birimlerden oluşmaktaydı. Coğrafi konumunun da etkisiyle yakın pazarlar için üretim yapıldığı, özellikle tüketim malları, bilinmektedir. Kırsal kesimde özellikle dokuma tezgâhları, üretim için gerekli araç ve gereçlerin yapılması, değirmencilik gibi sanayi hareketleri görülürken kentlerde dokuma, giyim, gıda alanlarında üretim yapılmaktaydı. Loncaların denetiminde olan bu sanayi yapısı Osmanlı'nın kapitülasyonlar ve liberal dış ticaret anlaşmaları ve Batı toplumlarında üretilen ürünlerin ülkeye girmeye başlaması sonucu yıkıntıya uğramıştır. Süreci hızlandıran anlaşma ise 1938'de imzalanan İngiliz Ticaret Anlaşması'dır. İç pazarın sınırlı olması ve gelişmeyen bir teknoloji ile Osmanlı yabancı mallar karşısında gücünü ve üreticisini koruyamamıştır (Kepenek, 2019:17).

Osmanlı'da sanayileşme hareketleri ve ufak çaplı tesislerin kurulması III. Selim ve II. Mahmud döneminde gerçekleşmiştir. III. Selim askeri alanda kullanılan malzemelerin üretiminin yanı sıra kâğıt ve çuha fabrikaları da açmıştır. II. Mahmud döneminde ise iplik ve deri başta olmak üzere ihtiyaçlar doğrultusunda fabrikalar açılmıştır.

Tanzimat öncesi dönem böyle iken Tanzimat Dönemi'nde sanayiyi güçlendirme ve geliştirme konusunda birçok adım atılmıştır. Temelleri III. Selim ve II. Mahmud dönemine dayanan bu reform hareketinin en önemli özelliği müslüman ve gayrimüslim ayrımı olmaksızın Osmanlı topraklarında yaşayan herkese bireysel hakların tanınması ve özel mülkiyet haklarının koruma altına alınmış olmasıydı.

Tanzimat Dönemi çalışmalarını iki döneme ayıran Önsoy; ilk dönem olarak 1840-1860 yılları ve ikinci dönem olarak 1860-1876 yılları arasına değinmiştir. 1840-1860 dönemini devlet baskısının yoğun olduğu yani fabrikaların ihtiyaç duyulan malları üretmek için kurulduğunu, var olan fabrikaların ise modernleştirildiği bir dönem olarak belirtir ve bunun yabancı ülkelerin Osmanlı iç pazarını ele geçirme mücadelesine karşılık tedbir almak amacıyla yapıldığını ifade etmiştir. Ancak yeterli donanım ve teknolojiye sahip olmadan açılan fabrikalar, vasıfsız işçilerin de rolünün etkin olmasıyla varlıklarını sürdürememenin yanı sıra ekonomiyi adeta içinden çıkılmaz bir hale getirmiştir. Ekonomiyi bu sıkıntıdan kurtarabilmek amacıyla ikinci dönemin başladığı 1860'lı yılların başında alınan yeni tedbirlerle hareket edilmiştir. Serbest Ticaret Anlaşması'nın verdiği yükten kurtulmak adına ithalattan alınan gümrük vergisi artırılmış, üretilen malların kalitesi ve çeşitliliği karşısında üreticiler ödüllendirilmeye karar verilmiştir. Ayrıca üretim sahasında yer alacak olan çalışanların eğitilmesi ve üretimde verimliliğin artması için sanayi mekteplerinin açılmasına ihtiyaç duyulması ve Islah-ı Sanayi Komisyonu'nun kurulmasına karar verilmesi de alınan diğer tedbirlerdendir (Önsoy, 1984:6-8).

Sanayi devrimi ile değişen ekonomik sistemin yerini kapitalizm aldı. 1873'te kapitalizmin ilk büyük krizi olan ve 1896'ya kadar devam eden kriz "Uzun Depresyon"dur. Bu olay Viyana borsasının çökmesi ile ortaya çıkmıştır. Kapitalizmin ilk büyük krizi birçok araştırmacıya göre Birinci Dünya Savaşı'na kadar devam etmiştir.

1908-1914 döneminde Osmanlı İmparatorluğu'nun ekonomisi hala tarım temeline dayanmaktaydı. Sanayide ilerleyememiş yapısıyla sınai ürünlerini ithal etmeye devam etmekteydi. Çoğunluğu Avrupadan alınan bu ürünler iç piyasayı etkisi altına almıştır. Tüm bu gelişmemişliğe rağmen 1908 sonrasında önemli gelişmeler de yaşanmıştır. 1915'te yapılan sayıma göre 255 adet kayıtlı sanayi işletmesi mevcuttur ki bunların çoğunluğu 1908 sonrasında kurulmuştur (Boratav, 2013:33).

1913 yılında çıkarılan Teşvik-i Sanayi Kanunu'nun kabulü aslında sanayi alanındaki atılımların göstergesidir. Ancak bu gelişme 1914'te başlayan Birinci Dünya Savaşı'nın gölgesinde kalmıştır.

Üretimde tarımdan öteye geçemeyen, dışa bağımlı ve dolayısıyla da dış borcun kaçınılmaz olduğunu bildiğimiz Osmanlı Devleti yerini Türkiye Cumhuriyeti'ne bırakmıştır. Osmanlı'dan genç Türkiye'ye kalan sanayi mirası son sayım sırasında belirlenmişti. Mustafa Kemal Atatürk ve arkadaşları büyük mücadeleler vererek kurdukları yeni Cumhuriyet için önemli kararlar alarak Osmanlı enkazından kurtulma arayışlarına başlamışlardı. Milli ekonomi ve kamu yararını gözeten büyük yatırımlar ve sanayi tesislerinin kurulması, ekonomik gücü iyileştiren başlıca girişimlerdir. 1923'te imzalanan Lozan Antlaşması ile kapitülasyonların kaldırılması, borçların ödenmesi noktasında Türkiye Cumhuriyeti'nin bağımsızlığını korumak istemesi göz önünde bulundurularak güncellenmiştir.

1927'de çıkarılan Teşvik-i Sanayi Kanunu ile birlikte sanayide önemli gelişmeler yaşanmış ve verilen destekler artmıştır. Amaç özel girişimciler yaratmak ve yerli mal üretimini artırmaktır. Ancak kanuna göre sadece büyük işletmeler ve yıl içinde en az 1500 gündelik işçi çalıştıran işletmeler yararlanabilirdi. Dolayısıyla tüm sanayi sektörü ve çalışanlar bu desteklerden yararlanamamıştır (Doğan, 2013:216).

Savaş sonrası dönemde Türkiye hızlı sayılabilecek şekilde toparlanmaya başlamıştır. Gerek boş kalan toprakların tekrar işlenmeye başlaması gerekse sanayi alanında yapılan destekler ve yenilikler bu sürecin hızlanmasında rol almıştır. Artan üretim ve gelişen ekonomi yatırımcıları da etkilemiş ve dolayısıyla bu güven ortamı yatırımları da artırmıştır.

Birinci Dünya Savaşı sonrasında oluşan temel dengesizlikler ve sanayileşmiş ülkelerin uyguladıkları yanlış politikalar dünya ekonomisini ciddi bir bunalıma sürüklemişti. Tarihe "Kara Perşembe" olarak geçen 1929 Dünya Ekonomik Bunalımı Kuzey Amerika ve Avrupa merkezli olmasına rağmen tüm dünyayı etkisi altına almıştır. Önce Wall Street'de borsa çökmüş sonra yanlış uygulanan para politikalarıyla etkisini ciddi bir şekilde göstermiş ve süreklilik kazanmıştır (Pamuk, 2018:185). Dönemin ekonomik politikasının dışa açık, ülke içinde sanayiyi teşvik eden ve ekonomik büyümeyi hedefleyen bir yapıda olduğunu söylememiz yanlış olmayacaktır.

1930-1949 döneminde Büyük Buhran'dan etkilenen Türkiye ekonomi politikasında değişikliğe giderek devletçi politikalar uygulamayı tercih etmiştir. 1930'da Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, 1933 yılında da Sümerbank kurulmuştur. İlk kez faiz oranlarının belirlenmesi ile artan devlet müdahalesi etkisini artırmaya devam etmiştir. 1934-1938 dönemini kapsayan Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı bu dönemde hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bu planı 1938 yılında İkinci Beş Yıllık Sanayi Planı izlemiştir. İzmir İktisat Kongresi (1938) ile paralellik gösteren bu planlardaki temel amaç sanayi üretiminin artırılması ve ekonominin güçlendirilmesidir (Eğilmez ve Kumcu, 2016:253). Ayrıca yine bu dönemde İş Bankası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Etibank ve diğer pek çok kuruluş sanayileşme alanında kurulan önemli birliklerdir.

Türkiye ekonomisini geliştirmeye devam ederken 1939'da başlayan İkinci Dünya Savaşı'ndan dolayı tekrar durgunluğa girmiştir. Savaşa katılmamasına rağmen Türkiye, diğer dünya ekonomileri gibi çıkmaza girmiş, dolayısıyla bu durum yatırımcı kesimi de etkilemiştir. Devlet ekonomide müdahalesini daha fazla gösterirken hata yapmamaya da dikkat etmiştir.

Savaş sonrası dönemde çok partili hayata geçilmesi beraberinde birçok olguyu da değiştirmiştir. Yöneticiler artık hata yapmak istemedikleri için yeni ekonomi politikaları ve sanayi alanında gelişmeler gösterebilmek adına arayışlara girdiler. 1950-1960 döneminin genel özelliği sanayide temel tüketim mallarının ülke içinde üretilmesi ile birlikte özel kesiminde katkılarıyla hız kazanmış ve yerli üretim

özendirilmiştir. Savaş döneminde tarım önemini iyiden iyiye kaybetmekle karşı karşıya kalmış olsa da ulaşım ve altyapı gelişimini sürdürmüştür.

Özel sanayinin gelişmesine bir diğer katkı da 1950'de kurulan Türkiye Sınai Kalkınma Bankası'dır. Amaç özel sanayinin gelişmesini desteklemek ve katkıda bulunmak, yerli-yabancı ortak kuruluşları özendirmek ve tahvil satışıyla özel mülkiyet oluşmasına yardım etmektir. Banka kredilerinin çoğunlukla temel tüketim malları sanayilerine verilmesiyle Marmara Bölgesi başta olmak üzere günümüz sanayi şehirleri oluşturulmuş (Kepenek, 2019:108-109).

Özellikle 1960-1980 arası yerli üretimin yaygınlaşmasıyla Türk sanayisi pahalı ve kalitesiz ürünler ortaya çıkarmıştır. 1980 sonrası Türkiye ithal ikameci olan sanayi politikasını bir kenara bırakıp ihracata yönelik sanayi stratejisine ağırlık vererek dış ticareti teşvik edici bir politika uygulamaya başlamıştır (Koç vd., 2018:8).

1978-1984 döneminde Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı ile yeni hedefler belirlenmiştir. Hatta hükümet sanayide kalkınmayı desteklemek adına 24 Ocak Kararlarını 1980'de almıştır. Ancak aynı sene ordu 12 Eylül'de yönetime el koymuştur. Bu durum ekonomik ilerlemeyi ve sanayi gelişimini bir süre ertelemiştir. Hemen ardından halk oylaması ile iktidara gelen Turgut Özal, Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı yürürlüğe konulmuştur. Diğer yönetimlerin aksine bu dönemde ülke ekonomisine daha çok önem verilmiştir. Sanayi de bu dönemde önem kazanmış ve ihtiyaç duyulan petrol ve doğalgaz aramalarına da yine bu dönemde ağırlıklı olarak başlanmıştır.

1990-1994 döneminde uygulanan Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı ile bir önceki dönemde sanayileşmenin kalkınmayı tetikleyen bir rolünün olduğu anlaşılmış ve sanayi hak ettiği önemi kazanmaya devam etmiştir. Sanayinin gelişmesiyle ülkeye döviz girişi ve pazara ortak olma fikri ülke menfaati olduğundan sanayileşme hareketleri hız kazanmıştır. Küçük ölçekli sanayi işletmeleri modern sanayi kuruluşlarına dönüşmüş, sanayi-çevre dengesine de dikkat edilmiştir. Öyle ki 1994'te yaşanan ekonomik krize rağmen ekonomi krizden beklenildiği kadar etkilenmemiş ve yeni hedefler belirlenmeye başlanmıştır. 1996-2000 döneminde Yedinci Kalkınma

Planının uygulanmasıyla sanayide rekabet gücü artmıştır. Bu gelişmelerde ülkenin konumu ve potansiyelinin de etkisinin olmasının yanı sıra uygulanan liberal ekonomi politikalarıda etkindir. Tüm bu gelişmelerle birlikte sanayide ihtiyaç duyulan işgücü de geliştirmiş, meslek eğitimine önem verilerek bilgili ve kalifiye iş gücü oluşturulması adına gereken adımlar atılmıştır. Sanayinin modernleşme dönüşümüyle daha sistemli ve yerleşik olarak daha uygun olan Organize Sanayi bölgeleri de bu dönemde oluşturulmaya başlanmıştır (Doğan, 2013:219-220).

Sekizinci Kalkınma Planı 2000-2005 dönemini kapsar. Kentlere doğru yoğun göç hareketleri sonucu kent ve kırsal hayatın dönüştürülmesi ihtiyaç haline gelmiştir. Sanayi için temel hedef ise teknoloji üreten, Ar-Ge çalışmalarına önem veren, çevresel kurallara uygun üretim yapan, söz sahibi olan tüketicinin isteklerine önem veren ve bu doğrultuda üretim yapan, nitelikli işgücü, çağdaş işletmecilik esasına dayanan, kişiye özel tasarım ve marka yaratabilmektir. Dışa dönük bir rekabet gücü için bilim ve teknoloji işbirliği ile savunma ve havacılık, makina imalatı, kimya ve elektronik sanayinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması da hedefler arasındadır.

Genel hatlarıyla baktığımız zaman daha sonraki dönemlerde de uygulanan kalkınma planlarının temel hedefi de ekonomide rekabet gücünü artırmaktır. Sanayi ve çevre politikalarının uyum içinde yürütüleceği, Ar-Ge çalışmalarının destekleneceği, enerji ve imalat sektörü başta olmak üzere katma değeri yüksek sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesi, üniversite ve özel sektör işbirliğinin yapılması, iş gücü niteliğinin artırılması, kaynakların daha etkin ve verimli kullanılması, KOBİ'lere destek paketleri ve daha birçok konu da belirlenen kalkınma politikalarının temel hedefleri arasında yer almıştır.

2.2.2. Türkiye'de Dördüncü Sanayi Devrimi "Sanayi 4.0"

Sanayi devrimleri ülke ekonomilerinin gelişmesine doğrudan katkı sağlar. Dokuzuncu, onuncu ve on birinci kalkınma planlarını açıklarken ortak hedeflerinin ekonomide rekabet gücünü artırmak olduğuna önceki bölümde değinmiştik. Endüstri 4.0'da başarılı olmak için gereken teknolojik altyapının oluşması kadar bu konuda gerekli eğitimlerin verilmesi ve dijitalleşme alanında yeni iş modellerinin de planlanıp geliştirilmesi esastır. Endüstri 3.0 ile geliştirilen robot ve 3D yazılım

araçları, Endüstri 4.0'ın yapay zekası ile birleştirilerek üretimde kalitenin ve verimliliğin artışını sağlamak mümkün hale gelmiştir.

Asya ve Avrupa arasında köprü görevi gören Türkiye sahip olduğı lojistik avantajın yanı sıra düşük maliyetli iş gücü kullanarak esnek ve düşük maliyetli üretim yapmasıyla küresel rekabetçi bir ülkedir. 2016 yılında yayınlanan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'nde yer alan verilere göre Türkiye 98 birim maliyetle üretim yaparken, ABD 100, Almanya ise 121 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Yapılan oransal analiz sonucuna göre Türkiye'nin küresel zincirde yer alması ve ihracatını güçlendirmesi için sahip olduğu avantajları kullanması şarttır (TÜSİAD, 2016).

19. yüzyılda sanayi hareketliliğinin başladığı yıllarda, merkez ülkelere hammadde ihraç eden, mamül mal ithal eden ve sanayi gelişimi başkalarının elinde olan Osmanlı'dan, 21. yüzyıl teknolojisine kadar pek çok gelişme yaşayan Türkiye sanayide sistematik değişiklikler yaparak ekonomisini büyütme adına katkı sağlamış ve sağlamaya da devam etmektedir.

İkinci sanayi devrimiyle elektriğin kullanılması sanayide başrolü oynamıştır. 1929 Dünya Ekonomik Buhranı sonucu üretim alanında yaşanan gelişmeler adeta yeniden yapılanmanın göstergesi olmuştur. Türkiye'de "devletçilik" anlayışının gelişmesi sanayide iyileşme ve gelişmeye destek vermiştir. Kalkınma planlarıyla sanayileşme temel amaç olurken, Türkiye ara mal ithalatçısı konumundan sıyrılamamıştır. İthal ikameci politikadan ihracata dayalı büyüme modeline geçmiş olması da büyüme rakamlarında istenilen sonucu vermemiştir.

İkinci sanayi devriminden beri otomotiv sektörünün gelişim göstermesi, Endüstri 4.0 ile birlikte gelişim göstermeye devam etmektedir. Yapay zekâ ile kontrol edilebilen makineler ve robotlar sayesinde alışılagelmiş yaşam tarzımız farklı bir yöne evrilmektedir. Türkiye'de Endüstri 4.0 ile ilgili çok sayıda çalışmanın yer alması ile birlikte, Türkiye'nin hala 2.0 ve 3.0 arasında bir geniş döneminde olduğu söylentiler arasındadır. Bu söylemin yanı sıra ülkemizde bulunan yabancı ve yerli firmalar üretim organizasyonlarını Endüstri 4.0 teknolojisiyle donatmıştır. Siber fiziksel sistemlerin ve yapay zekânın ortak gücü üretimi artırmakla kalmayıp

tüketicinin de uygun talepleri karşısında hızlı ve dinamik bir gelişme sağlamıştır. Düşük maliyet ve işgücü ile rekabette yer alan Türkiye, Endüstri 4.0'ın rekabet gücü göstergelerinin değişmesiyle her bölgede başarılı bir entegrasyon sağlama avantajını yakalamış bulunmaktadır.

Sanayi Staretji Belgesi (2011-2014)'nde amaç "Avrasya'nın ileri teknoloji içeren ürünlerinde Türkiye'nin üretim üssü olması"dır. Türkiye bu fırsatları değerlendirip knowhow, altyapı, üretim kapasitesi ile Avrasya ekonomisinde üretici konumuna gelecektir (Genç, 241).

AA'nın "Yerli Sanayide Dijital Dönüşüm 'Türkiye Dördüncü Sanayi Devrimi Merkezi' ile hızlanacak" başlıklı haberinde Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) ve Dünya Ekonomik Forumu (WEF) işbirliği ile kurulan Türkiye Dördüncü Sanayi Devrimi Merkezi'nin açılışı ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Pek çok ülkenin gündeminde olan yerli, milli ve teknolojik dönüşüm kavramlarının kavramlarının 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejilerinde yer aldığını belirten Mustafa Varank, Türkiye'nin güçlü bir altyapıya sahip olduğunu ve ayrıca sahip olduğu genç dinamik nüfusu ile gelişme potansiyelinin yüksek olduğunu dile getirmiştir (AA).

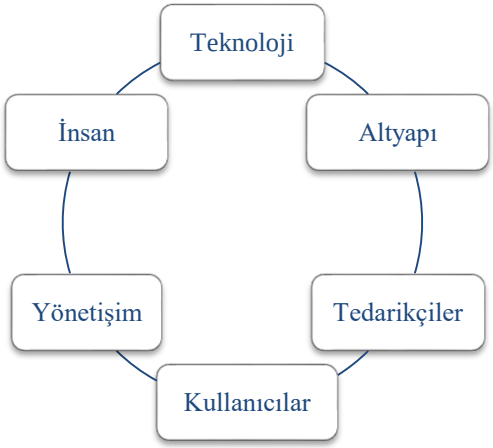
Milliyet gazetesine de konuşan Sanayi ve Teknoloji Bakanı olan Mustafa Varank, yapay zekânın önemini vurgulamakadır. TÜBİTAK bünyesinde Yapay Zekâ Enstitüsü'nün kurulduğunu belirten Varank, güvenilir ve kaliteli veri paylaşımını sağlamak için Büyük Veri ve Yapay Zekâ Uygulamaları Merkezi'ni de kurduklarını ve gençleri yapay zekâ kullanımı ile ortaya çıkacak olan yeni sektörlere yönlendirilmeleri için çalışmalar sürdürdüklerini ifade etmiştir. Varank; yapay zekâ sektörünün GSYH içerisindeki payının %5'e yaklaşmasını, oluşacak yeni sektörlerde istihdamın 50 binlere ulaşmasını ve bu alanda yapılacak olan Ar-Ge çalışmalarını ise en az %15'e ulaşmasını hedeflediklerini de eklemiştir.

Tablo 2: Endüstri 4,0'a Öncülük Eden Bazı Ülkelerin ve Türkiye'nin AR-GE Harcamalarının GSYH İçindeki Payı

Ülkeler	Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçindeki Payı (2015)
Almanya	2.9
ABD	2.8
Japonya	3.2
Çin	2.1
İsviçre	3.3
Güney Kore	4.2
Meksika	0.5
Türkiye	1.0

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın hazırladığı yol haritasında yer alan bileşenleri şöyle sıralayabiliriz (BSTB);

- Eğitim altyapısının geliştirilmesiyle nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi,
- Teknoloji ve yenilik kapasitesinin geliştirilmesi,
- Veri iletişim altyapısının güçlendirilmesi,
- Ulusal teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesi,
- Kullanıcıların dijital dönüşümünün desteklenmesi,
- Kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi raporda yer alan hedeflerdendir.



Şekil 3: Yol Haritasında Yer Alan Bileşenler

Dr. Akses, “Herkes elektrikli fabrikalar kurmuşken hala buhar makinesiyle üretim yapmaya çalışan şirket rekabet edebilir mi?” sorusunun ardından şöyle devam etmiştir: *“Ülkemizin en büyük avantajı, bu Doğu-Batı alışverişinde bir köprü, bir ana arter pozisyonunda olması ve bu coğrafyadaki diğer ülkelerden teknolojik olarak daha üstün yapısı Türkiye Endüstri 4.0’ ın doğal paydası olacak ve bunun teknolojik ilerleme hamlesini ivmelendireceği kesin… Yani sanayi devrimi ile yerden, işçilikten, zamandan, malzemeden, enerjiden, insan hatasından tasarruf edileceğini biliyoruz”*.

Buharlı makinelerden yapay zekâ kontrollü robotlara geçiş sürecinde, bu gelişmelerden iyi veya kötü etkilenen birçok sektör ve meslek dalı vardır. Pek çok iş kolu bu teknolojik ilerlemeye ayak uyduramayıp yok olurken, başta otomotiv sektörü olmak üzere diğer sektörler için bu teknolojik değişim hareketi adeta küllerinden doğma anlamına gelmektedir. Kısacası Endüstri 4,0’da hayatta kalmak isteyen bir işletme bu değişime ayak uydurmak zorundadır. Yol haritasında bahsedilen bileşenlerden biri olan eğitim de bu yüzden büyük önem taşımaktadır. Aslında ülkeler Endüstri 4,0’da üretim için gerekli olan bileşenlere yatırım yaptığı gibi insana da yatırım yapmak zorundadır.

Gelişen ülkelerin ekonomileri için otomotiv sektörü diğer sektörlerden öndedir. Firmalar arası rekabet bu sektör için tetikleyici olurken verimlilik artışı, kaynakların doğru ve etkin kullanımı da gelişmeyi hızlandıran diğer bileşenlerdir. Türkiye’de imalat sanayinde önemli bir paya sahip olan otomotiv sektörü ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye’de otomotiv sektörünün sahip olduğu güçlü sermaye yabancı ortaklıklar, yan sanayinin varlığı, donanımlı işgücü, bulunduğu coğrafi konumu ile esnek üretim ve kalitenin sağlanması küresel rekabette önemli bir avantajdır. Tüm bunların yanı sıra düşük kapasite sonucu yüksek üretim maliyetlerinin olması, pazar sorunu, ana veya yan sanayinin yetersiz oluşu sektörün zayıf yönleri arasında yer almaktadır (OSD).

Türkiye’de 2018 yılına göre 2019’da otomotiv toplam pazarındaki payı %23,3 azalarak 491.900 adet, otomotiv üretimi ise %5,7 azalarak 1.461.244 adet olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde bir sonraki yıllara baktığımız zaman yani 2019

yılına göre 2020 yılında otomotiv toplam pazarı %61,9 artış gösterirken otomotiv üretimi %11,2'lik bir azalma göstererek 1.297.854'e gerilemiştir (OSD).

İngiltere'de buhar makinalarıyla başlayan sanayileşme süreci günümüzde IoT teknolojileriyle devam etmetedir. İncelediğim sekiz ülkenin sahip olduğu hammadde ve coğrafi konum gibi avantajların yanısıra belkide her şeyden daha önemli olan bir diğer kalem ise eğitimdir. Endüstri 4,0'ın kamu-özel-akademik sektör üçlüsünün aynı anda birbirine entegre olması ile mümkün olacağını 18. yüzyıldan bu yana görmekteyiz. Ülkelerin ekonomilerindeki gelişme, söz konusu ülkenin Ar-Ge için ayırdıkları kaynakla doğru orantılı olabilmektedir. Son yıllarda gelişen teknolojilerle birlikte patent alma işlemleri de artmış ve Türkiye diğer ülkelere kıyasla geride kalmıştır. Geç yakaladığı dönüşüm fırsatını kaçırma gibi bir lükse sahip olmayan Türkiye, dönüşüme dâhil olmak için gerekli plan ve stratejilerini doğru hamleler yaparak uygulamalıdır.

2.2.3. Bilim, Teknoloji ve Yenilikçilik Politikaları

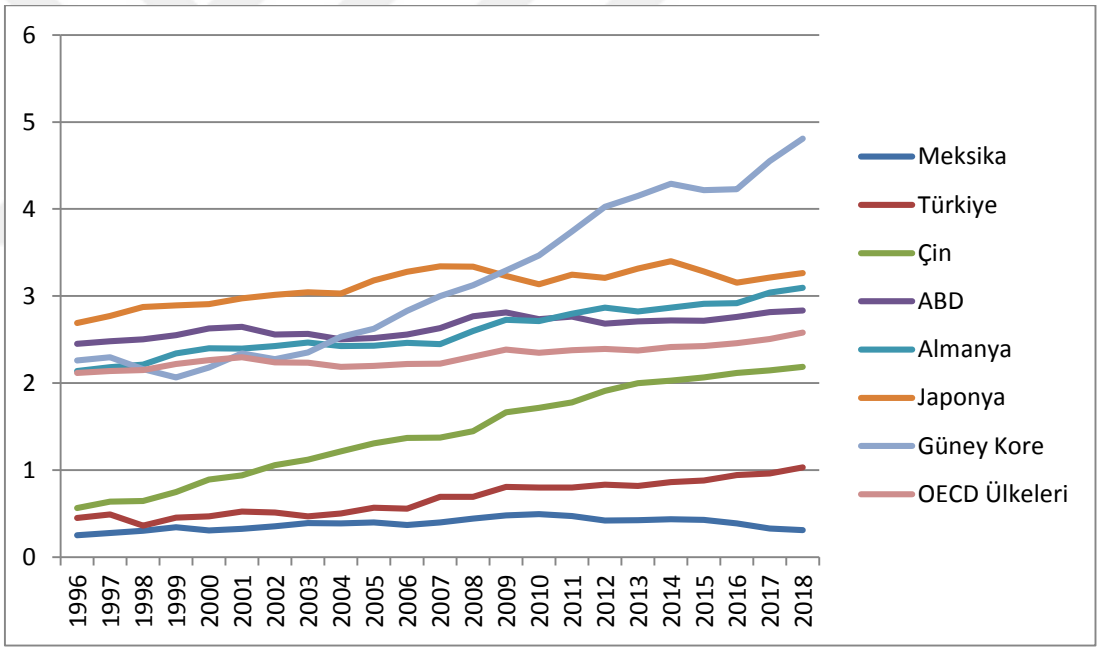
Bilim, teknoloji ve yenilikçilik (BTY) politikalarının temel içeriği, mevcut olmayan yeni fikir ve projelere sahip olan girişimcilerin veya işletmelerin bilim, teknoloji ve yeniliklerine Ar-Ge çalışmaları ile destek vermektir. BTY politikalarının etkin ve verimli olabilmesi için ülkenin belli bir sanayileşme seviyesine ulaşmış olması gerekir. Ülkedeki sanayi yapısı BTY desteklerinin kullanılmasına uygun bir altyapıya sahip değilse hem destek hem de kaynak israfına neden olacaktır. Girişimci veya işletmelerin hazırladığı projelerin atıl kalması ülkeye ekonomik anlamda yeterince katkı sağlamayacaktır (Kalaycı, 2020:292).

Türkiye'nin yüksek katma değerli ürünler üretmesi sanayi alanında sınıf atlamış olması ile yakından ilişkilidir. Gelişmiş bir sanayi BTY politikalarının işlevselliğini ve uygulanabilirliğini artırır. Ancak BTY için de gerekli olan Ar-Ge yatırımlarına da destek verilmesi gerekmektedir.

2.2.4. Ar-Ge Yatırımları

Bilimsel ve teknik çalışmalar alanında Türkiye'de özellikle kalkınma planlarının hazırlanması ile uygulama alanını artıran Ar-Ge faaliyetleri; üniversite, kamu ve birçok özel sektör tarafından yürütülmektedir. Eğitim sektöründe araştırma ve geliştirme faaliyetleri meslek kazandırma alanlarında da katkı sağlamaktadır.

BTY politikalarının içeriğinde girişimci veya işletmelerin daha etkin ve verimli çalışma koşulları için Ar-Ge faaliyetlerinin yapılması gerektiğine değinirken ülkelerin de küresel pazarda rekabet edebilmeleri ve diğer ülkeler ile arasındaki farkı açabilmeleri için Ar-Ge yatırımlarına önem vermeleri gerekmektedir. Şekil 3'te yer alan seçilmiş ülkeler ve OECD ülkelerinin Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisindeki yüzdeleri 1996-2018 dönemine ait veriler yer almaktadır.



Şekil 4: Seçili Ülkeler İçin Ar-Ge Harcamaları (GSYH yüzdesi), %

OECD ülkelerinin ortalama harcamalarına bakacak olursak yaklaşık olarak yüzde 2,3 bandında olduğunu söyleyebiliriz. Türkiye GSYH'dan Ar-Ge yatırımlarına ayırdığı %1 pay ile OECD ortalamasının oransal olarak gerisinde olan bir ülkedir. Bunu temel sebepleri arasında belki de en önemlisi ülkemizin sanayileşme hareketine

geç kalmış olması diyebiliriz. 2011'de başlayan Endüstri 4.0 hareketine 2015 yılında başlayan, strateji ve yol haritasını belirlemiş olmasına rağmen Türkiye, Ar-Ge faaliyetleri yatırımlarında bir çok ülkenin gerisinde kalmıştır. Öte yandan Türkiye'nin 2023 hedefleri arasında Ar-Ge/GSYH oranını istediği seviyeye çıkarmaktır. Bunun için ise vergi ve diğer mali teşvikleri politika aracı olarak kullanır. Ancak bu konuda başarılı olduğu söylenemez. 2023 hedefinin gerçekleşmesi için daha fazla Ar-Ge yatırımına ihtiyaç duyulurken bu alana yapılan yatırımların istihdamı artıracağı gibi bir gerçek de vardır (Sarısoy, 2017:171).

2.3. ENDÜSTRİ 4.0: ARTILAR VE EKSİLER

İngiltere ve genel anlamda Batı'da başlayan endüstrileşme hareketi, günümüzde birçok ülkeyi etkilemiş ve etkilemeye de devam etmektedir. Küresel piyasada ve ekonomide lider olan Batılı ülkeler diğer ülkelerin de kendisini takip ederek yol haritalarını belirlemesi açısından önemli konumdadır. Endğstriyel dönüşümde geride kalmak veya geriye dönmek mümkün dğeildir. Bir ülke küresel pazarda yer almak istiyorsa sürekli olarak gelişmek ve ilerlemek zorundadır. Ama maalesef dünyanın bütün ülkeleri için şartlar eşit değildir. Yani bu dönüşüm yarışına her ülke aynı anda başlayamaz. Coğrafi konum, hammadde varlığı, pazara yakınlık veya sömürge hareketleri gibi faktörlerin yanı sıra ekonomik durumun dönüşüm için yetersiz olması ülkelerin dönüşüm hareketine geç başlamalarına neden olabilmektedir (Meksika örneği gibi).

Hiçbir endüstri devrimi bir diğerinden bağımsız düşünülemez. Bugün kullandığımız yapay zekâ veya akıllı fabrikaların temelinde buharlı makineler yer almaktadır. Günümüzde yaşanan Endüstri 4.0 kavramını sadece Nesnelerin İnterneti olgusuyla incelemek, bugünün verilerini kullanmak yapacağımız sektör veya piyasa ekonomileri yorumlarında yanıltıcı olacaktır.

Endüstri devrimleri ortaya çıktığı her dönemde insanoğlu ihtiyaçlarını daha kolay ve sistematik biçimde karşılamak amacıyla süreklilik sağlamıştır. Bugün endüstri 4.0'ı günlük hayatımızın her alanında entegre edilmiş şekilde görmemiz mümkündür. Makinelerin birbirleriyle ve insanlarla etkiletişimi bilim kurgu

filmlerini aratmayacak seviyeye ulaşmıştır. Şimdilik uçan arabalara sahip olmasak bile cep telefonlarımıza indirdiğimiz birkaç uygulama ile etrafımızdaki cihazları yönetebilmekteyiz.

Endüstri 4,0'ın kullanım alanlarına önceki bölümlerde değinmiştik. Peki, hayatımızı tek bir parmak hareketiyle yönetiyor olmamızın artıları ve eksileri nelerdir?

Nesnelerin İnterneti döneminde üretimde verimlilik ve esneklik artarken maliyetlerin azalması, kamu-özel sektör ve akademi işbirliği sayesinde ve gelişen teknoloji ile birlikte yeni iş kollarının ve üretim tekniklerinin gelişmesi, doğal kaynak kullanımından yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmesi, sürdürülebilir çevre hamleleri, otomotiv, tıp, kimya sektörü gibi tarım sektöründe de doğru ve kaliteli ürün yetiştirme noktasında toprak analizlerinin yapılması ve üreticinin analiz sonuçlarına göre yönlendirilmesi gibi birden fazla alanda avantaja sahiptir.

Endüstri 4.0 genel çerçevede üretim açısından avantajlara sahip olmasının dışında özellikle eğitim alanında da avantaja sahiptir. Mevcut endüstriyel dönüşümde kas gücünün yerini beyin gücü almıştır. Üçüncü sanayi devriminde geliştirilip kullanılmaya başlanan internet sayesinde şimdilerde birçok makine arasında kablosuz ağ yoluyla bağlantılar kurulmuştur. Belli bir sınırı olmayan teknolojik aletleri geliştirmek ve kullanmak için eğitime ihtiyaç duyulmaktadır.

Hızlı ve yüksek verimle üretilen ürünler müşterilerin ihtiyaçlarına odaklı olduğu için alıcıları da üreticileri de memnun etmektedir. Eğitim, ekonomi, müşteriler ve üreticiler durumdan oldukça memnun. Peki, sanıldığı gibi insan emeğinin yerini alan robotlar, işsizliğe yol açar mı? Akıllı fabrika ve robot ismini duyan birçok vatandaşın 'Peki ya emekçi kesimine ne olacak?' sorusuyla karşılaşabiliriz. Ancak sanıldığı gibi robotların işimizi elimizden almaları söz konusu değildir. Geliştirilen her makine için bir şef, bir mühendis veya bir operatör ihtiyacı doğacak, dolayısıyla yeni meslekler ve iş kolları ortaya çıkarken istihdam da sağlanmış olacaktır.

Endüstri 4,0'ın artı yönlerini sayısız örnekle artırabiliriz. Peki, bu rasyonel kazanımların eksi diye tabir edilen olumsuz yönleri nelerdir?

Endüstri 4.0 süreci, Ar-Ge çalışmaları, teknoloji üretme ve uygulama alanındaki maliyetlerinin görece yüksek olması nedeniyle ülke ekonomisinin yetersiz oluşundan dolayı her ülke aynı anda başlamaz ve gelişemez. Ülkeler arasındaki ekonomik durum endüstriyel dönüşüm makasının giderek açılmasına neden olur. Robotlar belki işimizi tamamen elimizden almayacak ama üretim aşamasında insan emeğini neredeyse sıfıra indirecektir. On işçi çalıştıran bir fabrika gelişen teknolojiyi fabrikasında uygulamaya başladığı zaman sadece iki işçiye ihtiyaç duyacaktır. Fabrika sahibi seçeceği bu iki işçinin de nitelikli ve kalifiye eleman olmasını isteyecektir.

Nesnelerin İnterneti temelinde kurulan akıllı fabrikalar siber saldırıların hedefi haline gelecek, kişisel verilerimiz tehdit altına girecektir. Devletin bir noktada güvenlik harcamalarını da ekstra seviyelerde artırması gerekecek ve ek bir gider kalemi oluşacaktır.

Emek yoğun üretimin yerini sermaye yoğun üretim alacağından yabancı yatırımcıların da kendilerine en çok faydayı sağlayavak alanlarda yatırım yapmaları beklenir. Emek faktörünün üretimden aldığı ay azalırken kişiler arasında gelir dağılımınında da eşitsizliklerin yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Teknolojilerle donatılan fabrikalardan işçilerin çıkarılmasıyla işsizlik artışı kaçınılmaz olacaktır. Küçük ve orta ölçekli şirketler ekonomik yetersizliklerden dolayı endüstriyel dönüşüm sürecine katılamayarak, büyük firmalarla rekabet edemeyecek ve piyasadan çekilmek zorunda kalacaktır.

Batı'da başlayan endüstriyel dönüşüm yine Batı'da devam etmektedir. Küresel pazar ve ekonomiyi elinde bulunduran Batı'lı ülkeler ile ikinci ve üçüncü dünya ülkeleri arasında her zaman fark olacaktır. Eğitim, hukuk, insan hakları, teknoloji, yapay zekâ ve daha birçok alanda elinde bulundurduğu güç göz önüne alınırsa Batı'lı ülkelere yaklaşmak veya geçmek kolay olmayacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0'IN TÜRKİYE'DEKİ İŞ-GÜÇ PİYASASINA OLASI ETKİLERİ

3.1. İŞGÜCÜ PİYASALARI

3.1.1. İşgücü Piyasalarına İlişkin Temel Kavramlar

Endüstri 4.0 kavramı hayatımızda birçok şeyi değiştiriği gibi mevcut işgücü durumunu, işgücü piyasasını, işgücü piyasasındaki sektörel, meslek, nitelik ve demografik yapıyı da değiştirmiştir. Değişen işgücü piyasasını daha anlaşılır kılmak adına temel kavramlara yer verilecek ve dijitalleşmenin bu yeni düzeninde istihdam ve işsizlik olgularına da değinilecektir.

3.1.1.1. İşgücü Nedir?

Bir ülkede üretime katılan veya katılmayan herkes işgücünü ifade etmektedir. Aktif olarak çalışan nüfus faal nüfus olarak tanımlanır ve bu grupta işsiz bireyler yer almaz. Ülkemizde çalışma potansiyeli olan ve çalışmasına engel olacak bir sağlık problemi olmayan 14-65 yaşları arasındaki her birey işgücünü temsil etmektedir. Bu yaş aralığı ülkeden ülkeye farklılıklar da gösterebilmektedir.

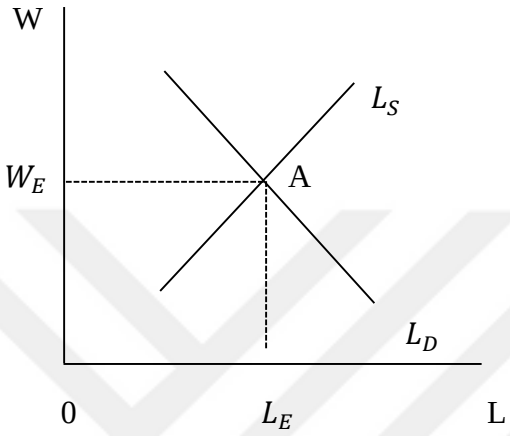
3.1.1.2. İşgücü Arzı ve Talebi

Emek arzı ve emek talebi olarak da adlandırılan bu kavramlardan emek arzı; üretim ve ekonomik faaliyetlere katılmayı belirtirken emek talebi ise; işletmelerin istihdam etmek için ihtiyaç duyduğu işgücü miktarını belirtmektedir. Sektörün oyuncuları hanehalkı ve firmalardır. Hanehalkı işgücü arzını oluştururken firma ise bu işgücünü talep eden taraftır.

Bir ekonomide refah seviyesi ne kadar yüksek olursa, yatırım ve tüketim harcamalarında meydana gelecek olan artış, işgücü talebini de artıracaktır.

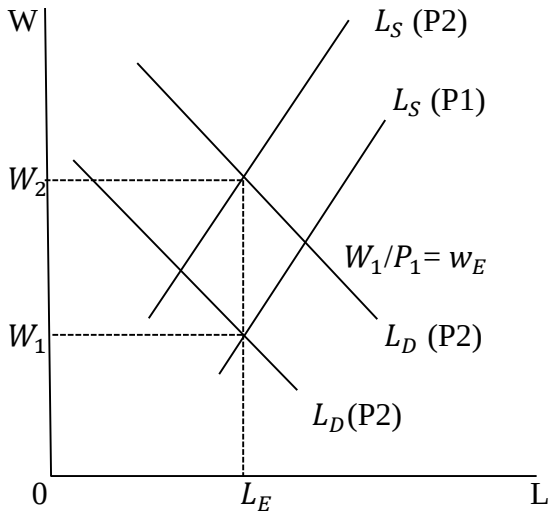
3.1.1.3. İşgücü Piyasasında Denge ve Piyasaların İşleyiş Biçimi

Emeğin karşılığı olan ücret ile emek miktarı arasında pozitif yönlü bir ilişki varken ücret ve firmalar arasında bu ilişki negatiftir. İşgücü piyasasında dengenin nasıl oluştuğunu hatırlayalım.



Şekil 5: Klasik Modelde Emek Piyasasında Denge

Piyasaların sürekli olarak temizlendiği bir klasik modelde, toplam emek arz ve talep eğrilerinin A noktasında dengede olduğunu varsayalım. Klasik modelde gayri iradi işsizlik, doğal işsizlik ve konjonktürel işsizlik olmadığından piyasa L_E'de tam istihdamda olur. A noktasından yani cari reel ücret düzeyinde çalışmak isteyen herkes çalıştığından dolayı emek piyasası her zaman tam istihdamdadır.

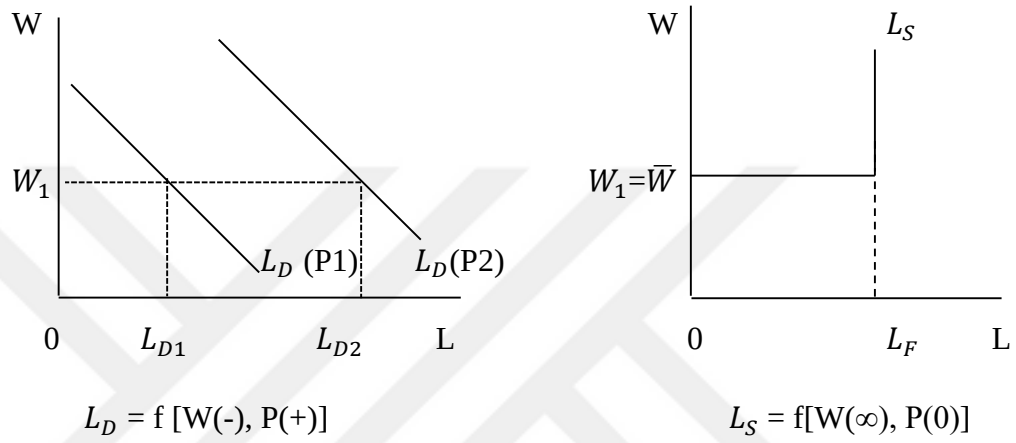


Şekil 6: Klasik Modelde Emek Piyasasında Denge: Fiyatın Değişmesi

W_1 düzeyinde tam istihdamda olan dengenin reel ücret P2'ye arttığı zaman da dengeye gelebilmesi için emek arzı ve emek talebinde de değişmelerin olması gerekmektedir. L_E düzeyinde tam istihdama tekrar ulaşmak için nominal ücret W_1'den W_2 konumuna geçecektir. Reel ücretin denge reel ücretine daima eşit olması demek nominal ücretin esnek olduğunu ve hanehalkı ve firmaların fiyat düzeyi ile ilgili tam bilgiye sahip olduğunu göstermektedir (Ünsal, 2017:313).

Fiyat (ücret) W_1 iken L_1 (emek) düzeyinde emek piyasası dengededir. W_1 yani reel ücret arttığı zaman bu ücretler firmaya yüksek gelmeye başlar ve firma emek talebini azaltma yoluna gider. Nominal ücretin yani W_1'in artarak W_2 noktasına gelmesi bu ücret artışında hanehalkına cazip gelmeye başlar ve emek arzında artış yaşanır. Aynı durum ücretler düşerken de yaşanır. Ücretler düştüğü zaman hanehalkı düşük ücrete çalışmak istemeyeceği için dolayısıyla emek arzında azalma yaşanır. Firmaların ise düşük ücret karşısında emek talebinde artışlar gözlemlenir. W_1denge ücret düzeyinin altında emek arzı ve emek talebi arasında kalan alan hanehalkının çalışmak istemeyeceği bir durum olduğundan çalışan eksikliğini ifade ederken, W_1 denge ücretin üstünde gerçekleşen emek arz ve emek talebi arasında kalan alan ise işsizliğin gerçekleştiğini belirtir ve yüksek ücretle çalışmak isteyen hanehalkının tamamı istihdam edilemeyecektir.

Keynesyen modelde de firmanın amacı kar maksimizasyonudur. Emek talebi rel ücretle ters orantılıdır. Yani Keynesyen modelde fiyat (P) veri iken yaşanacak ücret artışı (w↑) emek talebini azaltır (L_D ↓), nominal ücret (w) veri iken meydana gelen fiyat artışı toplam emek talebini de artırır.



L_D = f [W(-), P(+)]

L_S = f[W(∞), P(0)]

Şekil 7: Keynesyen Modelde Emek Talebi ve Emek Arzı

Emek talebinin reel ücretin ters fonksiyonu olduğu ve firmaların kar maksimizasyonunu amaçladığını belirten Keynesyen modele göre; fiyat düzeyi veri iken nominal ücretlerin artması toplam emek talebini azaltır, ücret veri iken fiyat düzeyinin artması da emek talebini artırır. Emek arzı ise nominal ücrete bağlı olarak değişim gösterir. Keynesyen modelde emek arzı fiyatta meydana gelen değişimlerden etkilenmez. İşçilerin nominal ücretlerdeki düşüşleri kabul etmemesi nominal ücretin Klasiklerde olduğu gibi esnek olmadığını, aşağı yönde katı olduğunu gösterir. Kısacası nominal ücretlerde meydana gelecek olan bir birimlik azalışa karşı emek arzı sıfırlanır. Emek arzı fiyatlarda yaşanan değişimlerden etkilenmez, nominal ücrete bağlı olarak değişim gösterir (Ünsal, 207:316).

3.2. Türkiye'de İstihdam

Osmanlı'dan hasta ve yorgun bir ülke devralan Türkiye Cumhuriyeti, savaş dönemlerinde can kayıplarının fazla olması ve genç nüfusun silahaltında göreve alınmış olması nedeniyle o dönemlerde işsizlik büyük bir sorun olmamıştır. Cumhuriyet'in istihdam ve sanayileşme hareketi kapsamında hazırladığı kalkınma planları istihdamın sorun olmasının önüne geçmiştir. Tarım faaliyetlerinin yaygın olduğu ülkede dönemin temel ihtiyaçları olan çay, şeker ve tütün yetiştiriciliğinin yoğun olması da yine işsizliğin ülke içinde bir sorun olmasını önlemiştir.

Fabrikalaşmanın yaygınlaşması ile kırsaldan kentlere doğru yoğun göç hareketleri başlamıştır. Emek yoğun üretimden sermaye yoğun üretime geçmek ülke ekonomisine katkı sağlamış olsa da gerçekler bu kadar pürüzsüz değildi. Sahip olduğu tarım arazisini bırakıp daha iyi şartlar altında yaşamak için şehirlere göç eden bireyler şehirlerde de birtakım problemlere yol açmıştır. Şehirleşme ve sanayileşme hareketleri kalkınma planlarını zorunlu hale getirmiş ve beş yıllık planlar halinde devam etmiştir ve günümüzde hala devam etmektedir.

Şehirlere göç eden özellikle genç nüfus, şehirde işgücü arzını artırmış ve istihdam yetersiz kalmıştır. İşçi koruma kanunundan önce firmalar yoğun olan bu işgücü arzını, düşük ücretler ve yüksek çalışma saatleri ile birlikte zor şartlar altında çalıştırarak kullanmışlardır. Hayatını idame ettirmek ve temel ihtiyaçlarını karşılamak zorunda olan ve dolayısıyla çalışmak zorunda olan genç nüfus, özellikle kadın ve çocuk işçiler bu şartlar altında adeta ezilmiştir. Mevcut olan zor çalışma şartlarına devlet müdahale ederek 1961 Anayasası'nda sosyal, ekonomik, çalışma şartları, ücretlerin adaletli şekilde dağıtılmasına yönelik daha birçok alanda düzenlemeler yapılmıştır. Hukuk devleti olan Türkiye Cumhuriyeti hazırlanan sonraki anayasalarda da özellikle kadın ve çocuk işçiler ile ilgili hak ve özgürlüklere geniş ölçüde yer vermiştir.

İlk üç sanayi devriminde de ortak nokta teknoloji ve bilimin ilerlemesidir. İnsan ihtiyaçlarını karşılamak adına geliştirilen teknolojinin sonucuna baktığımız zaman bu dönüşümden etkilenen yine insan emeğidir. Gelişen teknoloji sosyo-kültürel yapıyı da etkilemektedir. El emeğinin yerini makinelerin alması bazı

mesleklerin yok olmasına neden olurken bir istihdam açığı ve işsizlik toplumsal sorun haline gelmiştir.

Tablo 3: İstihdamın Sektörel Dağılımı (%), 2014-2020

Yıl	Toplam	Tarım	Sanayi	İnşaat	Hizmet
2014	100,0	21,1	20,5	7,4	51,0
2015	100,0	20,6	20,0	7,2	52,2
2016	100,0	19,5	19,5	7,3	53,7
2017	100,0	19,4	19,1	7,4	54,1
2018	100,0	18,4	19,7	6,9	54,9
2019	100,0	18,2	19,8	5,5	54,9
2020	100,0	17,6	20,5	5,7	56,2

TÜİK tarafından yayınlanan rakamlara baktığımız zaman şehirlere yaşanan göçlerin tarım sektöründe çalışan işgücünü azalttığını, şehirlere gelen bu işgücünün ise sanayi ve hizmet sektöründe bir istihdam artışına neden olduğunu görmekteyiz. Türkiye'de 2020 yılında istihdam edilenlerin sayısı, 2019 yılına göre 1 milyon 268 bin kişi azalarak 26 milyon 812 bin kişiye gerilerken, 15 yaş üstü bireylerin sayısı ise yine 2019 yılına göre 408 bin kişi azalarak 4 milyon 61 bin kişi olmuştur (TÜİK).

İstihdam bir noktada azalırken aslında kapitalist sistem her zaman kendi için ucuz işgücü bulmakta. Dördüncü sanayi devrimi ile 2011 yılından sonra başlayan dijital dönüşüm bir yandan işsizliği artırmış, bir yandan da geliştirilen teknolojik aletleri kullanmayı bilen nitelikli işgücü talebini doğurmuş, yeni istihdam alanları sağlamıştır. Dijital çağda kaybolan el emeğinin yeri, bilgi teknolojilerini kullanabilen yeni meslekler almıştır. David Ricardo mevcut olan durumu; *İnsan emeğinin yerini makinelerin alması, emekçi sınıfın çıkarını zedeleyeceğini ve makineler ile insanlar arasındaki rekabetin daimi olacağını* ifade etmiştir. Diğer taraftan ilk üç sanayi devrimi istihdam üzerinde bir baskıya sebep olmuş olmakla birlikte ekonomideki büyüme ile teknolojinin yarattığı yeni çalışma alanları istihdam edilen insan sayısındaki artışın sürekliliği sağlanmıştır. Kısacası teknoloji ile işsizlik arasındaki bağlantının negatif yönlü olduğunu söylemek için acele edilmemelidir (BSTB, 2018).

Endüstri 4.0 ile birlikte tarım, sağlık, sanayi ve ulaşım gibi pekçok sektörde robot kullanımı da yaygınlaşmıştır. Yapay zekâ ile yönetilen bu robotlar insan davranışlarının birçoğunu yapabilme kapasitesine sahiptir. İnsan zekâsına rakip olan bu robotlar karar verme yeteneği ile oluşabilecek sorunları hatanın sıfıra yakın noktasında problem çözme yeteneğine de sahiptir. Öyle ki robotların çok yakın bir zamanda şirketlerde insan kaynakları departmanında da aktif rol oynayacağı görüşü yaygındır. Peki, mevcut meslekler yeni dijital dönüşüm ile birlite nasıl bir yenilik içine girecekler? Varlıklarını koruyabilecekler mi? Yoksa meslek grupları da dönüşümün tamamlayıcı bir parçası mı olacak?

3.3. Dijital Dönüşümde İşsizlik ve Gelir Dağılımında Meydana Gelen Bozulmalar

Endüstrileşme hareketiyle ilk olarak basit makinelerin geliştirilmesi ile evde üretimler başlamıştı. Kendi ihtiyaçları dışına çıkarak ülke ihtiyaçlarını da karşılayan ev içi üreticiler şehirlerdeki nüfus artışıyla birlikte artan talepleri karşılamaya çalışmış ancak bir süre sonra hammadde sıkıntıları yaşanmaya başlamıştır. Evlerde birbirinden habersiz üretim yapan üreticiler organizasyon ihtiyacını doğurmuş ve fabrikalaşma hareketi bu şekilde başlamış, kırsaldan kente yoğun göç dalgası hareketleri de kaçınılmaz olmuştur. Artan üretim ihtiyacına karşı işgücü talebi artsa da bu durum kısa süre sonra göçlerin de devam etmesiyle şekil değiştirmiştir. Fabrikalar işgücünün ve hammaddenin yoğun olduğu bölgelere kurulmuştur. Sermaye sahipleri ve fabrika sahipleri yoğun olan işgücü arzını işçilere karşı bir koz olarak kullanmaya başlamış ve çalışma koşulları da bir o kadar zorlaştırılmıştı. Bu durum karşısında sessiz kalmak zorunda kalan işçiler kadar işten çıkarılan tabaka da zor durumda kalmıştır. İki tarafın da ortak çıkarları göz önüne alınarak sendikaların kurulmasıyla bu durum iyileştirilmiş ve işçiler işverenlerine karşı bazı temel haklar kazanmıştı.

Teknolojinin ve sanayileşmenin sürekli ilerlemesi iş yapma şekillerini değiştirdiği gibi işverenlerin işgücü tercihlerini de değiştirmiştir. Endüstriyel makinelerin tek başına yaptığı seri ve verimli üretim birçok insanın işsiz kalmasına neden olmuştur. Dijital dönem fabrikalarına "karanlık" denilmesinin bir sebebi de bu durumdur. İnternetin, yazıcıların, sensörlerin ve makinelerin gelişmesi üretim

aşamasında duyulan işgücü talebini azaltmış, yeni otomasyon sistemlerine hâkim olamayan ve becerilerini geliştiremeyen bireyler işsiz kalmaya başlamıştır. İşsiz kalan veya işlerini kaybetme korkusu yaşayan bireyler fabrika sahiplerine, yerel otoriteye ve belediye başkanlarına karşı tehdit söylemleri, başkaldırma, makine kırma, grev ve kundaklama gibi sermaye sahiplerine de büyük zarar vermeyi amaçlayan girişimlerde bulunarak mevcut duruma tepkilerini göstermeye başlamıştır.

Teknolojinin iktisadi bir sonucu olan işsizlik, nitelikli işgücüne olan talebi artırmıştır. 1910'lardan itibaren teknoloji ve nitelik birbirini tamamlayan kavramlar olmuştur. Zvi Griliches (1969) sermaye ve niteliğin; Richard Nelson ve Edmund Phelps (197), Finish Welch (1970), Theodore Schultz (1975) ve Jan Tinbergen (1975) ise teknoloji ve niteliğin ayrılmaz bir bütün olduğunu ve işgücü talebinin artacağı görüşündeydi. Günümüzde yaşanan gelişmeler ise bu görüş birliğinin doğruluğunu desteklemektedir (Bülbül, 2008:84).

Toplum ve birey arasındaki farklar çok daha eskiye dayanmakla birlikte sanayileşme hareketinin başlamasıyla arada oluşan fark giderek artmıştır. Makineleşmeye geçmeden önce mevcut olan geleneksel üretim modelnde sahip olunan tek sermaye topraktı. Sınırlı sayıda sahip olunan bu sermaye, sahiplerinin aşırı zenginleşmesine engeldi. Makineleşme ile birlikte sermaye yoğun üretime geçilmesi ile dönüşümün kazananları sermaye ve fabrika sahipleri olmuştu. Bir kesimin giderek zenginleştiği diğer bir kesimin de reel ücret düşüşleri ile karşılaştığı dönem gelir adaletsizliğinin çok net bir şekilde görüldüğü dönemdir. Zor çalışma şartlarına katlanmak zorunda olan insanların omuzuna bir de gelir dağılımındaki bu adaletsizlik yüklenince iki grup arasındaki çatışmalar kaçınılmaz olmuştur.

Gelir dağılımını etkileyen birçok faktör vardır. Kişilerin yetenekleri, çabaları, eğitimleri, işin zorluk derecesi, çalışma sürelerindeki farklılıklar ve sermaye gelirindeki eşitsizlikler gelir dağılımını etkileyen göstergelerden birkaçıdır. Ülkelerin gelir dağılımındaki eşitsizlikler Max Otto Lorenz (1905) tarafından geliştirilen Lorenz eğrisinden yararlanılarak değerlendirildiği gibi İtalyan istatistikçi Corrado Gini (1912) tarafından geliştirilen yöntemle de değerlendirilebilir. Gini katsayısı 0 ile 1 arasında bir katsayıdır. Gelir dağılımının eşit bölünmesi noktasında Gini katsayısı 0, eşitsizlik olduğu durumda ise 1'e yakındır. Yani katsayı değerinin artması gelir

dağılımındaki eşitsizliğin de artmış olduğunun göstergesidir (Ünsal, 2012:714). BM Gini katsayısının 0,4 düzeyini uyarı seviyesi olarak belirlemiştir. Aşağıda yer alan Tablo 4'te sıralı gruplar halinde hanehalkının gelir dağılımını inceleyelim.

Tablo 4: Sıralı %20'lik gruplar itibarıyla yıllık eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirinin dağılımı (%), 2011-2020

Anket yılı	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Gelir referans yılı	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Toplam	100,0	100,	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
İlk %20 (Endüşük)	5,8	5,9	6,1	6,2	6,1	6,2	6,3	6,1	6,2	5,9
İkinci %20	10,6	10,6	10,7	10,9	10,7	10,6	10,7	10,6	10,9	10,6
Üçüncü %20	15,2	15,3	15,2	15,3	15,2	15,0	14,8	14,8	15,2	14,9
Dördündü %20	21,7	21,7	21,4	21,7	21,5	21,1	20,9	20,9	21,4	21,1
Son %20 (Enyüksek)	46,7	46,6	46,4	45,9	46,5	47,2	47,4	47,4	46,3	47,5

Tablo 4'te Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması 2020 yılına ait gelir bilgileri, bir önceki yılı referansı alınmaktadır. Son yapılan araştırma sonuçlarına göre hanehalkı kullanılabilir fert geliri bir 2018'de 1,2 puan artarak 2019'da 47,5'e yükselirken, en düşük gelire sahip hanehalkı fert geliri ise bir önceki yıla göre 0,3 puan azalarak 5,9'a gerilemiştir. Tabloya dikkat edecek olursak en yüksek gelire sahip olan hanehalkı fertlerinin gelirlerinde sürekli artan bir trend olduğunu ve en düşük gelire sahip olan hanehalkı fertierinin gelir dağılımında ise sürekli bozulmaların yaşandığını açık bir şekilde görebilmekteyiz.

Tablo 5: Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelirine göre gelir dağılımı göstergeleri, 2011-2020

Anket yılı	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Gelir referans yılı	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
P80/P20	8,0	8,0	7,7	7,4	7,6	7,7	7,5	7,8	7,4	8,0
P90/P10	14,4	14,2	13,6	12,6	13,3	13,6	13,4	13,7	13,0	14,6
Gini katsayısı	0,404	0,402	0,400	0,391	0,397	0,404	0,405	0,408	0,395	0,410

Son yapılan araştırma sonuçlarına bakılacak olursa bir önceki yıla göre Gini katsayısının 0,015 puanlık artışını görebiliriz. P80/P20 şeklinde ifade edilen oran; toplumdan en fazla pay alan %20'nin elde ettiği gelirin en az pay alan %20'ye oranı olarak hesaplanmaktadır. Bir önceki yıla göre bu oran 7,4'ten 8,0' a yükselmiştir. Yine tabloda %10'luk en yüksek ve en düşük geliri alan grupların oranı olarak hesaplanan P90/P10 oranının bir önceki yıla göre 1,6 puanlık bir artış göstererek 14,6 seviyesine yükselmiştir.

Tablo 6: Seçilen ülkelerin belirlenen yıllardaki Gini katsayıları

Ülkeler	Gini Katsayısı
Almanya (2017)	0,291
ABD (2019)	0,48
Japonya (2013)	0,329
Çin (2019)	0,465
İsviçre (2018)	0,331
Güney Kore(2018)	0,35
Meksika (2018)	0,454

Diğer dünya ülkeleri gibi Türkiye'de de gelir dağılımını iyileştirici politikalar uygulanmaktadır. Ancak Türkiye'nin maalesef bu konuda pek de başarılı olduğu söylenemez. BM'nin uyarı sınırı olarak belirlediği 0,4 bandındaki Türkiye gelir dağılımında adaleti sağlamayı ilk hedef haline getirmelidir. Sosyal refahın artması ve kitlesel patlamaların olmaması için büyük bir öneme sahip olan yatırım, istihdam ve işgücü alanındaki artışların gerçekleşmesi ve temelde eğitim sektörünün iyileştirilmesi gelir dağılımında iyileştirici etkiler yaratacaktır.

3.4. Dijital Dönüşümde Yeni Model İş Piyasası

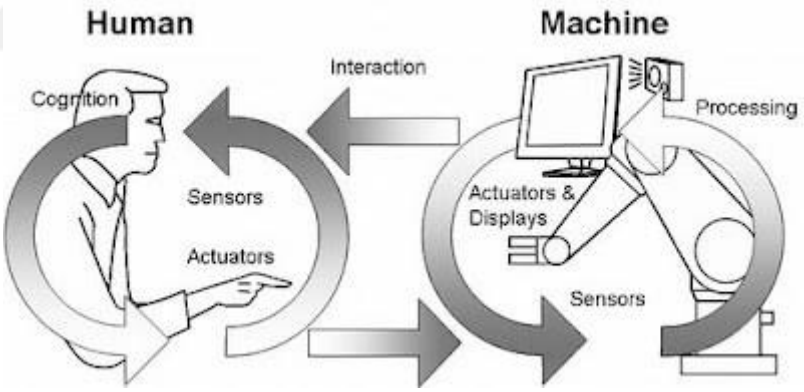
3.4.1. İnsan-Makine Arayüzü (HMI)

Endüstri 4.0 ile hayatımıza giren robot ve yapay zeka kavramlarının endüstride kullanımı oldukça yaygındır. Yaygınlaşan bu robot teknolojisi sadece üretim sektöründe değil, sağlık ve ulaşım alanında da kullanılmaktadır. İnsan amaçlarına hizmet eden bu robotlar yaşam kalitesini artırdığı gibi üretimde verimliliği ve emek tasarrufunu da sağlar.

İnsan-makine aratüzü (Human-Machine Interface); bir yazılım ve donanım bütünlüğünü ifade eder. Kullanıcı arayüzü olarak da tanımlanan bu terim, görsel

anlamda Endüstri 4.0 bileşenlerinden biri olan robotların insanlar tarafından yönetilmesini ve kontrol edilmesini sağlayan yazılım arayüzleri ile yazılımların gömülü olduğu sabit donanımlardır. Nesnelerin İnterneti ile kullanım alanı genişleyen akıllı okuyucular yani sensörler, yönetim sürecinde kritik rol oynamaktadır. İnsanla makinelerin iletişimini sağlayan ve araçlar üreten birçok şirket küresel pazarda yerini almıştır. Şirketlerin ortak hedefi bu ürün çeşitliliğini artırmakve mevcut teknolojilerini daha iyi seviyelere taşımaktır (Özdoğan, 2019:107).

İnsan-makine iletişimi hem bir kavram hem de bir araştırma alanıdır. Gelişmekte olan teknoloji, insanlarla etkileşim kurabilmesi adına da tasarlanmıştır. Kullandığımız cep telefonları öncelikli olarak diğer insanlarla iletişim kurmamız için tasarlanmış olsa da gelişen teknoloji sayesinde pekçok işimizi yönetebildiğimiz akıllı cihazlara dönüşmüştür. İnsan ve makine arasındaki temel nokta alışveriştir. İnsan-makine iletişiminde teknoloji, bir iletişim kanalından çok daha fazlasıdır (Guzman, 2018:2).



Şekil 8: İnsan-Makine Arayüzü Çalışma Sistemi

Peki, bu sistem nasış çalışır? Erişilebilir bilginin içerisinde yer alan karmaşık verileri çevirerek, operatör üretim sürecini kontrol eder. Operatörden alınan emirler otomasyon sistemine iletilir, sistemden alınan proses veriler de ekranda görüntülenir. Veriler birkaç sayfa halinde görüntüleneceği gibi otomasyon sisteminin ölçeğine göre daha fazla sayfa halinde ana ve alt başlıklardan da oluşabilir. İnsan-makine

arayüzü bütün bu işlemleri gerçekleştirebilen güçlü bir donanıma sahiptir (Bulut, 2015). İnsan-makine arayüzü tasarımının sahip olduğu zayıf ergonomik tasarım hata, kaza ve kaynak kaybına neden olabilmektedir. Kontrol ve ekran görüntüsü arasında uyuşmazlıkların olması operatör veya insan hatalarına neden olabilir. Kapalı bir döngüsü olan bu sistemin anahtarı insandır. Zayıf olan bir tasarımın zaman ve para kaybına neden olabileceği gibi üretim kaybına da neden olabilir. Oysa bu sistem temelde insan yaralanma ve hata riskini en aza indirmek ve insan performansını artırmak için tasarlanmıştır.

3.4.2. Geleceğin Meslekleri

Sanayi devrimlerinin ve teknolojik ilerlemelerin temel hedefi insan hayatını kolaylaştırmak ve amaca uygun hizmet vermektir. Dördüncü sanayi devrimi ile gündem olan robotlar pekçok sektöre kas gücüne karşı tercih edilmektedir. Dijital dönüşümü yaşadığımız bu yüzyılda geliştirilen teknoloji, yeni çalışma alanları da yaratmaktadır. Endüstri 4.0 bu teknolojik cihazların kullanılması noktasında nitelikli çalışan ve işçi sınıfının oluşmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde özellikle hizmet sektöründe de kullanılmaya başlanan robotların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Oxford Martin Teknoloji ve İstihdam Programı'nın tahminine göre, Endüstri 4,0'ın daha az sayıda çalışana ihtiyaç duyulduğundan, Amerika'nın sahip olduğu işgücünün sadece %5'i bu yüzyıl başında var olmayan sektörlerde hizmet vermektedir (Öztuna, 2017:96).

Etrafımıza şöyle bir baktığımız zaman bilgisayarların, internetin, yapay zekâ ve robotların kullanım oranlarının ne kadar geniş ölçüde yaygınlaştığını görebiliriz. Peki, iş yapma şeklimiz, üretim-imalat, sağlık ve diğer sektörler bu kadar hızlı dönüşürken meslek grupları ve işkollarındaki dönüşüm nasıl olacak?

McKinsey & Company Türkiye tarafından McKinsey Global Institute (MGI) ile ortak hazırlanan ve Ocak 2020'de yayınlanan "İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" başlıklı raporda, 2015 yılından günümüze otomasyon sistemlerinin işgücü ve yetkinlik gruplarına yönelik çalışmaların sürdürüldüğü yer almaktadır. MGI, teknolojilerin benimsenmesi gerektiğini zira

ekonomik büyümede bu dijital dönüşümün önemli bir faktör olduğuna vurgu yapmaktadır. Ayrıca araştırmalar 2030 yılına kadar verimlilik artışının %60'ının bu alanlarda olacağını da göstermektedir (McKinsey, 2020).

Tablo 7: Otomasyona En Yakın Olanlar

Olasılık	Meslek
0,99	Tele-pazarlamacılar
0,99	Vergi Danışmanları
0,98	Sigorta Eksperleri, Otomobil Hasarları
0,98	Hakemler ve Diğer Spor Görevlileri
0,98	Mahkeme Kâtipleri
0,97	Restoran ve Kafelerde Garsonlar
0,97	Emlak Komisyoncuları
0,97	Tarım İşçileri Aracıları
0,96	Sekreterler ve İdari Asistanlar, Hukuk, Tıp ve Yönetim dışında
0,94	Kuryeler

Tablo 8: Otomasyona En Az Yatkın Olanlar

Olasılık	Meslek
0,0031	Akıl Sağlığı ve Madee Bağımlılığı Sosyal İşçileri
0,0040	Koreograflar
0,0042	Doktor ve Cerrahlar
0,0043	Psikologlar
0,0055	İnsan Kaynakları Yöneticileri
0,0065	Bilgisayar Sistem Analistleri
0,0077	Antropologlar ve Arkeologlar
0,0100	Deniz Mühendisleri ve Bahriye Mimarları
0,0130	Satış Yöneticileri
0,0150	Genel Müdürler

Yukarıda Tablo 7 ve Tablo 8'den de anlaşılacağı gibi geleceğin birçok mesleği dönüşüme ayak uydurabilecek, yeni otomasyon sistemlerine adapte olabilecek ancak diğer bir grupta ise otomasyon sistemleri pek de önem ifade etmeyecektir. Dönüşümdeki otomasyon hareketliliği işgücü piyasaları üzerinde kaçınılmaz bir etkiye sahip olacaktır. Endüstri 4.0 ile birlikte makinelerin giderek

daha yaygın kullanım alanına sahip olması insana olan ihtiyacın tamamen ortadan kalkacağı anlamına gelmemekle birlikte insan-makine ilişkisini de güçlendirecektir. Eğitim 4.0 ile birlikte geliştirilecek olan yeni eğitim sistemi işgücünü daha yetkin, daha bilinçli ve daha dinamik hale getirecektir. Kısacası 4.0 sadece endüstride değil eğitim alanında da yaşanacak olan dönüşümün ana simgesidir.

Raporda 2030 yılına kadar otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin 3,1 milyon seviyesinde iş artışına yol açacağı da yer almaktadır. 7,6 milyon iş kaybı yaşanacak veya dönüşerek on yıl içerisinde 8,9 milyon yeni iş oluşması da beklentiler arasında yer almaktadır. Türkiye'de 21,1 milyon işgücü mevcut işine devam edecek ve teknolojiden yararlanarak yetkinliğini geliştirecektir. Yeni yetkinlik ve meslek değiştirmelerin ise 7,6 milyon işgücü üzerinde dijitalleşme ve otomasyonun etkisi yaşanırken, 7,7 milyon yeni işgücünün de donanımlı olması gerekecektir (McKinsey, 2020). Endüstri 4.0 ile değişime uğrayacak pek çok sektör ve meslek grubu vardır. İşlerin büyük bir kısmının robotlar tarafından yapılması yeni iş alanları açacaktır. Ancak genel olarak baktığımızda bu dönüşümün en çok hizmet sektöründe bir getirisi olacağını, iş artışlarının en çok bu alanlarda artacağı görülebilir.

Perakende satış ve servis sektörü %30 ↑,

Sağlık/bakım hizmetleri %40 ↑,

Yeme-içme ve konaklama %20 ↑,

Son dönemlerin gündem olan isimleri Elon Musk ve Alibaba'nın kurucusu Jack Ma'nın 2019'da Şangay'da katıldığı Dünya Yapay Zekâ Konferansı'nda iki lider arasındaki görüş farklılığı şu şekildedir: Elon Musk yapay zekânın işsizliği büyük oranda artıracağını ve devletlerin vatandaşlarına evrensel vatandaşlık maaşının bağlanması gerektiğini, zira işsiz kalan insanların sosyal bir patlamaya neden olacağını vurgulamaktadır. Aynı fikirde olmayan Jack Ma ise karşıt görüş olarak gelişen teknoloji ile yeni sektörlerin ve iş kollarının ortaya çıkacağını, farklı meslek gruplarının oluşacağını vurgulamaktadır. Ortaya çıkan meslek gruplarında çalışabilmek için yeni yetkinliklere sahip olunması gerektiğini ekler (Acılıoğlu ve Kaya, 2021:28).

Peki, dijital dönüşümün trend olan yetkinlik ve becerileri nelerdir? Dijital dönüşümde firmaların son teknoloji ile donatılmış fabrikalarında talep ettikleri işgücünün belirli yetkinliklere sahip olması gerekmektedir. Bu değişim trendinin il on yetkinlik sıralaması aşağıda yer alan tabloda belirtilmiştir.

Tablo 9: WEF'e Göre Geleceğin Mesleklerinde Önemli Olan 10 Yetkinlik (2018-2020 Karşılaştırması)

2018	2022 Trendi
Analitik düşünme ve yenilik	Analitik düşünme ve yenilik
Karmaşık problem çözme	Aktif öğrenme ve öğrenme stratejileri
Eleştirel düşünme ve analiz	Yaratıcılık, özgünlük ve girişkenlik
Aktif öğrenme ve öğrenme stratejileri	Teknoloji tasarım ve programlama
Yaratıcılık, özgünlük ve girişkenlik	Eleştirel düşünme ve analiz
Deteylara dikkat, güvenilirlik	Karmaşık problem çözme
Duygusal zekâ	Liderlik ve sosyal etki
Akıl yürütme, problem çözme ve düşünme	Duygusal zekâ
Liderlik ve sosyal etki	Akıl yürütme, problem çözme ve düşünme
Koordinasyon ve zaman yönetimi	Sistem analizi ve değerlendirmesi

Yeni Ekonomi Derneği (YED)'in 2017'de yayınladığı "Günün ve Geleceğin Meslekleri" raporunda, bugünün ve geleceğin önemli meslekleri yer almaktadır. Bu meslek gruplarında istihdam az olsa da önem arz etmektedir (YED, 2017).

- Bilgi Sistemleri Uzmanı & Bilgi Güvenliği Uzmanı
- Dijital Pazarlama Uzmanı
- Finans Mühendisi
- Gelecek Tasarımcısı
- Havacılık Uzmanları
- İş Zekâsı Danışmanı & Veri Madencisi
- Kent Tasarımcısı
- Malzeme Bilimcisi
- Mobil Uygulama Geliştirici
- Nöropsikolog
- Proje Yöneticisi
- Robot Teknisyeni & Nesnelerin İnternet Uzmanı
- Tasarımcı
- Tıp Mühendisi & Biyoenformatik Uzmanı

- Uluslararası Hukukçu
- Web Tasarımcısı
- Yazılım Mühendisi
- Yeni Ekonomik Danışmanı
- Yeni Medya Uzmanı
- Yenilenebilir Enerji Mühendisi

Raporda yer alan meslek gruparının ortak özellikleri vardır. Bunlar özellikle analitik düşünme, planlama ve organizasyon yeteneği, , yaratıcı düşünme, ileri görüşlülük, yaratıcı düşünce yapısı, analiz yapabilme yeteneği, tasarım odaklı düşünme, kaliteye önem verme ve dinamikliktir.

3.4.3. Teknolojik Dönüşümde Verimlilik

Endüstri 4,0'ın 2011'de hayatımıza girmesi ile başlayan dijital dönüşüm kurumlar ve işletmeler için hem zorlayıcı hem de zorunlu bir süreç olmuştur. Yapay zekâ, sanal gerçeklik, robot teknolojisi ve 3D yazılımlar gibi pek çok kavramın hayatımıza girmesi ve karanlık fabrikalar bu dönüşümün adeta kural koyucularıdır. Sanayi devrimlerinin ilk dönemlerinde insan ihtiyaçlarını karşılamak günümüz insanının ihtiyaçları gibi karmaşık ve öznel değildir. 3 milyar nüfusa hizmet etmek 7 milyar nüfusa hizmet etmekten çok daha kolaydı. Artan bu nüfus sayesinde sanayileşme ve makineleşme hız kazanmış ve günümüzdeki şeklini almıştır. Dördüncü sanayi devrimini diğer devrimlerden ayıran en önemli özellikler verimlilik, gelir artışı, istihdam ve yatırımdır. Günümüz firmalarının yaklaşık %60'ı bu dönüşüme başlamış bulunmaktadır. Ortak amaç üretimi artırmak olduğu kadar kalite ve verimliliği de artırmaktır.

Küresel pazarda rekabet eden ülkelerin sanayinin ve teknolojinin ilerlemesine ayak uydurmaları, esnek üretimin gerçekleştiği bu dönüşümde müşterilerini memnun etmesi kadar üretim alanında kas gücü yerine son teknoloji sistemlerini kullanmaları, ucuz işgücünün bulunduğu Çin'in önüne geçmeleri için fırsat olacaktır. Emek yoğun sistemden sermaye yoğun sisteme geçmek üretim maliyetlerinin azalmasına ve ayrıca üretim esnasında oluşan hata payının da azalmasına katkı sağlayacaktır. İkinci sanayi devrimini hatırlayalım; Fordist seri üretim bandının geliştirilmesi sonucu üretimde

verimliliğin artması, reel ücretleri de artırmış ve dönemin refah seviyesi yükselmiştir. Ülkelerin de rekabet gücünü yakalayabilmeleri, teknolojiyi kullanabilecek altyapıya sahip olmaları ve üretimde verimlilik artışı ile mümkün olacaktır.

Verimlilik; az miktarda girdi ile çok sayıda çıktı elde etmek veya aynı girdi miktarıyla çok daha fazla çıktı elde etmektir. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni teknoloji makinelerle üretim yapan işletmeler az miktarda hammadde kullanarak üretimini artırmayı hedefler. Süreç analizinin önceden yapılması yine üretimde oluşması muhtemel hatayı önleyeceği için verimliliği artıracak bir adımdır. 3D yazılımların, işbirlikçi robotların ve Ar-Ge faaliyetlerinin de üretimde verimliliği artırdığı bilinmektedir. Dönüşümün bir diğer bileşeni olan ve çok sayıda veriye sahip olan büyük veri, bu verilerin analiz edilmesi ve doğru yorumlanması da verimliliği artırmada büyük rol oynamaktadır. Avrupa Birliği Bakanlığı'nın 2018'de yayınladığı "Sanayi 4.0 Bilgi Notu" raporunda kullanılacak yeni teknikler sayesinde imalat sanayisinde verimliliğin %20 oranında bir artışı öngörülmektedir.

Süreç, insan ve teknoloji gibi temel konular üzerinde ülkeler başarıyı yakalayamazlarsa yapılan girişimler de başarısızlıkla sonuçlanacaktır. Örneğin McKinsey raporunda dijital dönüşüm için yapılan yatırımların %70'i başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Aynı şekilde Avrupa Parlamentosunun yayınladığı bir araştırma raporunda ise yapılan işlerin büyük bir çoğunluğunun dijital beceri gerektirdiği yer almaktadır. Ancak mevcut işgücünün %37'sinin bu beceriye sahip olmadığı bilinmektedir. Amerikan iş dergisi olan Forbes, 2017 yılında tüm dünya ülkelerinin dijital dönüşüm için harcadığı 1,3 trilyon doların 900 milyar dolarının çöpe atıldığını ve bu gibi başarısızlıkların nedeninin insan faktörüne yeteri kadar iyi bir yatırımın yapılmamış olmasıdır (Acılıoğlu, Kaya, 2021:24).

Endüstri 4.0' ın verimlilik ve maliyet tasarrufu dışında işletme ve organizasyonlara sağladığı diğer avantajlar şunlardır (Özkan vd, 2018:10):

a) Kullanıcılara sağlanan avantajlar;
- Tedarik zincirinde şeffaflaşma,
- İşlem kolaylığı,
- Bilgi kanallarının sadeleştirilmesi,

- Tedariği yapılan makinelerin kontrolünün hızlanması,
- Stok optimizasyon kolaylığı,
- Teslimatta güven,
- İnsan-makine işbirliği,
- Üretimde esneklik ve verimlilik

b) İşletme ve organizasyonlara sağlanan avantajlar;
- Personel eğitimi ve seçiminde kolaylık,
- Yetki ve sorumlulukların kolayca belirlenmesi,
- Örgütsel iletişimin artması ve eş zamanlı bilgi dağılımı,
- İşgücü ve verimlilikte artıştır.

Klaus "Schwab Dördüncü Sanayi Devrimi" isimli kitabında tekno-karamsarlar ve tekno-iyimserler şeklinde tanımladığı iki gruptan bahseder. Schwab'a göre tekno-karamsarlardan oluşan grup dijital devrimin kritik katkılarının uzun zaman önce gerçekleştiğini ve verimlilik üzerindeki etkinin sona erdiğini ileri sürerken, tekno-iyimserler ise kırılma noktasında olan teknoloji ve inovasyonun çok kısa zamanda verimlilikle birlikte ekonomik büyüme üzerinde yeniden yükselişe geçeceği görüşünü ileri sürmektedir. WEF'in kurucusu Schwab ise her iki tarafın görüşlerinin dikkate alınması gerektiğini ve kendisinin ise pragmatist bir iyimser olduğunu ifade etmiştir.

SONUÇ

Teknoloji hayatımızın her döneminde ihtiyaç duyduğumuz bir olgudur. Teknolojik aletler icad edilmeden önce yapılan her iş insan emeğine yani kas gücü ile yapılmaktaydı. Ancak teknolojinin gelişmeye başladığı birinci sanayi devriminden günümüze kadar geçen sürede kas gücü yerini teknolojinin gücüne bırakmıştır. Dijital dönüşümle insan yerini alan makineler ile birlikte insan emeği ihtiyaç duyulmayacak kadar azalmıştır. Ev içi üreticiler ile başlayan süreç organizasyon ihtiyacını doğurarak fabrikalaşmaya doğru ilk adımlar atılmaya başlanmıştır. Üretim şekli de değişime uğramış, emek yoğun üretimden sermaye yoğun üretime geçilmiş ve sermaye ile fabrika sahipleri dönemin kural koyucuları haline gelmiştir. Fabrikalaşma hareketinin başlaması, sınırlı sermayesi toprak olan insanları kentlere göç etmeye zorlamıştır. Refah seviyesini yükseltmek isteyen insanlar kırsaldan kentlere doğru yoğun göç hareketlerini başlatmış ve kentlerde de işgücü arz ve talebinde dengeleri değiştirmiştir.

İlk üç sanayi devrimi ile dördüncü sanayi devrimi arasındaki makas açılmaya başlamış ve açılmaya da devam etmektedir. İnsan ihtiyaçlarına odaklı özellikle de bireysel üretim odaklı olan Endüstri 4.0, hayatımızı adeta tek bir parmak hareketiyle yönetmemize imkan sağlamıştır. 2011'de Almanya'da ortaya çıkan bu kavram 3D yazıcılar, robotlar, akıllı fabrikalar, bulut bilişim gibi bileşenleri ile üretim alanında önemli bir rol oynamaktadır. Kişisel karlarını, firma maliyetlerini maksimize etmek ve küresel piyasada rekabet ederek avantaj sağlamak isteyen her firma, gereken altyapı sistemini oluşturarak bu dönüşüm hareketine katılmak istemiştir. Aslında bakılacak olursa bu dönüşümün bir parçası olmak zorunda kalmışlardır. Zira altyapısı ve ekonomik durumu bu dijital dönüşüm hareketi için yeterli olmayan firmalar kapanma korkusu ile yüzleşmektedir. Endüstrideki bu dönüşüm kimileri için doğumu temsil ederken kimileri için de ölüm anlamını taşımaktadır. Endüstri 4,0'ı sadece sanayi temelinde bir dönüşüm olarak tanımlamak yanlış olacak; tarım, sağlık, eğitim, hizmet ve kimya gibi sektörler için de büyük önem taşıdığını hatırlamamız gerekmektedir.

Endüstri 4.0 nitelikli işgücünde aktif bir rol oynar. Gelişen robot teknolojisi ve otomasyon sistemlerini kullanabilmek için geleneksel üretim tarzını benimseyen işgücü yapısından nitelik ve yetkinlik sahibi işgücü modeline geçiş işgücü piyasasında meydana gelen değişimi gözler önüne sermektedir. Jack Ma, Elon Musk ve Bill Gates gibi bilim, teknoloji ve yapay zekâya yön veren ünlü iş adamları da insanların bu teknolojileri kullanabilmeleri için önemli yetkinliklere sahip olması gerektiğini, bu değişime kayıtsız kalmamaları gerektiğini vurgulamaktadır. Endüstri 4.0 istihdam ve meslek grupları için mevcut tehdidini sürdürmeye devam ediyor ve edecektir. Önemini yitiren meslek grupları karşısında geleceğin meslek grupları belirlenmiştir. Çalışmalarımızda yer alan meslek grupları, diğer meslek gruplarına oranla daha fazla dikkat ve beceri gerektirmekte. Robotik teknolojilerin geliştirilmesi ilk başta bizlere "Acaba işsiz mi kalacağım?" sorusunu sordursa da belirli sayıda yine ihtiyaç duyulacaktır. İstihdam artışının hizmet sektöründe yoğunlaşması beklense de bize göre geleceğin yeni meslek grupta da istihdam artışları şimdiye oranda daha fazla artacaktır.

Çalışmamızın birinci bölümünde sanayi devrimlerinin aşamalarına değinilmiş ve Endüstri 4.0 konusuna genel bir giriş yapılmıştır. İkinci bölümde ise Endüstri 4,0'ın öncüsü olan ve küresel pazarda birbirleri ile rekabet halinde olan seçili ülkeler yer almış ayrıca Türkiye'de de sanayileşme sürecine detaylıca yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise teknolojik dönüşüm hareketi olan Endüstri 4,0'ın mevcut işgücü piyasası üzerinde olası etkilerine yer verilmiş olup, teknoloji ile değişen meslek gruplarına ve işgücünün geliştimesi hedeflenen yetkinlikler yer almıştır.

Sonuç olarak teknoloji ne kadar ilerlerse ilerlesin, altyapı sistemi ve eğitim sistemi modern çağın tekniklerine ve ihtiyaçlarına cevap veremediği sürece hiçbir ülke bu süreçten istediği verimi alamayacaktır. Japonya'nın Toplum 5.0 stratejisini küresel rekabete katılmak isteyen her ülke benimsemeli ve uygulamalıdır. Unutulmamalıdır ki insana yapılan her yatırım ülkeye bilim, teknoloji, refah artışı ve ekonomik kalkınma olarak geri dönecektir. Endüstri 4,0'a geç kalan Türkiye, diğer ülkeler ile rekabet etmek istiyor ve belirlediği hedefe ulaşmak istiyorsa özellikle eğitim, hukuk ve bilim alanında derhal atağa geçmeli ve rekabet edeceği ülkeleri iyi bir şekilde tanımaya özen göstermelidir.

KAYNAKÇA

ACILIOĞLU, İ. ve KAYA, N.N. (2021). *Beyaz Yakalı'nın Dijital Yakalı'ya Dönüşümü*, Ankara: Elma Yayınevi

AKBEN, İbrahim, AVŞAR, İ. İ. (2018) Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Cilt:3 Sayı:1

ALÇIN, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(8):19-19, 2016

ARSLAN, A. (2020). *Dördüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 4.0) Emek Piyasaları Üzerindeki Etkileri*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

AYDEMİR, H. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi Açısından Etkileri. *Sosyoekonomi*, Cilt No.26(36) s.255

AYDIN, N. (2016). Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu. *Endüstri 4.0 Platformu*

BAĞCI, E. (2018). Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 24

BANGER, G. (2018). *Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi*. Ankara: Dorlion

BARUTCU, H. C. (2019). *Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: BOSH Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Örneği*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

BAŞER, N. E. (2011). *I. Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü*. Yayınlanmış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

BAYRAK, A. (2018). "Dünya'da ve Türkiye'de Sanayi'de Dijital Dönüşüm (Sanayi 4.0) İncelemesi ve Türkiye'nin Entegrasyonu İçin Değerlendirmeler". Ankara

BERMAN, B. (2012). 3-D Printing: The New Industrial Revolution. *Kelley School of Business*, 55, 155-162

BIEKMANN, C. (2020). Industry 4.0 Offers Limitless Potential in Mexico. *Mexico Business News*

BİLGİN, O. (2018). *Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

BLACK, J. (2017). *İngiltere Tarihi*, A. YILDIZ (Çev). Ankara: Doğu Batı

BORATAV, K. (2013). *Türkiye İktisat Tarihi 1908-2009*. Ankara: İmge Kitabevi

BRADLEY, J. M. ve ATKINS, E. M. (2015). OptimizationandControlofCyber-PhysicalVehicleSystems. *Sensors*, 15, 23020-23049

BULUT, C. (2015). Otomasyon Sektörünün Geleceği: HMI Sistemler. https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/hmi-sistemlerini-yakindan-taniyalim/16489#ad-image-0 (Erişim Tarihi: 05.06.2021)

BÜLBÜL, Y. (2018). *Teknonomi: Tarihsel Açıdan Teknoloji-Ekonomi İlişkisi*. İstanbul: Kitabevi

COŞKUNOĞLU, O. (2016). Güney Kore'de endüstri 4.0 Kaygısı. *BT Haber*

ÇELEN, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1.1, 9-26.

ÇETİNKAYA, G. (2020). *Dördüncü Sanayi Devriminin Kamu Harcamaları Üzerine Etkisi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

ÇETİNKAYA, M. (2017). Günün ve Geleceğin Meslekleri, *Yeni Ekonomi Derneği (YED)*, Yıllık Rapor

ÇİFTÇİOĞLU, B., Aydem, MUTLU, M., KATIRCIOĞLU, S. (2019). Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları Yönetiminin İlişkisi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, BANÜSAD, 2(1), 31-53

Çorlu Sanayi ve Ticaret Odası, Otomotiv Sektör Raporu, 2020

DEMİR EROL, E. (2016). İsviçre Ekonomisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Ayrıntı Dergisi*, Cilt 4, Sayı 44

DIŞ EKONOMİK İLİŞKİLER KURULU (2013). Meksika Ülke Bülteni

DOĞAN, M. (2013). Türkiye Sanayileşme Sürecine Genel Bir Bakış. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı 28

EGE BÖLGESİ SANAYİ ODASI (EBSO) (2017). Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek!. Gözden Geçirilmiş İkinci Baskı

EĞİLMEZ, M. ve Ercan K. (2016). *Ekonomi Politikası*. İstanbul: Remzi Kitabevi

ERDEM, E. (2016). Sanayi Devriminin Ardından Osmanlı Sanayileşme Hamleleri. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı. 48

FREYER, H. (2018). *Sanayi Çağı*, B. AKARSU ve H. BATUHAN (Çev). Ankara: Doğu Batı

GENÇ, K. Y., ÇAKIROĞLU, M., ÖZMEN M., KARADİREK, G. (2019). *Sanayi Devrimleri*, Ankara: Gece Akademi

GENÇ, S. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye, *Sosyoekonomi*, vol.26(36), 2018

GTAI Germany Trade & Invest, 2018

GUZMAN, A. L. (2018). Human-Machine Communication: Rethinking Communication, Technology, and Ourselves, Peter Lang (Ed.). https://andrealguzman.net/

GÜRLESEL, C. F. (2018). Çin'in Sanayide Dönüşüm Programı Ve Makine Sanayisi, *MAKFED*

İktisat Ve Toplum Dergisi (2021). Dijital Ekonomi, Yıl 11, Sayı 126

İnsan Makine Arayüzü Nedir?, https://www.emaze.com/ (Erişim Tarihi: 01.06.2021)

KALAYCI, İ. (Ed.). (2020). *Türkiye Ekonomisi.* İstanbul: Divan Kitap

KENT, E. (2016). Endüstri 4.0' dan Toplum 5.0'a. *Endüstri 4.0 Platformu*

KEPENEK, Y. (2019). *Türkiye Ekonomisi,* İstanbul: Remzi Kitabevi

Keşan Sanayi ve Ticaret Odası (2019). İsviçre Ülke Raporu

KOÇ, E., ŞENEL, M. C., ve KAYA, K. (2018). Dünyada ve Türkiye'de Sanayileşme I-Strateji ve Temel Sanayileşme Sorunları. *Mühendis ve Makine,* Cilt No. 59, 2018

KOÇ, Ş. (2020). *Dördüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 4.0) Dünyaya ve Türkiye'ye Ekonomik Yansımaları*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

McKinsey & Company (2020). İşimizin Geleceği

MÜSİAD (2017). Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği

NIALL, McCarthy (2020). China Is Closing The Gap With The U.S. In R&D Expenditure [Infographic]. *Forbes*

ÖNSOY, R. (1984). Tanzimat Dönemi Sanayileşme Politikası (1839-1876). *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, Cilt No.2

ÖZDOĞAN, O. (2019). *Endüstri 4.0,* İstanbul: Pusula

ÖZKAN, M., AL, A. ve YAVUZ, S. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2

ÖZSOYLU, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt No. 21, Sayı 1

ÖZTUNA, B. (2017). *Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) İle Çalışma Yaşamının Geleceği*, Ankara: Gece Kitaplığı

PAMUK, Ş. (2018). *Türkiye'nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi*, İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

RIFKIN, J. (2019). *Üçüncü Sanayi* Devrimi, İstanbul: İletişim

SARIKULAK, Ö. (2018). *Endüstri Devrimlerinin Performans Göstergelerine Etkilerinin İncelenmesi İle Endüstri 4.0 Analizi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

SARISOY, İ. (2017). Araştırma-Geliştirme Faaliyetlerinde Türkiye'nin Konumu ve Geleceği: Genel Bir Değerlendirme ve Öneriler. *Maliye Dergisi*

SCHROEDER, W. (2016). Germany's Industry 4.0 Strategy. *Friedrich Ebert Stiftung*

SCHWAB, K. (2018). *Dördüncü Sanayi Devrimi*, İstanbul: Optimist

SEYİTDANLIOĞLU, M. (2009). Tanzimat Dönemi Osmanlı Sanayi (1839-1876). *Tarih Araştırmaları Dergisi*, Cilt No.28

T.C. BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (2018). İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası (https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf) (Erişim Tarihi: 27.05.2021)

T.C. BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI (2017). *Anahtar Dergisi*, Yıl 29, Sayı 339

TÜİK (2020) Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması

TÜRKCAN, B. ve AKSEKİ, U. (Ed.) (2019). *Endüstri 4.0 ve Türkiye Ekonomisi*. Ankara: Orion Kitabevi

TÜSİAD (2016). Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı

TÜSİAD (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0, Mart

ÜNSAL, E. M. (2017). *Makro İktisat*. (11. Baskı). Ankara: Murat Yayınları

ÜNSAL, E. M. (2012). *Mikro İktisat*. (9. Baskı). Ankara: İmaj Yayınevi

World Economic Forum (WEF) (2018). The Future of Jobs Report

YILMAZ, Ahmet (2019). Almanya ve Endüstri 4.0. *Moment-Expo Dergisi*, Sayı.70

YÜKSEKBİLGİLİ, Z. ve ÇEVİK, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt.3, S.2, 422-436

İnternet Kaynakları

http://www.makfed.org.tr/TR,6011/cinin-sanayide-donusum-programi-ve-makine-sanayisi.html (Erişim Tarihi: 25.05.2021)

https://aimsaddergisi.com/ataturk-ve-sanayi-devrimi-disa-bagimli-ekonomiden-ureten-turkiyeye/ (Erişim Tarihi:03.02.2021)

https://en.wikipedia.org/wiki/Pok%C3%A9mon_Go (Erişim Tarihi:01.05.2021)

https://fiatmarketcap.com/ (Erişim Tarihi:20.04.2021)

https://medium.com/history-of-yesterday/henry-ford-and-the-industrial-revolution-8a758e3062e (Erişim Tarihi:16.01.2021)

https://mexicobusiness.news/talent/news/industry-40-offers-limitless-potential-mexico?tag=industry-4.0 (Erişim Tarihi: 28.05.2021)

https://tr.esc.wiki/wiki/Mexican_haciendas (Erişim Tarihi: 28.05.2021)

https://tr.warbletoncouncil.org/revolucion-industrial-mexico-1703 (Erişim Tarihi: 28.05.2021)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Japonya_ekonomisi#Sanayi (Erişim Tarihi: 25.05.2021)

https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/yerli-sanayide-dijital-donusum-turkiye-dorduncu-sanayi-devrimi-merkezi-ile-hizlanacak/2072127 (Erişim Tarihi 20.04.2021)

https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/blockchain-blokzinciri-teknolojisi-nedir/ (Erişim Tarihi:03.05.2021)

https://www.bthaber.com/guney-kore-de-endustri-4-0-kaygisi/ (Erişim Tarihi: 26.05.2021)

https://www.cnnturk.com/teknoloji/facebook-yapay-zeka-gelistirme-departmani-saskin (Erişim Tarihi:03.05.2021)

https://www.cografyaci.gen.tr/sanayilesmis-bir-ulke-almanya/ (Erişim Tarihi: 22.05.2021)

https://www.endustri40.com/almanyanin-endustri-4-0-vizyonu/ (Erişim Tarihi: 21.05.2016)

https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/ (Erişim Tarihi:22.04.2021)

https://www.endustri40.com/kendinden-organize-dijital-fabrikalar/ (Erişim Tarihi:25.04.2021)

https://www.gelgez.net/guney-korenin-ekonomisi-nasil-kalkindi/ (Erişim Tarihi: 28.05.2021)

https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/industrie-4-0 (Erişim Tarihi: 21.05.2021)

https://www.indyturk.com/node/80021/bilim/modern-%C3%A7a%C4%9F%C4%B1n-sanayi-devrimi-end%C3%BCstri-40-ve-devrimin-t%C3%BCrkiye%E2%80%99ye-etkileri (Erişim Tarihi: 21.04.2021)

https://www.kesantso.org.tr/file/isvicre.pdf (Erişim Tarihi: 27.05.2021)

https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/milli-gelirin-yuzde-5i-yapay-zekadan-gelecek-6475407 (Erişim Tarihi: 20.04.2021)

https://www.moment-expo.com/tr/dergiler/70/makale/almanya-ve-endustri-40 (Erişim Tarihi: 20.05.2021)

https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/ (Erişim Tarihi:04.02.2021)

https://www.selectusa.gov/article?id=Korea-Manufacturing-Technology-Smart-Factory (Erişim Tarihi: 22.05.2021)