

ENDÜSTRİ

4.0'ın

İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Kaan Mehmet ÖĞET

EDİTÖR

Prof. Dr. Abdullah ÖZDEMİR

 SERÜVEN
YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Ocak 2025
ISBN • 978-625-5552-56-3

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla
çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing.
Citation can not be shown without the source, reproduced in any
way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Adres / Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA / TURKIYE

Telefon / Phone: 05437675765
web: www.seruvenyayinevi.com
e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

ENDÜSTRİ 4.0'IN İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Kaan Mehmet ÖĞET¹

EDİTÖR
Prof. Dr. Abdullah ÖZDEMİR²



¹ Bilim Uzmanı, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, SBE, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri ABD, mhmtogt24@gmail.com.

² Prof.Dr. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İİBF, İktisat Bölümü, aozdemir@adu.edu.tr.

ÖNSÖZ

İstihdam, insanların hem ekonomik ve hem de sosyal refahını artırırken aynı zamanda toplumların sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda çalışma yaşamının düzenlenmesi, bireylerin gelir temini ve sosyal eşitsizliklerin giderilmesi yolunda istihdamın artırılmasının önemi büyüktür. Özellikle ekonomik krizler, teknolojik dönüşümler ve küresel değişimler gibi faktörler istihdam dinamiklerini sürekli olarak yeniden şekillendirmekte, bu yapı hem politika yapıcılar hem de akademi için yeni değerlendirme alanları yaratmaktadır.

Endüstri 4.0, üretim süreçlerini dijitalleşme, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve otomasyon gibi yenilikçi teknolojilerle yeniden şekillendiren önemli bir dönüm noktasıdır. Yaşanan bu önemli dönüm noktası ve beraberinde getirdiği dönüşüm iş gücü piyasasında yeni fırsatlar yaratırken aynı zamanda iş güvencesi, nitelikli iş gücü ihtiyacı ve mesleklerin geleceği konularında önemli tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla, iş gücü piyasasının bu dönüşüme uyum sağlayabilmesi, bireylerin ve toplumların Endüstri 4.0 sürecinde ortaya çıkan yeni istihdam biçimlerine uyum sağlaması için büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, teknolojik değişimlerin yarattığı fırsatlar kadar, yol açabileceği eşitsizliklere yönelik çözümler geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu kitap, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalında yapılan "Endüstri 4.0'ın İstihdam Üzerindeki Etkisi" başlıklı akademik

çalışmadan üretilmiştir. Bu çalışma, Endüstri 4.0'ın iş gücü piyasası üzerindeki etkilerini ele alarak okuyuculara hem teorik bir çerçeve sunmayı hem de bu dönüşüme yönelik uygulanabilir politika önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Kaan Mehmet ÖGET

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL GELİŞİM VE ENDÜSTRİ 4.0

1.1. Endüstri Kavramı.....	5
1.2. Endüstri Kavramının Tarihsel Gelişimi ve Endüstri Devrimleri.....	7
1.2.1. Endüstri 1.0 Devrimi.....	7
1.2.2. Endüstri 2.0 Devrimi.....	12
1.2.3. Endüstri 3.0 Devrimi.....	18
1.2.4. Endüstri 4.0 Devrimi.....	22
1.2.4.1. Endüstri 4.0 kavramının temel özellikleri.....	26
1.2.4.2. Endüstri 4.0 kavramının gelişim süreci	28
1.2.4.3. Endüstri 4.0 kavramının önemi.....	30

1.2.4.4. Endüstri 4.0 kavramının bileşenleri	33
Yapay Zekâ	34
Benzetim Teknolojileri (Simülasyon)	36
Siber Fiziksel Sistemler	37
Nesnelerin İnterneti.....	39
Artırılmış Gerçeklik.....	41
Otonom Robotlar	42
Akıllı Fabrikalar.....	44
Büyük Veri.....	47
Bulut Bilişim.....	50
Yatay ve Dikey Entegrasyon.....	53
Katmanlı Üretim (3 Boyutlu Yazıcılar)	56
Siber Güvenlik	58
Bilgi ve İletişim Teknolojileri.....	61
Ürünlerin ve Hizmetlerin Dijitalleşmesi	62

2. BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ GÖRÜNÜMÜ

2.1. Endüstri 1.0, 2.0 ve 3.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri	63
2.1.1. Endüstri 1.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri.....	63
2.1.2. Endüstri 2.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri.....	64
2.1.3. Endüstri 3.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri.....	66
2.2. Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatında Meydana Getirdiği Değişim	69
2.2.1. Endüstri 4.0 ve Çalışma Hayatına Etkileri	69
2.2.1.1. Endüstri 4.0'ın gelişimi	71
2.2.1.2. Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri	75
2.3. Platform Ekonomisi ve Platform Çalışması Kavramı	88
2.4. Kamu Hizmetlerinin Dijital Dönüşümü	91
2.5. Endüstri 4.0'ın Gelişimi ve Türkiye Çalışma Hayatına Etkileri.....	96
2.5.1. Türkiye'nin Üyesi Olduğu Örgütlerin Endüstri 4.0 Çalışmaları	96
2.5.1.1. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO).....	97
2.5.1.2. Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (OECD)	98
2.5.2. Türkiye'de Endüstri 4.0	101
2.5.2.1. Türkiye'de Endüstri 4.0 çalışmaları.....	101

2.5.2.2. Sanayi Strateji Belgeleri ile yapılan düzenlemeler.....	103
2.5.2.3. İstihdam stratejisi çalışmaları.....	104
2.5.2.4. Dijital Türkiye ve 100 günlük eylem planı	105
2.5.2.5. Türkiye İş Kurumu'nun (İŞKUR) yaptığı çalışmalar.....	106
2.5.2.6. Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği'nin (TÜSAİD) çalışmaları	107
2.5.2.7. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılan çalışmalar	113
2.5.3. Türkiye'de Endüstri 4.0 Teşvikleri	123
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	125
KAYNAKÇA.....	131

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Endüstri İlişkilerinde Karakteristik Değişim	22
Tablo 2.1. Taylorizm-Fordizm ve Alternatifi (Toyotizm)	68
Tablo 2.2. 2025 Yılına Kadar Gerçekleşmesi Beklenen Dönüm Noktaları	83
Tablo 2.3. İşsizlik Riski Altında Olan Çalışanların Tahmini Payları	85
Tablo 2.4. Şirketlerin 2025 Yılına Kadar İşgücünde Bekledikleri Değişiklikler	86
Tablo 2.5. Talebi Artan ve Talebi Azalan İlk On İş	87

KISALTMALAR DİZİNİ

3D	: Üç Boyutlu
AI	: Yapay Zekâ
AR	: Artırılmış Gerçeklik
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
IoT	: Nesnelerin İnterneti
IT	: Bilgi Teknolojileri
İŞKUR	: Türkiye İş Kurumu
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
OECD	: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
WEF	: Dünya Ekonomik Forumu

GİRİŞ

Toplumsal ilerlemeler ve teknolojik gelişmeler, tarihin her evresinde karşılıklı olarak etkileşimde bulunmuş ve birbirini dönüştürmüştür. Bu evrimlerin önemli bir örneği olan birinci endüstri devrimi, orta çağda yaşanan sosyal, siyasal ve ekonomik değişimlerin hız kazanmasıyla birlikte ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin bir sonucudur. Özellikle 1700'lerin sonlarına doğru, buhar makinesi ve mekanik dokuma tezgahının icadı, sanayileşmenin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

Teknolojik ilerlemenin hızla devam etmesi, zaman zaman bir şehir büyüklüğündeki fabrikaların kurulmasına yol açarak toplumsal hayatta büyük ve köklü değişimlere neden olmaktadır. Bu fabrikalar, kendi topraklarından uzak, geçimini sürdürecek yeterlilikte olmayan köylülerin, işçi olmak amacıyla şehirlere göç etmelerine sebep olmuştur. Bu göç hareketine ek olarak, el işçiliklerinin değerini kaybetmesiyle birlikte zanaatkarlar da bazen fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmelerin devam ettiği bu dönemde, işçiler hem fabrikalarda çalışıyor hem de çalışma koşullarını ve ücretlerini iyileştirmek, işlerini makinelerle değiştirilmemek için çeşitli eylemlerde bulunuyorlardı.

Daha sonra ikinci sanayi devrimi olarak adlandırılan dönem, 19. yüzyılın başlarına gelindiğinde elektriğin keşfiyle başlamıştır. Bu dönemde kitle üretimi uygulanırken, teknolojik ilerlemeler devam etmiş ve işçi sayılarındaki artışın yanı sıra işlerde aşırı iş bölümü de yaygınlaşmıştır. Aşırı iş bölümü, işçilerin vasıfsızlaşmasına ve kolayca değiştirilebilir hale gelmelerine de neden olmaya başlamıştır. Bu vasıfsız işgücüne dayalı üretim,

teknoloji karşısında işçileri zayıflatarak, aynı zamanda teknolojiyi işçilere karşı üstün kılan bir konuma getirmiştir.

Bir sonraki endüstri devrimi olan üçüncü endüstri devrimi, 1970’li yıllarda başlamış olup, bu dönemde yeni bir teknolojik devrimle tanımlanarak otomasyon çağı ve bilgi çağı olarak adlandırılmıştır. Hizmet sektörünün öne çıktığı bu yıllarda, işçilerin üretilen ürünle teması en düşük seviyeye inmiş, yüksek vasıflı çalışanlar öne çıkmış ve işler ile çalışma şekillerinde önemli değişiklikler yaşanmıştır. Bu bağlamda, özellikle sanayi devriminden bu yana teknolojinin çalışma hayatındaki belirleyici rolü açıkça görülmektedir. Dolayısıyla, her yaşanan teknolojik gelişmenin işleri, işçileri ve çalışma şekillerini doğrudan ve derinlemesine etkilediği gözlemlenmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda, son dönemde yaşanan teknolojik gelişmelerin, çalışma hayatında köklü bir değişikliğe yol açabileceği ve bazı mesleklerin ortadan kalkabileceği, yeni işlerin ve becerilerin ortaya çıkabileceği öngörülmektedir. Henüz tam olarak etkileri görülmeye başlamamış olan bu devrim, genellikle “Endüstri 4.0”, “Dördüncü Sanayi Devrimi” veya “Dördüncü Endüstri Devrimi” olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma, bu dönemi açıklamak amacıyla Dördüncü Endüstri Devrimi ve Endüstri 4.0 terimlerini kullanacaktır.

Bu çalışmanın odak noktası, Endüstri 4.0 gündemi ve Dördüncü Endüstri Devrimi’nin getirdiği teknolojik yenilikler sürecinde çalışma hayatının geçireceği öngörülen dönüşümde, çalışan profili, iş yapma biçimleri ve istihdamda ortaya çıkacak değişimlerdir. Bu bağlamda, birçok uluslararası kuruluş ve ülke, kendi araştırmalarını gerçekleştirerek yeni teknolojilerin geniş bir

çalışan kitlesi için olumsuz sonuçlar doğurabileceğini paylaşmıştır. Bu çalışma, bu tür araştırmalardan elde edilen verileri değerlendirerek mevcut durumu ele almış ve analiz çalışmalarıyla desteklenmiştir.

Bu çalışmanın hazırlık sürecinde, konuyla ilgili literatür metodolojik olarak taranmış ve bulunan çalışma ve yazılar değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, teknoloji ile çalışma hayatında yaşanan dönüşümleri ele alan çalışmalar detaylı bir şekilde gözden geçirilmiştir. Böylece hedeflendiği gibi, Endüstri 4.0 devrimi sürecinde iş gücü profili, iş yapma biçimleri, istihdam ve bu doğrultuda iş yaşamında ortaya çıkan değişimler ve dönüşümler ortaya konulmuştur.

Çalışmanın ilk bölümünde, genel olarak Endüstri 4.0 ve bağlantılı kavramlar önce tanımlanmış, daha sonra önceki endüstri devrimlerinin çalışma hayatındaki evrimi incelenmiş ve nihayetinde Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına olan etkileri ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci ve son bölümünde ise Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri ile ilgili Türkiye bağlamında bir değerlendirme yapılmış ve bu bağlamda, Türkiye'nin üyesi olduğu uluslararası örgütlerin raporları ve belgeleri incelenerek, ardından Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar değerlendirilmiş ve ülkede uygulanan teşviklere değinilmiştir.

1. BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL GELİŞİM VE ENDÜSTRİ 4.0

1.1. Endüstri Kavramı

İnsanlık tarihinde, yaşamı daha rahat ve sürdürülebilir kılmak amacıyla birçok alanda kayda değer gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmeler içinde en mühimlerinden biri, avcılık ve toplayıcılıktan uzaklaşarak yerleşik tarıma geçilmesidir. Yerleşik tarımın benimsenmesiyle insan çalışması daha etkin bir duruma gelmiş, gıda üretiminde önemli artışlar görülmüştür. Bu süreçte, insanlar verimli araziler etrafında toplanmış ve muhtemelen bugünkü ilk kentlerin temelini oluşturmuşlardır (TS Ashto 1997).

18.yy'a kadar, insanların temel geçim kaynağı genellikle tarım ve hayvancılıkla sınırlı kalmış ve endüstriyel açıdan büyük gelişmeler yaşanmamıştır. Üretim süreçleri genellikle ev tipi atölyelerde gerçekleştirilmiştir. 18.yy'ın ikinci yarısından itibaren buharlı makinelerin icadıyla, birlikte tarımsal üretim yerini endüstriyel üretime bırakmasına neden olmuştur. İnsan gücü ve el emeği yerine, zaman içinde mekanik güç kullanımı yaygınlaşmıştır (Schwap, 2016: 15).

Endüstriyel alanda buhar gücünün kullanımı, üretim süreçlerini geniş çapta ve etkin bir biçimde dönüştürmüş, bu da ürünlerin daha az zaman içinde daha fazla üretilmesine olanak sağlamıştır. Bu durum, insanları bireysel atölyelerinde üretim yapmaktan alıp, fabrikalarda ya da geniş işletmelerde çalışır hale

getirmiştir. Ancak, bu gelişim aynı zamanda yoğun bir rekabet ortamını da beraberinde getirmiştir. Aynı tür ürünler üreten firmalar, tüketici kitlesini kendine çekmek ve pazar paylarını genişletmek adına rekabet içerisine girmişlerdir. Netice itibarıyla, buhar gücünün endüstrideki kullanımı kitle üretimini ve rekabeti destekleyerek, bugünkü ekonominin “sektör” anlayışının temellerini oluşturmuştur. Bu da modern sanayinin ve ekonominin şekillenmesinde kritik bir etkiye sahip olmuştur (J De Vries 1994).

Sanayi Devrimi'nin getirdiği bu teknolojik yenilikler, üretim süreçlerini ivmelendirmiş ve ekonomik ölçek avantajlarının doğmasına zemin hazırlamıştır. Buhar gücünün kullanımıyla üretim kapasiteleri artmış, işletmelerin verimliliği yükselmiş ve yeni sanayi dalları meydana gelmiştir. Bu ilerlemeler, sektörlerin daha net ve özelleşmiş bir yapı kazanmasını sağlamış, benzeşen ürün ya da hizmetler sunan işletmelerin sektörel gruplar oluşturmasına öncülük etmiştir. Örnek olarak, otomotiv, tekstil ve metalürji gibi sektörler gelişmiş ve her biri, benzer ürünler üreten şirketlerin rekabet ettiği dinamik pazar alanlarına dönüşmüştür (Hudson, 2014).

Özetle, bu dönem, endüstriyel büyümenin ve çeşitlenmenin bir sonucu olarak işgücü piyasasında ve iş ilişkilerinde belirgin dönüşümleri beraberinde getirmiştir. Endüstriyel sektörlerin evrimi, işçi ile işveren arasındaki ilişkileri yeniden şekillendirirken, sendikal hareketler ve işçi haklarına ilişkin yeni dinamikler ön plana çıkmıştır. Buhar gücü, sanayi devriminin bir simgesi olarak, sektörel rekabeti ve endüstriyel yapıları dönüştürmüş, bu da günümüz ekonomisinin temellerini atarken çalışma ekonomisi ve endüstri ilişkileri alanlarında yoğun araştırmaların yapılmasına zemin hazırlamıştır (Karabağ, 2008: 7-8).

1.2. Endüstri Kavramının Tarihsel Gelişimi ve Endüstri Devrimleri

İlk endüstriyel dönüşümle başlayan süreç, son yüzyıllarda özellikle Sanayi Devrimi'nin ardından dünya genelinde büyük etkiler meydana getirmiş ve insanın doğa ve diğer insanlarla olan ilişkisini benzersiz bir şekilde etkilemiştir. Bu değişim ve etkileşim süreci, endüstriyel faaliyetlere de yansımış ve belirli etmenler endüstriyel alanda bir dizi farklı devrimin yaşanmasına neden olmuştur. Bu endüstri devrimlerini daha iyi anlamak ve aralarındaki ilişkiyi doğru bir şekilde değerlendirebilmek için devrimlerin tarihlerini, bu dönemlerde dünyada yaşanan olayları, teknolojideki değişimleri ve sonuçlarını ayrıntılı incelemek faydalı olacaktır (Sedefçi, 2018: 3).

Bu bölümde, endüstriyel dönüşümlere kronolojik bir bakış sunulacak ve günümüze kadar süren değişimler değerlendirilecektir. Özellikle son dönemde giderek daha fazla önem kazanan Endüstri 4.0 kavramı da açıklanacaktır. Çünkü yakın tarihlerde, dünya ekonomisi yapay zekâ, büyük veri analizi ve bulut bilişim gibi yeni kavramlarla tanışmış ve bu tanışma endüstriyel yapıyı tamamen farklı bir boyuta taşımıştır. Ayrıca, gelecekte oluşacak yeni sistemde ekonominin temelini teknolojinin belirleyeceği ve bu değişimin büyük etkiler meydana getireceği öngörülmektedir (Yüksel, 2018: 84-85).

1.2.1. Endüstri 1.0 Devrimi

18. yüzyılın ortalarında İngiltere merkezli başlayıp öncelikle Avrupa'da etkisini gösteren ve sonrasında dünya çapında yayılan ilk

sanayi devrimi, global bir büyüme hareketini tetiklemiştir. Endüstri 1.0 olarak tanımlanan bu devrim, insan ve hayvan gücüne dayalı üretim yöntemlerinden, buhar gücü ve makine kullanımının öne çıktığı üretim yöntemlerine geçişi temsil etmektedir. Bu dönemde endüstriyel üretimde büyük bir evrim yaşanmış, buhar gücüyle çalışan makinelerin devreye girmesiyle iş süreçleri mekanize edilmiş ve üretim hacmi ciddi anlamda artış göstermiştir. İnsan ve hayvan gücünden kaynaklanan üretim teknikleri, buharla işleyen makineler ve mekanize üretim süreçlerine bırakmıştır. Bu devrim, modern endüstriyel toplumun altyapısını oluşturmuş ve endüstriyel devrimin başlangıcını simgelemiştir (Deane, 1979).

Onyedinci yüzyıl İngiltere'sinde, özellikle dokuma sektöründe başlayan yeni dönem ve etkileri, daha sonra hızla diğer sektörlerle de yayılmıştır. Bu devrimle birlikte, buhar ve makine gücüne dayalı bir üretim anlayışına geçilmiş ve buna bağlı olarak üretim sistemleri kökten değişmiştir. Üretim miktarları büyük ölçüde artmış ve endüstrinin temellerini değiştiren bu dönem, sanayi devriminin birinci dönemini işaret eder olmuştur. Bu dönemde, dokuma makineleri ve buharlı makinelerin kullanımıyla süreçler otomasyona evrilmiş ve (el emeği ve kas gücü yerini makinelerin emeğine ve gücüne bırakmıştır. Bu değişim sadece dokuma sektörünü etkilemekle kalmamış, aynı zamanda diğer sektörlerde de hızla benimsenmiştir. İş'te yaşanan bu süreç, endüstriyel devrimin temelini atmış ve modern endüstriyel üretimin başlangıcını oluşturmuştur (Küçükcalay, 1997: 52).

Birinci Endüstri Devrimi, 1760 ile 1830 yılları arasında meydana gelmiş ve James Watt'ın buhar makinesinin icadıyla metalürji ile dokuma endüstrilerinde önemli ilerlemeler

gerçekleşmiştir. Bu dönem, üretim süreçlerinde köklü değişikliklerin yaşandığı ve insanlık tarihi üzerinde derin etkiler bırakan bir dönem olarak değerlendirilmekte ve “Buhar Çağı” olarak isimlendirilmektedir. İlk olarak İngiltere’de başlayan bu devrim, kısa sürede Avrupa ve ABD gibi diğer bölgelere de sıçramıştır. Makine kullanımının el aletleriyle yapılan üretime üstün geldiği bu çağda, atölye tarzı üretim sistemleri fabrika bazlı üretime dönüşmüştür. Birinci Endüstri Devrimi, modern endüstriyel toplumun inşasına öncülük etmiş ve endüstriyel üretimdeki radikal dönüşümlerle insan yaşamını derinden etkilemiştir (Mohajan, 2019).

Birinci Endüstri Devrimi’nin neden İngiltere’de başladığını açıklayan bir diğer önemli faktör, İngiltere’nin sahip olduğu kömür ve demir rezervleridir. Bu hammaddeler, endüstriyel üretim için temel gereksinimlerden biridir. İngiltere’nin bu kaynaklara sahip olması, üretimin hızla artmasına olanak tanımıştır. Ayrıca İngiltere politik olarak istikrarlı bir yapıya sahipti ve bilimsel araştırmalara imkân tanıyan bir yönetim anlayışını benimsenmekteydi. Böylece insanlar girişimciliğe teşvik edildi ve üretim faaliyetleri devlet tarafından desteklenmeye başladı (Sedefçi, 2018: 6).

Bu olumlu koşullar, üretimi artırmış ve artan üretim talebi ortaya çıkmıştır. Daha fazla talebi karşılamak için daha verimli makinelerin üretilmeye başlaması, bir yandan teknolojiyi ilerletirken, diğer yandan üretim maliyetlerini düşürmüştür. Bu süreç daha az insan gücü gerektiren yeni üretim teknolojileriyle daha fazla ürün elde edilmesinin yolunu açmıştır. Tüm bu faktörlerin sonucunda İngiltere Birinci Endüstri Devrimi’nin öncüsü olmuştur (Özdoğan, 2017: 4).

Yeni üretim teknolojilerinin devreye girmesiyle artan ürün miktarı, Birinci Endüstri Devrimi'nin tedarik, üretim ve tüketimde büyük dönüşümler yaratmasına neden olmuştur. Emek yoğun üretimden makine yoğun üretime geçiş, piyasadaki ürün fazlalığı nedeniyle fiyatların düşmesine ve fazla ürünlerin elden çıkarılması gerekliliğine yol açmıştır. Üretimdeki bu ilerlemeye karşın, lojistik ve tedarik zincirinde benzer bir gelişme hızının olmaması, arz fazlasının ana sebeplerinden biri haline gelmiştir. Aynı dönem içerisinde, artan üretim kapasitesi piyasaya daha fazla ürün sürülmesini tetiklemiş ve bu da talebi karşılamak adına genişletilmiş bir lojistik ve tedarik zinciri altyapısını zorunlu kılmıştır. Ancak, bu altyapının gelişiminin üretimle eş zamanlı olmaması, fazla mal stoklarının birikimine neden olmuş ve bu, endüstriyel dönüşümün tedarik zinciri yönetimine olan etkilerini belirginleştirmiştir (Crafts 2011).

Sanayi devriminin en dikkat çeken ve belirgin özelliklerinden biri, bir dizi önemli buluşa yol açmış olmasıdır. Bu buluşlar, insanların üretim süreçlerinde büyük bir değişikliğe neden olmuş ve emek gücünün yanı sıra sermayenin de odak noktası haline gelmiştir. Sanayi devrimi, dünyayı ekonomik açıdan hızlı bir gelişim sürecine sokmuş, sanayi sektörü doğal kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmaya başlamış, endüstriyel yatırımlar ve faaliyetler artmış ve bu süreç, zaman içinde mesafe kavramının değişmesine yol açarak küreselleşmeye zemin hazırlamıştır. Bu nedenle dünya genelinde evrensel bir sanayileşme hareketi gözlemlenmiştir. Ancak bazı ekonomiler bu dönüşümün gerekliliklerine uyum sağlayarak bu yeni fırsatlardan faydalanmışken, diğerleri 20. yüzyılın ortalarına kadar belirli bir ilerleme kaydedememişlerdir. Sanayi devriminin etkileri, ekonomik ve sosyal alanlarda büyük değişikliklere neden

olmuş, üretim süreçlerini kökten değiştirmiş ve modern dünyanın temellerini atmıştır. Bu dönemin önemli bir sonucu, endüstrileşme sürecinin farklı bölgelerde farklı hızlarda gerçekleşmiş olmasıdır (Yılmaz, 2008: 1).

Elle üretimden makine üretimine geçiş, ilk endüstriyel devrimin temelini oluşturmuş ve bu süreç, 17. yüzyılda buhar makinesinin icadıyla başlayarak 18. ve 19. yüzyıllarda kademeli olarak tamamlanmıştır (Çelik, 2019: 16-17). Bu dönüşüm, bilim ve teknolojinin yanı sıra kentleşme hızını artırmış, toplum yapısını dönüştürmüş ve yeni uzmanlık alanlarını beraberinde getirerek meslekler üzerinde derin etkiler yaratmıştır. Örneğin, buhar gücüyle çalışan tekstil makineleri, üretim kapasitesini önemli ölçüde artırarak ekonomik büyümeye katkıda bulunmuştur ve bu gelişmeler insanlık tarihinde bir devrim olarak değerlendirilmiştir.

Özellikle, bu dönemde mekanize üretimin yükselişi, geleneksel el sanatları ve tarım ağırlıklı çalışma yaşamını kökten değiştirmiş, yeni bir işçi sınıfının doğuşuna zemin hazırlamıştır. Fabrikaların ortaya çıkışı ve makineleşmenin yaygınlaşması, geniş işçi kitlelerinin kentlere göç etmesine ve yeni sosyal dinamiklerin şekillenmesine neden olmuştur. İşçi sınıfı, artan üretim taleplerini karşılamak için uzun saatler boyunca zorlu koşullarda çalışmak zorunda kalmış ve bu da işçi hakları, çalışma koşulları ve sendikal hareketlerin öneminin artmasına yol açmıştır. İşçilerin kolektif hareketleri, sosyal adalet ve eşitlik talepleri, endüstriyel çağın politik ve sosyal yapısını da şekillendiren önemli faktörler arasında yer almıştır. Bu bağlamda, ilk endüstri devrimi, sadece teknolojik bir dönüşüm değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik bir devrim olarak tarihte kendine yer bulmuştur. (Küçükkalay, 1997).

1.2.2. Endüstri 2.0 Devrimi

İngiltere'nin liderliğinde başlayan Endüstri 1.0 devrimi, dünyayı etkileyen kaçınılmaz bir değişimin fitilini ateşlemiştir. 17. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar süren bu devrim, makine kullanımının yaygınlaşmasıyla büyük fabrikaların kurulmasına yol açmış ve üretim odaklı yeni bir toplumun doğmasına neden olmuştur. Bu dönem, insanlığın üretim süreçlerini kökten değiştirmiş ve sanayi toplumunun temellerini atmıştır. Endüstri 1.0 devrimi, insan gücünden makine gücüne geçişin sembolü haline gelmiş, geleneksel üretim yöntemleri yerini endüstriyel üretime bırakmıştır. Büyük fabrikaların ortaya çıkması, iş dünyasında ve toplumun yapısında önemli değişikliklere yol açmış ve endüstri temelli bir toplumun doğuşunu işaret etmiştir (Çevik, 2018: 423).

Teknolojinin ilerlemesi, hammadde ve enerji kaynaklarına yönelik yeni gelişmeleri beraberinde getirerek üretim temelli toplum yapısında önemli değişikliklere yol açmıştır. Özellikle çelik, elektrik, petrol ve kimyasal maddelerin teknolojiyle bütünleşmiş kullanımının yaygınlaştığı 1870'li yıllar, İkinci Endüstri Devrimi veya Endüstri 2.0 olarak adlandırılan bu dönemin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu dönemdeki teknolojik ilerlemeler, endüstriyel üretim süreçlerini daha da optimize etmiş, büyük ölçekli fabrikaların sayısını artırmış ve ekonomik büyümeyi hızlandırmıştır. Çelik üretimi, elektrik enerjisi kullanımı, petrol rafinasyonu ve kimyasal maddelerin endüstriyel uygulamaları gibi faktörler, bu dönemin belirleyici unsurları olmuş ve sanayiye yön vermiştir. Bu nedenle İkinci Endüstri Devrimi, endüstri tarihi içerisinde önemli bir kilometre taşı olarak kabul edilmektedir (Sedefçi, 2018: 7).

İlk endüstri devrimi İngiltere’de başlamış ve dünya geneline yayılmış olsa da aynı dönemde ABD’de ekonomik açıdan benzer bir ilerleme kaydedilmemiştir. O yıllarda ABD, Avrupa’nın farklı bölgelerinden yoğun göç alan bir koloni durumundaydı. ABD’nin bağımsızlığını ilan ettiği 1781 yılından sonra, ekonomik gelişmeler hız kazandı, ancak net bir ilerleme grafiği belirlenmemiştir. Literatürde genel olarak kabul gören bir görüş, ABD’nin asıl ekonomik ilerlemeyi 1870’li yıllardan itibaren kaydettiği yönündedir. Bu dönemde ABD, endüstriyel üretime dayalı bir ekonomi oluşturarak büyük bir mali büyüme yaşamıştır. Tarım, madencilik, ulaşım ve iletişim gibi sektörlerdeki gelişmeler, ABD’nin ekonomik gücünü artırmış ve bu ülkeyi dünya ekonomisinin önemli bir oyuncusu haline getirmiştir. Bu nedenle ABD’nin ekonomik tarihinde 1870’li yıllar önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir (Sanders, 2016: 812-813).

ABD 1900’lerin başlarında sanayi açısından önemli bir dönüşüm yaşayan önemli bir ülke haline gelmiştir. Bağımsızlığını 1781’de kazanan ABD, 1860’lı yıllarda iç savaşı atlattıktan sonra sanayileşme çabalarına büyük önem vermiş ve günümüzde endüstriyel anlamda önde gelen bir devlet haline gelmiştir. Bu nedenle İkinci Endüstriyel Devrim, ABD’nin liderliğinde gerçekleştiği için bazı kaynaklarda “Amerikan Sanayi Devrimi” olarak da adlandırılmıştır. ABD, bu dönemde endüstriyel üretim, madencilik, ulaşım ve iletişim gibi sektörlerde büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Bu gelişmeler, ülkenin ekonomik büyümesini hızlandırmış ve dünya ekonomisinde etkili bir konuma gelmesine yol açmıştır. ABD’nin bu süreçteki sanayileşme hamlesi, İkinci Endüstriyel Devrimin merkezinde yer almasına neden olmuştur (Koca, 2020: 4536-4539).

İkinci Endüstri Devrimi'nin ilerleyen safhalarıyla birlikte, Batı Avrupa'nın küresel ekonomik arenadaki hegemonyası zayıflamış, buna karşılık ABD, Rusya ve Japonya gibi ülkeler ekonomik güç kazanmış ve uluslararası düzeyde rekabetçi bir konuma yükselmişlerdir. Özellikle Almanya, doğal kaynaklarını stratejik bir biçimde değerlendirerek önemli sanayi atılımlarına imza atmış ve bu süreçte öncü bir rol üstlenmiştir (Tilly, 1989). Bu dönem, aynı zamanda, üretim yöntemlerinde ve iş gücü organizasyonlarında önemli dönüşümleri de beraberinde getirmiştir. Yeni üretim teknikleri, fabrika sisteminde çalışma şekillerini ve işçi sınıfının yapısını dönüştürmüş, bu değişimler sosyal yapılarda ve kentleşme dinamiklerinde yeni evrelerin başlamasına neden olmuştur. Ayrıca, bu dönemin sembolü bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler olmuş, bu da işletmelerin ve pazarların küresel ölçekte entegrasyonunu ve etkileşimini artırmıştır.

Endüstri 1.0'dan Endüstri 2.0'a teknolojik dönüşümün en önemli nedenlerinden biri, buhar gücüyle çalışan makinelerin kömür gibi fosil yakıtlarla işletilmesi sonucu atmosfere salınan zararlı gazlar ve buhar gücü teknolojisinin kapalı alanlarda kullanılmaya uygun olamaması gibi sebeplerle yeni bir enerji gerekliliği doğmuştur. Bu enerji ihtiyacı, elektrik enerjisinin endüstriyel üretimde yaygınlaşması ile karşılanmış ve böylece elektrikle çalışan makinelerin üretimi hız kazanmıştır. Elektrikle çalışan bant sistemleri sayesinde kitlesel üretim mümkün hale gelmiş ve seri üretim, uzmanlaşma, iş bölümü gibi kavramlar bu dönemde önemli gelişmeler yaşamıştır (Aydın, 2019: 1978-1979).

İkinci Endüstri Devrimi olarak kabul edilen sanayi devriminin bu aşamasında, enerji kaynakları açısından maden kömürü önemli bir

rol oynamıştır. Ayrıca, bu dönemde farklı enerji kaynakları da giderek daha fazla önem kazanmış ve öne çıkmıştır. Özellikle elektrik ve petrol gibi alternatif enerji kaynakları, zaman içinde endüstrinin merkezindeki konumlarını sağlamlaştırmıştır. Bu gelişmeler, enerji üretimi ve kullanımında büyük bir çeşitlilik ve verimlilik sağlamış, endüstriyel süreçleri daha da geliştirmiştir. Elektrik, aydınlatma, iletişim ve üretim süreçlerini dönüştürmüş petrol ise ulaşım ve taşımacılık alanlarında devrim meydana getirmiştir. Bu enerji kaynakları, ikinci endüstri devriminin temelini oluşturan yeniliklerden sadece bir kaçıdır (Yıldız, 2013: 6). İkinci Endüstri Devrimi'ni başlatan önemli faktörlerden biri, elektriğin üretim süreçlerinde daha etkili bir şekilde kullanılması olmuştur. Ayrıca, bu dönemde petrol kaynağı ve petrol tabanlı içten yanmalı motorların yaygın kullanımı da büyük bir rol oynamıştır. Elektrik, endüstriyel üretimde verimliliği artırdı, aydınlatma sistemlerini devrimleştirmiş ve iletişimi kolaylaştırmıştır. Petrol ise ulaşım sektöründe köklü değişikliklere neden olarak, taşımacılık alanında büyük bir ilerleme sağlamıştır. Bu iki önemli enerji kaynağı, ikinci endüstri devriminin itici güçlerinden biri olarak kabul edilmiştir (Eldem, 2017: 10-11).

Üretim bandının, yaygın kullanımı birçok sektörde üretimin daha hızlı, daha standart ve daha verimli hale gelmesini sağlamıştır. Bu bağlamda, ikinci endüstri devrimi veya Endüstri 2.0 devrimi, 1930'lu yıllardan itibaren üretim süreçlerinde elektriğin daha yaygın bir şekilde kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. Bu dönem, elektrikle çalışan makinelerin ve üretim hatlarının kullanımının artmasıyla iş süreçlerinde büyük bir değişim ve gelişme dönemini temsil etmeye başlamıştır (Aydın & Demiral, 2019: 1978-1979).

Bu yeni teknoloji, üretim süreçlerinin değişmesine ve gelişmesine öncülük etmiştir. İlk olarak Henry Ford tarafından

geliştirilen ve otomotiv sektöründe (Ford Motor Company) uygulanan bant tipi seri üretim tarzı, devrim niteliğinde bir etki meydana getirmiştir. Kitlesele üretim, düşük maliyet ve standart ürüne dayalı bu üretim modeli, uzun yıllar boyunca geçerliliğini korumuş ve Endüstri 2.0 olarak kabul edilen dönemin başlangıcını temsil etmiştir (Alçın, 2016: 20).

Kitle üretim sistemlerinde elektriğin kullanılmasıyla başlayan endüstri 2.0 genel amaçlı makinelerden özel amaçlı makinelerin kullanımına geçişi beraberinde getirmiştir. Bu dönemde çalışma ve uzmanlaşma gibi kavramlar önem kazanmıştır. Ayrıca, ölçek ekonomisi içinde birim üretim maliyetleri düşmüş ve bu, daha büyük pazarlara girişi kolaylaştırmış, kitlesele iletişimi daha da vurgulamıştır. Bu bağlamda, Ford'un ürettiği "Model T" otomobili gibi örnekler, montaj hattının kullanıldığı üretim süreçlerini ve elektriğin üretimde yaygın olarak kullanılmasını simgelemektedir (Helfgott, 1986).

Bu dönemin genel kabul gören başlangıcı, özellikle Ford'un otomobil fabrikasında uyguladığı seri üretim sistemiyle işaret edilir ve bu nedenle bu döneme 'Fordizm', kayan bant sistemi bu dönemin belirgin bir özelliğidir. Endüstri 2.0 döneminin başlamasıyla birlikte, özellikle demiryolları gibi ulaşım ağlarının gelişimi önemli bir katkı sağlamıştır. Ulaşımın kolaylaşması, hammadde teminini büyük ölçüde kolaylaştırmış ve böylece ürünler, yeni uzak pazarlara ulaşma fırsatı bulmuştur. Bu nedenle, bu dönem Avrupa kıtasıyla sınırlı kalmamış, tüm dünya genelinde etkili olmuştur. Bu dönemde ABD, Almanya, Japonya ve İngiltere gibi ülkeler önemli bir rol oynamıştır (Yılmaz, 2019: 2-3).

Endüstri 2.0, yalnızca endüstriyel arenada etkili olmakla kalmayıp, geniş çaplı sosyo-ekonomik ve kültürel dönüşümleri de

tetiklemiştir. Bu dönem, toplumun tüketim odaklı bir yapıya evrilmesine öncülük etmiş, ekonomik fırsatlar arasındaki eşitsizliğin derinleşmesine ve yeni sosyal sınıfların oluşumuna zemin hazırlamıştır. Geleneksel sınıf sınırları ve ekonomik faktörlerin belirleyiciliği azalmış, bunun yerini eğitim düzeyleri, yaşam tarzları, ulusal kimlikler ve mesleki uzmanlık gibi daha çeşitli ve kapsamlı faktörler almıştır (Çelik, 2019: 20).

Özellikle 1950'ler ve 1960'lar boyunca, bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler, transistörün icadı ve yarı iletken teknolojilerin geliştirilmesi; telekomünikasyon, uzay teknolojisi, kimya ve malzeme bilimi gibi alanlarda kaydedilen ilerlemeler, endüstriyel üretimde köklü bir dönüşümün kapılarını aralamıştır. Bu evrim, 2. Sanayi Devrimi'nin temellerini oluşturmuş, ekonomik büyüme, endüstriyel kapasite ve yaşam tarzlarında belirgin değişimler meydana getirmiştir. Endüstriyel otomasyon, fabrikalarda üretim süreçlerinin daha etkin ve hızlı yönetilmesini mümkün kılmış, bilgisayar destekli üretim sistemleri, üretim hatlarının verimliliğini artırarak seri üretimi önemli ölçüde yükseltmiştir (Hughes, 1989).

Tüm bu gelişmeler, dünya genelindeki sanayiye dayalı ekonomik sistemin dönüşmesine yol açmıştır. Ancak 1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi, bu ekonomik yapının sınırlarını zorlamış ve değişmesine neden olmuştur. Bu kriz, enerji kaynaklarına olan bağımlılığın ve enerji fiyatlarının oynaklığının ekonomik istikrara olan tehdidini vurgulamış, alternatif enerji kaynaklarına olan ihtiyacı artırmış ve enerji verimliliği konusundaki endişeleri güçlendirmiştir. Bu durum, daha sürdürülebilir ve çeşitlendirilmiş bir ekonomik modele geçişin kapılarını aralamıştır. Bu dönemde, gelişmiş

ülkeler, endüstri 2.0 sonrasında ağır sanayinin büyümesini desteklemek amacıyla anonim bankalara dayalı bağlantı ve istikrarlı bir finansal sistem oluşturma gerekliliğini hissetmiştir. Bu bağlamda, uzun ve kısa vadeli ticari krediler sunarak yatırımlara olan ihtiyacı karşılamışlardır. Böylelikle günümüz bankacılık sistemlerinin temelleri atılmıştır (Çelik, 2019: 20).

Sonuç olarak, İkinci Endüstri Devrimi, sadece teknolojik yeniliklerle sınırlı kalmayıp, ekonomik yapılar, sosyal organizasyonlar ve küresel ilişkiler ağı üzerinde derin ve çok yönlü etkiler yaratmıştır. Bu dönemin incelenmesi, günümüz dünya ekonomisinin ve toplumsal yapısının daha iyi anlaşılması açısından kritik öneme sahiptir.

1.2.3. Endüstri 3.0 Devrimi

Endüstri 3.0 devrimi, elektrik ve elektronik teknolojilerinin sanayi sektöründe kullanılmaya başlandığı bir dönemi ifade etmektedir. Bu evre, üretim süreçlerinin dijitalleşmeye yönelmesi, seri üretimlerde mekatronik ve mekanik sistemlerin entegre edilmesi, programlanabilir makinelerin ve aletlerin teknolojik ilerlemelerle ortaya çıkışını kapsamaktadır. Endüstriyel alanlarda bilgisayarların ve bunun sonucu olarak otomasyon sistemlerinin kullanılmaya başlanması, bu dönüşümde temel bir rol oynamıştır (Çelikaş ve ark., 2015). Bu devrim, otomasyon sistemlerinin yardımıyla, standart ürünler yerine müşterilerin değişen ihtiyaçlarına çabuk yanıt verebilen esnek üretim yaklaşımlarının benimsenmesini sağlamıştır. Böylece, toplu üretim, değişken müşteri taleplerini üretim sürecine dahil etme yetisi kazanmıştır. Endüstri 3.0'ın hızlanmasında, esnek üretim

sistemlerinin yaygınlaşması ve internet devriminin etkileri önemli rol oynamıştır. Bu dönem, bilişim ve özellikle otomasyon teknolojilerinin endüstriyel üretim süreçlerine dahil edilmesi ile tanınmıştır (Yoşumaz, 2018: 10). 20. yüzyılın ilk yarısında yaşanan iki büyük savaş ve ardından gelen yeni siyasi düzenlemeler, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerde gecikmelere neden olmuştur. Endüstri 3.0, II. Dünya Savaşı'nın sonrasında, 1950'lerin başlarında başlamış ve bu dönemin başlangıcında savaş sonrası nükleer enerji, elektrik ve elektronik alanlarındaki hızlı ilerlemeler etkili olmuştur. 1970'lerde, üretim süreçlerinde elektronik ve mekanik teknolojilerin yerini alan dijital teknolojilere dayalı programlanabilir makinelerin ortaya çıkışı, bu dönüşümün temelini oluşturmuştur (Göktaş 2018: 3387). Transistörün icadı, John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley tarafından, Endüstri 3.0'ın başlangıcı için önemli bir kilometre taşıdır. Bu buluş, modern bilgisayarların ve dijital çözümlerin temelini atmış, 1950'ler ve 1960'lar boyunca kurumların bilgisayarları iş süreçlerine entegre etmelerine öncülük etmiştir. Bu dönem, bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin hızla geliştiği, dijital dünyanın yükselişini işaret eden bir dönem olarak öne çıkmıştır (Rifkin, 2014: 56-57). 1970'lerde geliştirilen programlanabilir makineler, endüstriyel gelişimin yeni bir çağının başladığını duyurmuş, bu dönemde üretim süreçlerinin elektronik ve bilgi teknolojileriyle otomasyonu gerçekleştirilmiş ve ilk mikro bilgisayarlar geliştirilmiştir (Siemens, 2022). Bu süreç, elektronik ve bilgi işlem teknolojilerinin yükselişiyle, üretim süreçlerinde otomasyonun artmasını sağlamış ve kitlesel üretimde insan gücüne olan ihtiyacı azaltmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası iletişim, bilgi ve elektronik teknolojilerindeki ilerlemeler ve üretim otomasyonunun önem kazanması, bu büyüme ortamının şekillenmesinde etkili olmuştur (Eldem, 2017: 11).

Endüstri 1.0 ve Endüstri 2.0 dönemlerinde üretim süreçlerinin merkezi konumda olduğu gözlemlenirken, zamanla bu odak noktası tüketim ve tüketici kavramlarına doğru evrilmeye başlamıştır. Standart üretim modellerine dayanan ürünler, tüketicilerin artan ve çeşitlenen beklentilerini karşılayamaz hale gelmiştir. Bu değişim, bireysel tercihler ve özelleştirilmiş ürün taleplerinin ön plana çıkmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu süreç, esnek üretim sistemlerinin gelişimini kaçınılmaz kılmıştır ve özellikle Japonya, bu alanda liderlik ederek esnek üretim sistemlerinde büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Bu sistemler, aynı montaj hattında çeşitlendirilmiş ürünlerin üretilmesine olanak tanımış, böylece Japonya'nın otomotiv endüstrisinde ve diğer sektörlerde önemli başarılar elde etmesini sağlamıştır (Parlak, 1999).

Esnek üretim sistemleri, Endüstri 2.0'in kitlesel üretim yaklaşımıyla bütünleşerek daha dinamik ve uyumlu bir yapı oluşturmuştur. Bu dönemde tedarik zinciri yönetimi stratejik bir öneme kavuşmuş, üretim süreçleri küreselleşmiş ve böylece ürünler farklı ülkelerde üretilip, paketlenip, satılabilir hale gelmiştir. Dış kaynak kullanımının maksimize edilmesi, üretim süreçlerinin verimliliğini artırmıştır (Görçün, 2016: 105).

Endüstri 3.0'in temelinde ise internete bağlı, uygun fiyatlı dijital üretim araçları yatmaktadır. Bu dönem, yatırım maliyetlerinin düşürülmesi ve işçi-sermaye ayrımının azaltılması gibi önemli avantajlar sunmaya başlamıştır. Ayrıca, dijital araçlar, tasarım ile üretim süreçleri arasında daha güçlü bir bağ kurarak, farklı çalışma kademeleri arasında köprü görevi görmüştür. Endüstri 3.0, iletişim altyapısındaki iyileştirmeler, enerji üretimindeki dönüşümler ve elektrik gibi temel enerji kaynaklarının yaygınlaşmasıyla

şekillenmiştir (Troxler, 2013: 2)

1980'li yıllarda, iş gücü yapısında meydana gelen değişiklikler, örgütlerin 'insan' kaynağının önemini artırmıştır. Bu döneme kadar mavi yakalı olarak nitelendirilen ve işçilik yoğun görevlerde çalışan iş gücü yerine, zihinsel emeğin daha belirgin olduğu beyaz yakalı iş gücü ön plana çıkmıştır. Entelektüel sermayeleri ve zihinsel emekleriyle iş yaşamında daha etkin bir rol oynayan beyaz yakalılar, mavi yakalı işçilerden farklılaşmıştır. İş performanslarının değerlendirilmesi, motivasyonlarının sağlanması ve yönetilme biçimleri açısından bu iki grup arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır (Asiltürk, 2018). Yönetim şekillerinin modern yaklaşımlardan post modern yaklaşımlara doğru dönüşmesiyle birlikte, örgütsel bağlamda insan faktörünün değerlendirilmesi ve ele alınması daha fazla önem kazanmıştır. İnsan faktörü artık örgütlerin en kritik kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir (Aydın ve Demiral, 2019: 1979).

Önceki üç endüstri devriminde, üretim süreçleri verimliliği artırmak ve üretimi daha etkin hale getirmek amacıyla elektrik, bilgi teknolojileri ve mekanizasyon gibi unsurların kullanımına dayanıyordu. Ancak günümüzde işletmeler, toplumun değişen ihtiyaçları ve çevresel etkiler gibi faktörlerle daha fazla karşı karşıya kalmaktadır. Teknolojideki hızlı değişimler, işletmelerin rekabetçi kalmak için sadece verimliliği artırmanın yetersiz olduğunu göstermektedir (Tablo 1.1). İşletmeler, rekabetçi kalmak ve başarılı olmak için araştırma ve geliştirme (Ar-Ge), yenilikçilik (İnovasyon), müşterilere ulaşım stratejileri ve üretim teknikleri gibi alanlarda daha yakın iş birliği yapabilen ve hızlı adaptasyon yeteneği olan internet tabanlı yapıları benimsemeye yönelik ihtiyaçlarını

anlamaktadır. Bu bağlamda, günümüzdeki çalışmalar, talepler ve arayışlar giderek artmakta ve Endüstri 4.0 devriminin başlamasına yol açmaktadır (Bujak, 2018).

Tablo 1.1. Endüstri İlişkilerinde Karakteristik Değişim

Dönem	Temel Üretim Sistemi	Çalışma Hayatında İlişkiler
Sanayileşmenin Başlangıç Dönemi	Kitle üretimine geçiş	Mavi yakalı işçiler Devletin seyirci rolü Örgütlenme yasak Sendikalizmin başlangıcı
Sanayileşme Dönemi	Mekanize kitle üretimi (Üretim hatları, Montaj hatları) İmalat sektörü ağırlıklı	Mavi yakalı (vasıfsız, yarı vasıflı) işçiler Sendikaların ve toplu sözleşmelerin ağırlığının artması Devletin müdahaleci rolü
Sanayi Ötesi Dönem	Büyük teknolojiler Bilgi ve iletişim Hizmet sektörü ağırlıklı	Beyaz yakalı (vasıflı) işçiler Endüstri ilişkilerinin yeniden yapılanması Sendikaların ve toplu pazarlığın azalan önemi Devletin ağırlığının azalması Toplu pazarlığın işyeri düzeyine kayması İnsan kaynakları yönetimi

Kaynak: Kurtulmuş, N. (2001). Sanayi ötesi dönüşüm: Küreselleşme ve insan kaynakları boyutuyla. İz Yayıncılık.

1.2.4. Endüstri 4.0 Devrimi

Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2014 yılında Almanya'nın Hannover kentinde düzenlenen bir fuar sırasında kullanılmıştır. Bu terim, makineleşme, elektrifikasyon ve bilişim teknolojilerinin endüstriyel süreçlere entegre edilmesiyle karakterize edilen, önceki endüstri devrimlerinin ardından gelen dördüncü endüstri devrimini

ifade etmek için kullanılmaktadır (Gilchrist, 2016).

Endüstri devrimleri, birbirinin yerine tamamen geçen devrimler değil, aksine öncekilerin temelini oluşturan ve geliştiren bir süreç olarak gerçekleşmektedir. Bu nedenle, Endüstri 4.0'ı anlayabilmek ve uygulayabilmek için önceki endüstriyel devrimlerin kazanımlarının ve teknolojilerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bir organizasyon, özellikle otomasyon sistemlerine sahip değilse Endüstri 4.0'ın gerektirdiği dijital dönüşüm sürecine dâhil olası zor olabilir. Çünkü bu dönüşüm süreci, birikmiş bilgi ve deneyim üzerine inşa edilmekte ve tüm bu değişimler, öncekilerin üzerine eklenerek gelişmektedir (Yoşumaz, 2018: 15-16).

Günümüzde örgütler, hızla dijital bir dönüşüm süreci yaşamaktadır. Temelde, bu dijital dönüşüm süreci, bilgisayar teknolojisinin yaklaşık 50 yıl önce, Endüstri 3.0 döneminde ortaya çıkmaya başladığı zamanlara kadar gitmektedir (Planing, 2016). Ancak bu dönemde internet teknolojisinin günümüzdeki kadar yaygın olmaması ve zaman içinde bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde endüstriyel üretimde gerçek bir devrim meydana getirme potansiyeline ulaşması mümkün olmamıştır. Özellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılmaya başlanan otomasyon sistemleri ve robotlar, makinelerin bireysel olarak bilgisayarlarla desteklenen çalışmalarını mümkün kılmıştır. Daha sonra Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramının etkisiyle bu süreç hız kazanmış ve nihayet Endüstri

4.0 kavramıyla hem dünya genelinde hem de Türkiye'de büyük ölçüde tanınır olmuştur. Türkiye'de genellikle 'Endüstri 4.0' veya 'Sanayi 4.0' olarak adlandırılan bu kavram, örgütlerin üretim süreçlerini, iş yapış biçimlerini ve rekabet stratejilerini temelden

değiştirme potansiyeline sahiptir (Tüsiad, 2016).

Endüstri 4.0, üretim faaliyetlerinin büyük ölçüde dijitalleştiği bir dönüşümü içermektedir. Bu devrim aynı zamanda maliyet kontrolünün geliştirilmesi, arıza sürelerinin azaltılması ve hatta arızaların önceden tahmin edilip engellenmesi amacıyla sistem performansının gerçek zamanlı olarak izlenebildiği, akıllı ve birlikte çalışabilen yeni nesil üretim sistemlerinin oluşturulmasına yönelik anlatımı temsil etmektedir (Sayar, 2019: 35).

Soğuk savaşın sona ermesiyle birlikte internetin yaygınlaşması ve e-ticaretin sunduğu kolaylıklar, ticari sınırların ötesine taşınmıştır. 2000’li yıllara kadar, müşterilere sınırlı bir ürün yelpazesi sunmak fikri ön planda olmuştur. Ancak zamanla müşterilerin beklenti ve gereksinimlerinde değişiklikler gözlemlenmiştir ve bu değişime cevap verme zorunluluğu doğmuştur. Bu bağlamda, kurumlar üretim yöntemlerini ve müşteri yaklaşımlarını değiştirmeye yönelmiştir. Talepleri ve gereksinimleri karşılayabilmek için farklı disiplinler arası çalışmaların sonucunda, nesnelerin internet aracılığıyla iletişim kurabilmesi ve etkileşime girebilmesi sayesinde Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) doğmuştur.

Endüstri 4.0, dünyamızın önemli bir değişim sürecine girdiğini işaret eden bir kavramdır. Bu kavramın temelinde, internetin daha geniş bir şekilde kullanılmasının, esnek üretim sistemleriyle entegre olması ve teknolojinin üretim süreçlerine entegre edilmesi yatmaktadır. Bu yaklaşıma göre, canlı veya cansız her nesnenin internete bağlanarak birbirleriyle iletişim kurabileceği bir gelecek ön görülmekte ve makineler arasındaki iletişiminin yaygınlaşmasıyla akıllı üretim süreçleri hayata geçirilmektedir. Bu gelişmeler, ekonomik ve sosyal dönüşümlere yol açtığı için Endüstri

4.0 kavramı ortaya atıldıktan sonra büyük ilgi ve araştırmalarla ele alınmaya başlamıştır (Eldem, 2017: 10).

Dördüncü Endüstri Dönüşümünün temelinde, internet ağı ve siber-fiziksel sistemler gibi teknolojik unsurlar yatmaktadır. Bu dönemde artık, üretim sırasında hataları tahmin etmek, değişen koşullara uyum sağlamak ve belirli parametreleri tanımlamak için verilen analiz edilmesi için standart internet tabanlı protokoller kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, mevcut sistemlerin yaygınlaşması sayesinde daha esnek, hızlı ve verimli üretim süreçlerinin oluşturulmasını ve daha yüksek kalitede ürünlerin daha düşük maliyetlerle üretilmesini mümkün kılmaktadır. Endüstri 4.0, görselleştirme, hibritleştim ve mükemmeliyet gibi kavramları ön plana çıkarmaktadır. Bu dönemle birlikte, üretim süreçleri bilgisayarlarla desteklenmiş ve yüksek teknolojiyle donatılmıştır. Bu sayede, makineler çevrelerindeki olayları anlama yeteneğine sahip olacak ve internet aracılığıyla bu anlayışı somut sonuçlara dönüştürebileceklerdir (Göktaş ve Kılıç, 2018: 3388).

Endüstri 4.0, üretim faaliyetlerinin yanı sıra direkt veya dolaylı olarak ilişkilendirilen tüm birimlerin iş birliği yapmasını hedefler. Bu dönemin temel amacı, akıllı üretim ve ürünlerin oluşturulmasıdır. Tasarım alanında inovasyon ve yeni ürünlerin, pazar taleplerine uygun olarak hızlı bir şekilde sunulabilmesi için akıllı üretim ve endüstri ögelerinin birleştirilmesi ile kitlesel üretim yaklaşımını bireysel üretime dönüştürmek amacını taşımaktadır (Pisching, 2015).

Geleneksel endüstriyel devrimlerde ve modern endüstriyel toplumda, temel hedefler üretimin belirli bir bölgede yoğunlaşması ve sürekli büyüme odaklı olmuştur. Ancak Endüstri 4.0 konsepti,

post-modern bir yapıya sahiptir ve patentle korunan, taklit edil(e)meyen, küresel düzeyde rekabeti hedefleyen ve hizmet otomasyonunu öncelikli gören bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu dönemdeki odak, özellikle gelişmekte olan ülkeler için kaybettikleri üretim rekabet avantajı elde etme fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, Endüstri 4.0; kendi ekonomilerini meydana getiren, geleneksel değer zincirlerini temelden değiştiren, yüksek katma değerli ürünlerin üretimini teşvik eden ve nitelikli iş gücünün daha fazla önemsendiği bir fırsat olarak bu ülkelerin karşısına çıkmaktadır (Tüsiad, 2016: 13).

1.2.4.1. Endüstri 4.0 kavramının temel özellikleri

Üretim, endüstri, sektör ve sanayi gibi kavramlar her zaman ekonomik gelişimin merkezinde yer almıştır. Zaman içinde dünya ve yaşam tarzlarımız büyük değişiklikler geçirmiş, teknoloji hızla ilerlemiş ve bu değişiklikler üretim yöntemleri tekniklerini de derinden etkilemiştir. 18. yüzyılın sonlarından bu yana, endüstriler sık sık büyük değişimlere maruz kalmış ve bu değişimler genellikle verimliliği artırmak gibi çeşitli faydalar sağlayan devrim niteliğindeki dönüşümleri içermiştir. Bugün ise, geçmiş endüstriyel devrimlerin ötesine geçen, ileri teknoloji ve internetin birleşiminden doğan yeni bir dönüşüm yaşanmaktadır (Santos, 2018: 2).

Endüstri 4.0, yapay zekâ, otonom robotlar, gelişmiş sensörler, bulut bilişim ve büyük veri teknolojisi, nesnelerin interneti, katmanlı üretim yapabilen yazıcılar, dijital fabrikalar, akıllı telefonlar ve bu teknolojilerin bir araya gelmesiyle örgütsel açıdan kabul gören bir küresel değer zinciri oluşturan dijital teknolojilerdeki inovasyonun birleşimidir. Bu yenilikçi birleşim, endüstriyel

üretimde zaman içinde meydana gelen değişimleri ve en son gelişmeleri gösteren bir model olmuştur. İnsanlar, makineler ve üretim süreçleri, bağımsız bir ağ içinde bir araya gelerek akıllı bir güç oluşturmaktadırlar (Karadal, 2008: 65).

Endüstri 4.0, üretim süreçlerini dönüştüren akıllı fabrikaları ortaya çıkararak bir yaklaşımdır. Bu dönüşüm, hemen hemen tüm endüstrilerde üretim yöntemlerini kökten değiştirmiştir. Bu değişiklikler, gelişmiş analitiklerin, insan-makine etkileşiminin, büyük verilerin ve dijital fiziksel dönüşüm süreçlerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Baur, 2015).

Endüstri 4.0, birçok üretim sürecinin tamamen dijital ve kapsamlı bir dönüşümü içermektedir. Bu dönüşüm, üretim faaliyetlerini daha akıllı, yeni nesil ve birlikte çalışabilir hale getirerek gerçek zamanlı izleme ve bütünleşmiş üretim sistemlerinin oluşturulmasıyla sonuçlanmıştır. Maliyet, hız, verimlilik ve yenilik odaklı üretim ve pazarlama anlayışı, teknolojik imkânların hızla gelişmesiyle yeni bir seviyeye taşınmaktadır. Tüm üretim birimlerinin iletişim kurabilmesi, büyük verilere anında ulaşım imkânı sağlanması ve böylece beklentileri en iyi şekilde karşılayacak sonuçların elde edilmesi hedeflenmektedir (Soylu, 2018: 44).

Endüstri 4.0'ı meydana getiren yeni teknolojilerle ilgili ihtiyaç duyulan eğitimleri almak, değişen istihdam koşullarına uyum sağlayabilme ihtiyacını gerektirmektedir. Diğer taraftan, makinelerin üretim süreçlerinde fazlasıyla yer alması ve fazlasıyla görevi yerine getirebilir hale gelmesi, devletlerin emek gücünün daha az çalışma zorunluluğuyla karşı karşıya kalmasını sonuç verecektir. Azalan çalışma saatleri ve kendilerini değişen koşullara uyum sağlayamayan

kişilerin iş bulamama gibi zorluklarla karşılaşmasından kaynaklanan mağduriyetler, sosyal devlet anlayışını ve devletlerin temin ettiği toplumsal hakların gözden geçirilmesini gerektirebilmektedir (Asiltürk, 2018)

Nihayetinde, Endüstri 4.0, farklı değerlerin bir araya gelerek meydana getirdiği ortak bir kavramı ifade etmektedir. Bu kavram, hızlı dijital dönüşümün işlediği bir dönemi ifade eder ve iletişim, bilgi teknolojileri ve internet teknolojilerinin üretim süreçlerine büyük etkisi olduğu bir yapıyı tanımlar. Bu etkiler sadece örgütsel düzeyde değil, aynı zamanda istihdam, işsizlik, insan kaynakları, eğitim, büyüme, girişimcilik ve yatırım gibi makro düzeyde de hissedilmektedir. Dolayısıyla Endüstri 4.0, iş dünyası ve toplumlar için büyük değişimleri ve fırsatları beraberinde getiren bir dönemi temsil etmektedir (Soylu, 2018: 43).

1.2.4.2. Endüstri 4.0 kavramının gelişim süreci

Küresel ekonomi ve onun endüstriyel yapısı, akıllı üretim teknolojileri ile desteklenen en son çıkan endüstri devrimi Endüstri 4.0'ı deneyimlemektedir. Bu fikir genel olarak kabul görmektedir ve en yeni endüstri devrimi olarak kabul edilmektedir. Sanayi devrimlerinin ilki üretim süreçlerini buhar gücüyle otomatikleştirmek amacıyla başlamıştır. İkinci Sanayi Devrimi, elektrik enerjisini kullanarak üretimi daha da verimli hale getirmiştir. Üçüncü Endüstri Devrimi ise elektronik ve bilgi teknolojilerini kullanarak üretimi otomatikleştirmiştir. Endüstri 4.0, önceki endüstri devrimlerini dijital teknolojilerin gücüyle birleştirerek üretimde daha büyük bir dönüşümü temsil etmektedir (Çiğdem, 2019: 161).

Endüstri 4.0 kavramı, başlangıçta Alman hükümeti tarafından uygulanan modern teknoloji projesi olarak meydana gelmiştir. Bu proje, esasen üretimin bilgisayarlaşmasına odaklanan bir yaklaşımı benimsemektedir. Daha önceki endüstri devrimlerinden ilham alan proje, bu yeni dönemi 'Endüstri 4.0' olarak adlandırmıştır. Fikir, teorik düzeyde ilk olarak 2011 yılında yayınlanan 'Endüstri 4.0: Nesnelere İnterneti ile 4. Endüstri Devrimine giderken –Endüstri 4.0: Mit dem İnternet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution' başlıklı makalede gündeme gelmiştir. Makale, dünyanın yeni bir döneme girdiğine ve bu dönemin 'Endüstri 4.0' şeklinde adlandırılması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Bunun yanı sıra, yeni devri biçimlendirecek unsurlardan söz etmektedir (Soylu, 2018: 45).

Endüstri 4.0'ın teorik bir çerçeve kazanması, Acatech (2013) tarafından yayınlanan 'Endüstri 4.0'ın Stratejik İniyatifinin Uygulanmasına Yönelik Tavsiyeler' adını taşıyan rapora dayanmaktadır. Diğer taraftan, Alman hükümeti tarafından, geleneksel üretim yöntemlerinden internet ve bilgisayar destekli otomasyona dayanan bir üretim sistemine geçişi teşvik etmek amacıyla başlatılmıştır. Bu yaklaşım, 'Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020 Eylem Planı' içerisine dâhil edilerek planlanmış hedefler arasına dâhil edilmiştir. Bu sayede Endüstri 4.0 fikri, geleceğin rekabet koşulları içerisinde ele alınmıştır (Şendoğdu, 2020: 165).

Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkışından bugüne, bu kavramın değişimi bir dizi teknolojik faktörün etkisiyle şekillenmiştir. Nesnelere İnterneti, büyük veri analitiği, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim gibi birçok terim, yeni endüstriye dönüşüme etki yapmış ve bu devrim, bu terimlerle birlikte

gelişmiştir. Dijitalleşme ve teknolojik ilerlemeler, bu sistemlerin üretim süreçlerinden pazarlamaya kadar tüm kurumsal işlevler üzerinde etkili olmaktadır. Endüstri 4.0, önceki endüstri devrimlerine benzer şekilde üretim odaklı görünse de potansiyel sonuçlarının ve etkilerinin yalnızca üretim alanıyla sınırlı olmayacağı düşünülmektedir. Bu dönüşüm sürecinin sadece kurumsal düzeyde değil, daha geniş bir perspektifte etkili olması beklenmektedir. İstihdam, işsizlik, işgücü dinamikleri, ekonomik büyüme, yatırım ortamı girişimcilik, eğitim gibi birçok makroekonomik konu, bu değişime örnek olarak gösterilebilir (Soylu, 2018: 44).

1.2.4.3. Endüstri 4.0 kavramının önemi

Almanya'nın liderliğinde başlayan ve daha sonra diğer ülkelerde de yayılan Endüstri 4.0, 2016 yılında 'Dünya Ekonomik Forumunun ana gündem maddelerinden biri haline gelmiştir. Fortune Dergisinin yayınladığı bir rapora göre, son 50 yıl içinde dünya genelinde en yüksek ciroya sahip olan 500 büyük işletmenin %90'ı günümüzde pazardan çekilmiş ve faaliyetlerini sonlandırmıştır (Siemens, 2022). Örgütlerin, değişen şartlara uyum gösterebilmeleri ve faaliyetlerini sürdürebilmeleri için yalnızca çalışmalarını artırmakla kalmayıp aynı zamanda rekabeti şekillendiren faktörleri de yakından takip etmeleri gerekmektedir. Çünkü rekabet, her yeni katılımcının pazarda yer almasıyla birlikte giderek artmaktadır. Bu katılımcıların en önemlilerinden biri de Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm olarak kabul edilmektedir (Karahana Sönmez, 2019: 2).

Dünya çapında geniş kapsamlı olarak tartışılan Endüstri 4.0, sadece üretim sistemlerindeki büyük gelişmelerin habercisi olarak

değil, birçok farklı açıdan ele alınan bir kavram olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, Endüstri 4.0 sadece mal ve hizmetlerin üretim süreçlerini değil, aynı zamanda nasıl üretildiklerini yeniden tanımlamıştır. Yeni akıllı üretim yaklaşımı sayesinde akıllı imalat sistemlerine geçilmiş, süreçler ve hizmetler dijitalleştirilmiştir. Bu gelişme sayesinde, robotlar artık birbirleriyle iletişim kurabilir ve etkileşimde bulunabilir, insanlarla güvenli bir şekilde yan yana çalışabilir hale gelmiştir (Çiğdem, 2019: 165).

Endüstri 4.0 her seviyede ve hemen hemen her sektörü etkileme potansiyeline sahiptir. Bu, yeni üretim sisteminin sadece sınırlı veya dar bir yapıya değil, geniş kapsamlı bir ağa dayandığı gerçeği ile ilgilidir. Bu ağ, makinelerin, sensörlerin, iş parçalarının ve bilgi teknolojilerinin tek bir işletme sınırlarını aşarak birbirine bağlandığı bir yapıyı ifade eder. Tüm süreçlerin bu şekilde bağlandığı siber-fiziksel sistemler, standart internet protokolleri kullanarak birbirleriyle iletişim kurabilirler, hataları ön görebilirler, kendilerini yapılandırabilirler ve büyük verileri analiz ederek değişikliklere uyum sağlayabilirler (Sayar ve Yüksel, 2018: 86).

Endüstri 4.0 üretim ve iş süreçlerini teknoloji, temel bilgiler ve dijital uyum ile birleştirerek yeni fırsatlar meydana getirir. Bu da yeni iş modellerinin oluşmasına olanak tanır, özellikle entegrasyon ve yeni hizmetlerin odaklandığı çözümler sunar ve kuruluşları yükselen değerler doğrultusunda şekillendirir. Bu yükselen değerler hem mevcut oyuncular hem de yeni girişimciler için fırsatlar sunar ve Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni teknolojileri kullanarak dört temel yeni iş modelini ortaya çıkarır.

1. Değişen Müşteri Talepleri: Müşteriler, yeni dijital ekonominin merkezine yerleşmiş durumda ve bu süreçte müşteri

beklentileri deneyim odaklı hale gelmiştir.

2. Büyük Veri ile Geliştirilen Ürünler ve Artan Verimlilik: Büyük veri teknolojisi, ürünleri ve hizmetleri dijital yeteneklerle iyileştiriyor ve verimliliği artırıyor. Bu durum, organizasyonların varlıkları algılama ve yönetme şekillerini kökten değiştiriyor. Örneğin, ürün sensörleri sayesinde ürünleri izleme, önleyici bakım hizmetleri sunma, ürün performanslarını tahmin etme ve uygun fiyatlandırma gibi imkânlar sunuyor.

3. İnovasyon Odaklı İş birlikleri: Belirli bir platform üzerinde bir araya gelen organizasyonlar, güçlü yönlerini yeni inovasyonlar oluşturmak için birleştiriyorlar.

4. Yeni İşletme Modelleri: Endüstri 4.0'ın getirdiği etkiler, organizasyonların işletme modellerini yeniden gözden geçirmelerini gerektiriyor ve bu da fiziksel dünya ile sıkı bir şekilde bağlantılı küresel platformların ortaya çıkmasına olanak tanıyor. Örneğin, dijital müzik ve kitap satışı platformları gibi, seyahatlerde özel araçların ve konutların paylaşılmasını sağlayan platformlar vb. (Soylu, 2018: 49-51).

Endüstri 4.0 operasyon süreçlerinde zaman ve maliyet tasarrufu sağlayarak, gelişmiş üretkenlik, artan üretim hızı, yüksek doğruluk ve kalite, iş süreçlerini gerçek zamanlı olarak iyileştirme, kırtasiye işlemlerinden kurtulma, makinelerin bakım ve arıza sürelerini azaltma, verimliliği artırma tahmine dayalı operasyon ve bakım planlaması gibi birçok avantaj sunmaktadır. Bu dönüşüm, geleceğin dünyasını her açıdan değiştirerek şekillendirmektedir. Endüstri 4.0'ın getirdiği bu değişim, milyonlarca makinenin nesnenin veya eşyanın internete bağlı olma gerekliliğinin doğuracaktır.

Bu nedenle, kavram sıklıkla 'endüstri interneti' olarak da adlandırılmaktadır. Türkiye'de de son yıllarda bu konu gündeme gelmiş ve üretim süreçlerinde yapacağı değişimlerle ülkelerin rekabet avantajlarını yeniden değerlendirmelerine sebep olmuştur (Güneri, 2019: 34).

Her endüstri devriminde olduğu gibi, Endüstri 4.0 devriminde de dönüşümün temelini atan, bu değişimi yönlendiren ve zamanla uygulanabilir hale gelmesini sağlayan bazı bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenlerin Endüstri 4.0 için ortak bir özelliği, hemen hepsinin internet teknolojisiyle doğrudan ilişkili olmaları ve akıllı üretim ve akıllı fabrikalar olarak adlandırılan sistemlerin kurulmasında önemli bir rol oynamalarıdır. Bu önemli bileşenleri aşağıda kısaca açıklayarak, konuyla ilgili daha fazla bilgi sunmaya çalışılacaktır.

1.2.4.4. Endüstri 4.0 kavramının bileşenleri

Endüstri 4.0 terimi üretim sistemlerinin ve süreçlerinin verimliliğini artırmak amacıyla geliştirilen ve bu bağlamda üretim teknolojilerinin ve üretim faktörlerinin uyumunu içeren bir yaklaşımdır. Endüstri 4.0'ın temel amacı birbiriyle iletişim halinde olan nesnelerin bulunduğu tamamen yeni teknolojilerle donatılmış akıllı fabrikaların oluşturulmasıdır. Bu nedenle bu kavram etrafında şekillenen bir dizi yeni teknolojik bileşen iş süreçlerinde giderek daha fazla rol oynamaktadır. Endüstri 4.0 dönüşümünün temel bileşenlerini oluşturan teknolojiler arasında yapay zekâ simülasyon siber-fiziksel sistemler Nesnelerin İnterneti (IoT) otonom robotlar akıllı fabrikalar artırılmış gerçeklik büyük veri katmanlı üretim gibi birçok teknoloji bulunmaktadır. Bu teknolojilerin özellikleri ve

katkıları bu bölümde daha ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

Yapay Zekâ

Endüstri 4.0 devriminin önemli bir bileşeni olan ‘yapay zekâ’ bilgisayar sistemlerinin insan benzeri düşünme yetenekleri kazanmasını ve öğrenme yeteneklerini taklit etmesini sağlayan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kavram insanların gerçekleştirdiği zekâ gerektiren faaliyetlerin veya davranışların bilgisayarlar aracılığıyla da gerçekleştirilebilmesini amaçlamaktadır. Yapay zekâ bilgisayarlar ve makineler tarafından belli bir öğrenme kabiliyeti kazandırarak makinelerin daha akıllı bir yapı haline gelmesini hedeflemektedir. Bu genellikle insan düşünme yeteneğini ve insan beyninin işleyiş modelini taklit etmeye yönelik yöntemleri içermektedir (Tektaş, 2002).

Yapay zekâ geçmiş deneyimlerden ve önceki durumlardan öğrenebilme yeteneği ile karmaşık karar süreçlerine katkı sağlar. Bu şekilde somut kararları daha hızlı ve etkili bir şekilde otomatikleştirerek uygulayabilir. Aynı zamanda yapay zekâ programları canlı organizmaların sahip olduğu yüksek bilişsel yeteneklere benzeyen işlevleri yerine getirebilme yeteneğine sahiptir. Bu yetenekler arasında öğrenme, düşünme, algılama, çoklu kavramları birleştirme ve çıkarım yapma, fikir yürütme, karar verme, iletişim kurma, sorunları çözme gibi beceriler bulunmaktadır. Yapay zekâ sistemleri bilgi depolayarak deneme yanılma yöntemi ile bilişsel kapasitelerini geliştirebilme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca programlar tabanlı olarak depolanan bilgileri yorumlayabilir ve hızlı tepkiler verme yetisine sahiptirler. Bu yapay zekânın çeşitli alanlarda karmaşık sorunları çözme veri analizi yapma önerilerde

bulunma ve karar alma süreçlerine katkıda bulunma yeteneğini vurgulamaktadır (Bulut, 2017: 57).

Teknolojik ilerlemelerin işlemci ve depolama maliyetlerinin düşmesi Endüstri 4.0 dönüşümünün temel bileşenlerinden biri olan yapay zekâ sistemlerinin gelişimine büyük katkı sağlamıştır. Bu gelişmeler endüstriyel bağlamda çeşitli sorunları çözmek için kullanılan bir yapay zekâ teknolojisi olan “makine öğrenmesinin” kullanımını artırmıştır. Yeni nesil yapay zekâ sistemleri geçmiş deneyimlerden öğrenme yeteneğine sahiptir ve bu sayede karşılaştıkları yeni durumlarla başa çıkmak için kendilerini programlama kabiliyetiyle öğrenme yeteneğine sahiptirler. Bu yeni yapay zekâ sistemleri geçmişte karşılaştıkları benzer durumları inceleyerek nasıl davranmaları gerektiğini öğrenebilirler. Bu öğrenme süreci büyük miktarda veriye dayalı olarak gerçekleşir ve bu veriler makinelerin gelecekteki kararlarını daha iyi bir şekilde şekillendirmelerine yardımcı olur. Sonuç olarak, yapay zekâ endüstriyel süreçlerde daha akıllı ve özgürce karar verebilen makinelerin geliştirilmesine fırsat sunar bu da verimliliği etkinliği artırırken aynı zamanda insanlarla daha iyi iş birliği yapmalarına olanak tanır.

Yeni dönemde Nesnelerin İnterneti (IoT) ağı ile birbirine bağlanan cihazlar büyük bir iletişim ağı oluşturuyor. Bu cihazlar içerdikleri sensörler aracılığı ile çeşitli verileri topluyorlar. Bu toplanan veriler daha sonra büyük veri kümeleri olarak saklanıyor ve bu verileri işlemek analiz etmek ve anlamlandırmak için yapay zekâ tabanlı öğrenme makineleri kullanılıyor. Bu makineler verilerden öğrenerek ve algoritmalar kullanarak karmaşık görevleri yerine getirebiliyorlar. Bu süreçler akıllı üretim süreçleri ve akıllı fabrikaların temelini oluşturuyor. Elde edilen veriler akıllı üretim

süreçlerinde ve akıllı fabrikalarda kullanılarak üretim süreçlerinin optimize edilmesine yardımcı oluyor. Örneğin; hangi işlerin otomasyona uygun olduğu hangi üretim süreçlerinin insan gücüne ihtiyaç duyduğu hangi aşamalarda otonom robotların kullanılabileceği gibi sorulara daha kesin cevaplar bulunabiliyor. Bu da üretim süreçlerinin daha verimli bir şekilde yönetilmesini sağlıyor ve kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılmasına imkân veriyor. Sonuç olarak bu teknolojilerin birleşimi sayesinde üretim süreçleri daha akıllı hale geliyor ve endüstri 4.0 üretkenliği artıran ve kaynakları daha etkili bir şekilde yönetmeyi sağlayan önemli bir dönüşümü temsil ediyor (Şendoğdu, 2020: 167-168).

Yapay zekâ insan zekâsının bazı yeteneklerini makinelerde oluşturmayı amaçlar. Bu makineler karmaşık bilgileri işleyebilir problemleri çözebilir mantıklı düşünebilir bilgiyi anlayabilir yeni ve farklı durumlarla başa çıkabilirler (Aydın, 2019: 1980).

Benzetim Teknolojileri (Simülasyon)

Benzetim teknolojileri, simülasyon ve dijital ikiz kavramları teknolojik ilerlemelerle hayatımıza girmiş olan terimlerdir. Aslında bu terimler benzer anlamlara sahiptir ve bazen aynı şeyi ifade ederler. Dijital ikiz kavramı temelde bir ürünün veya sürecin sanal bir modelinin oluşturulması için kullanılan benzetim teknolojilerini içerir. Ürünlerin tasarımı üretim süreçlerinin kurulması ve ürünlerin modellenmesinde benzetim teknolojilerinden yararlanır. Bu dijital tasarımlar ve sanal modeller ürünlerin gerçek dünyada üretilmeden önce sanal olarak tasarlanmasına ve test edilmesine olanak tanır. Bu da ürün tasarımı ile üretim süreci arasındaki zamanı kısaltır ve gereksiz maliyeti azaltır. Bu sanal modele “dijital ikiz” adı

verilir. Sonuç olarak dijital ikizler sayesinde ürünler daha hızlı bir şekilde pazara sunulabilir test edilebilir ve üretim maliyetleri düşebilir (Yılmaz, 2019: 20-21).

Endüstri 4.0 döneminde simülasyonlar operasyonların önemli bir parçası haline gelmiştir ve gelecekte bu trendin devam etmesi beklenmektedir. Simülasyonlar sayesinde fiziksel üretim süreçleri sanal bir ortama aktararak optimize edilebilir ve test edilebilir. Bu makine kurumları ayarları ve üretim araçlarının sanal olarak yerleştirilip test edilmesini sağlar. Yakın gelecekte bu teknolojinin tüm üretim süreçlerinde kullanılabilir hale gelmesi planlanmaktadır. Bu sayede fiziksel dünyadaki işlemler makineler ürünler ve çalışanlar gerçek zamanlı verilere dayalı olarak sanal bir ortamda yansıtılabilir. Bu da makine ayarlarının test edilip optimize edilmesini makine kurulum sürelerinin kısaltılmasını ve üretim kalitesinin artırılmasını sağlar (Rüssmann, 2015).

Üretim sürecinin karmaşıklığı ve rekabetçi pazar yapısının artması simülasyon gibi teknolojik araçlara olan talebi artırmıştır. Simülasyonlar karmaşık sistemlerin öngörülerini sunarak üretim süreçlerini planlamak ve test etmek için hızlı ayarlamalar yapılmasını sağlar. Bu üretim uygulamalarının kesintiye uğramadan geliştirilmesini ve optimize edilmesini mümkün kılar. Bu nedenle gelecekteki fabrika ortamı dijital olarak tahmin edilebilir analiz edilebilir ve simüle edilebilir bir yapıda olacaktır (Yılmaz, 2019: 20-21).

Siber Fiziksel Sistemler

Endüstri 4.0 devrimi sayısal iletişim ve bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmelerin sonucunda doğmuştur ancak bu

gelişmeler fiziksel ürünlerin ve sistemlerin tasarımına ve üretime yansımaktadır. Üretim süreçlerin fiziksel yapısı dikkate alındığında ürünlerin hangi bileşenlerle etkileşime gireceğini belirlemek önemlidir. Bu bileşenler bilgi teknolojileri iletişim altyapısı (ağlar) ve fiziksel yapılar gibi çeşitli unsurları içerebilir. Bir sistem bu bileşenlerden biriyle ikisiyle veya üçüyle etkileşime girebilir. Tüm bu bileşenlerle etkileşim halinde olan sistemlere ‘siber-fiziksel sistemler’ adı verilmektedir (Gilchrist, 2016: 35-36).

Bu sistemler veri analizi ve tahminsel analizi geniş ölçüde kullanarak üretim süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetebilir. Yeni nesil üretim sistemleri süreç verilerini kullanarak yeni bilgi üretebilir ve gerçek zamanlı kararlar alabilir böylece sürekli iyileştirme yeteneklerini geliştirmektedir. Ayrıca siber-fiziksel sistemler gömülü sistemlerin bir sonraki evrimsel dönüşümünü temsil eder ve internet çevrim içi veri ve sensörler bu sistemlerin temel bileşenleridir (Alçın, 2016: 27).

Siber-fiziksel sistemler hesaplama ve iletişim teknolojileri tarafından yönetilen sistemlerdir. Bu sistemler fiziksel sistemleri siber teknolojiyle birleştirerek daha akıllı hale getirmektedir. Ayrıca siber-fiziksel sistemler fiziksel ve sanal dünyaları bir araya getirerek akıllı nesnelerin birbiriyle etkileşimde bulunduğu ve etkileşim kurduğu bir ağ oluşturan teknolojileri etkinleştirmektedir (Dai, 2012).

Siber-fiziksel sistemler sensörler ve aktörler aracılığıyla fiziksel dünyayı sanal dünyayla birleştiren teknolojilerdir. Bu sistemler Endüstri 4.0 dönüşümünün bir parçası olarak geniş bir iletişim ağı oluşturmak için Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi diğer önemli bileşenlerle birlikte çalışarak akıllı makinelerin iletişimini (otomasyonunu) sağlamaktadır (Siemens, 2022).

Siber-fiziksel sistemleri oluşturan akıllı nesnelere radyo frekans tanımlama etiketleri aracılığıyla tanımlanır. Bu etiketler bir ürünün genel bilgilerini bulunduğu yeri tarihçesini anlık durumunu ve rotasını içeren bilgilere erişim sağlar. Bu bilgiler üretim istasyonlarının hangi ürün için hangi üretim adımlarını gerçekleştirdiğini ve gerekli uyarılama işlemlerini bilme yeteneğini desteklemektedir (Çiğdem, 2019: 166).

Siber-fiziksel terimi 2006 yılında Amerika'da bilgi işlem sistemlerinin fiziksel dünya ile bağlantı kurmasını ifade etmek için kullanılmaya başlamıştır. Bu terim yeni nesil fiziksel sistemlerin insanlarla iletişim kurma ve etkileşimde bulunma yeteneklerini vurgulamaktadır. Bu sistemler iletişim kontrol ve hesaplama aracılığıyla fiziksel dünya ile etkileşimlerini artırarak gelecekte önemli bir rol oynayacaktır (Baheti, 2011: 161).

Schwab (2016) siber-fiziksel sistemlerin tekrar eden görevlerin ötesinde daha karmaşık görevleri yerine getirmeye başladığını ve insanlığın büyük zorluklarla karşılaşabileceğini ön görmektedir. Bu nedenle siber-fiziksel sistemlerin yükselmesi gelecekte işgücünün bir kısmının işsiz kalması işgücü ve istihdam yapısının değişmesi iş tanımlarının ve meslek kollarının evrilmesi gibi sonuçlara yol açmaktadır (Çiğdem, 2019: 171).

Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (İnternet of Things-IoT) terimi ilk olarak 2000 yılında Kevin Ashton ve ekibi tarafından dile getirilmiştir. Kevin Ashton bu kavramı şu şekilde tanımlamıştır: 'Nesnelerin İnterneti sadece nesnelerin daha akıllı hale gelmesi anlamına gelmez. IoT dünyayı veri haline getiren ve kaynak

kullanımı hakkında kararlar almayı mümkün kılan aynı zamanda israfı azaltan ve verimliliği artıran bir kavramdır.’ Bu tanım IoT’nin özünü ve amacını vurgular. IoT nesnelerin (her türlü cihaz sensör araç vb.) internet üzerinden birbirine bağlandığı bir teknoloji ekosistemini ifade eder. Bu bağlantılar sayesinde nesnelere veri toplama iletişim kurma ve kararlar alma yeteneklerine sahip hale gelirler. IoT’nin temel amacı bu verileri kullanarak çeşitli sektörlerde daha iyi kararlar almak kaynakları daha verimli kullanmak ve iş süreçlerini geliştirmektir.

Nesnelerin İnterneti (IoT) endüstriyel sistemlerdeki nesnelerin internet bağlantısıyla birbirine bağlandığı bir teknoloji olarak tanımlanır. Bu teknoloji cihazların ve sistemlerin veri paylaşımını ve iletişimini artırarak daha büyük ve akıllı işlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlar (Karahana Sönmez, 2019: 6). Nesnelerin İnterneti (IoT) nesnelerin ve cihazların internet aracılığıyla birbirine bağlandığı bir kavramdır. Bu endüstriyel ekipmanlardan günlük yaşamımızdaki nesnelere kadar her türlü nesnenin bir yazılım ile internete bağlanarak uzaktan yönetilebilir hale getirilmesini ve verilerin anlık olarak alınmasını sağlamaktadır. Bu sayede kullanım etkinliği artar ve daha fazla fayda ortaya çıkarsağlamaktadır (Jankowski, 2014).

Endüstriyel internet fiziksel dünyadaki nesnelerin (örneğin: sensörler) internete bağlanmasına olanak tanıyan bir kavramdır. Bu nesnelerin birbiriyle iletişim kurmalarını ve veri toplamalarını sağlar. Sensörler bu ağ içinde veri toplama cihazları olarak görev yaparlar ve nesnelerin kendi işlerini yönetmelerine imkân tanır (Ebso, 2015: 13-35).

Günümüzde birçok üretim tesisinde sensörler ve makineler akıllı bir iletişim ağı oluşturmak amacıyla birbirleriyle bağlantılıdır.

Endüstriyel anlamda Nesnelerin İnterneti (IoT) daha fazla üretim aracının hem dikey hem de yatay olarak birbirine bağlanabileceği ve gerçek zamanlı iletişim kurabileceği bir yapı oluşturur. Bu sayede fiziksel nesnelerin internete bağlanması kolaylaşır bilgi toplanabilir sayısal verilere dönüştürülebilir ve kontrol edilebilir (Trappey, 2017: 1).

Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik gerçek hayattaki fiziksel ortamı bilgisayarlar aracılığıyla zenginleştirerek kullanıcılara duygusal deneyimler sunan bir teknoloji ve kavramdır. Ar-Ge bilgisayar tarafından üretilen dijital nesneleri görüntüleri sesleri ve bilgileri gerçek dünya ile birleştirir. Kullanıcılar mobil cihazlar tabletler veya sanal gerçeklik gözlükleri gibi araçlar aracılığıyla bu artırılmış gerçekliği deneyimlerler. Bu teknoloji fiziksel dünyayı dijital içeriklerle zenginleştirerek yeni bir gerçeklik algısı oluşturur. Kullanıcılar gerçek dünya nesneleriyle etkileşimde bulunabilir, 3D nesneleri inceleyebilir ve artırılmış bilgilere erişebilirler. Ar-Ge eğitim oyun endüstriyel tasarım sağlık hizmetleri ve daha birçok alanda uygulama potansiyeline sahiptir (Bingöl, 2018).

Sanal bir dünya üzerinde gerçekleştirilen artırılmış gerçeklik teknolojisi endüstriyel operasyonlar açısından büyük önem taşımaktadır. Operatörler artırılmış gerçeklik uygulamalarını kullanarak sanal dünyada makinelerle etkileşime geçebilirler. Bu fiziksel olarak makinelerin yanında olmadan bile onları kontrol etmelerine, parametrelerini ayarlamalarına ve işlemleri izlemelerine olanak tanır. Ayrıca operatörler operasyonel verilere ve bakım talimatlarına hızlı ve kolay bir şekilde erişebilirler. Örgütler artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak karar verme süreçlerini ve iş prosedürlerini geliştirebilirler. Örneğin bir fabrikanın verimliliğini önceden tahmin etmek ve olası sorunları çözmek

için sanal bir fabrika kurmak mümkündür. Bu işletmelerin fiziksel dünyada gerçekleşecek olayları sanal dünyada simüle etmelerine ve çözümler üretmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisi sadece örgütsel düzeyde değil aynı zamanda üretim süreçleri ve makine seviyesinde de kullanılabilir. Bu üretim süreçlerini optimize etmek hataları önceden tespit etmek ve bakım işlemlerini geliştirmek için büyük bir potansiyel sunar (Siemens, 2022).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları üretim süreçlerinde ve arızaların çözümünde büyük fayda sağlayabilir. Örneğin; üretilmesi planlanan bir ürünün veya üretim sırasında meydana gelen bir arızanın çözümü artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak üç boyutlu olarak sanal ortamda gösterilebilir. Bu çalışanlara daha iyi bir anlayış ve rehberlik sağlayarak sorunların daha hızlı çözülmesine yardımcı olabilir. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisinin ilerleyen dönemlerde daha da geliştirilmesiyle bu teknolojilerin aracı aletlerden bağımsız olarak doğrudan insanlarla etkileşim kurması mümkün olabilir. Örneğin; bir işçi bir artırılmış gerçeklik gözlüğü takarak sanal bir ara yüz üzerinden makineleri kontrol edebilir veya talimatlar alabilir. Bu operasyonel verimliliği artırabilir ve daha etkili bir iletişim sağlayabilir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin gelecekteki gelişimleri endüstriyel uygulamaların ve iş süreçlerinin daha verimli ve etkili hale gelmesine katkıda bulunabilir (Yılmaz, 2019: 21-22).

Otonom Robotlar

Robotlar Endüstri 4.0 döneminde büyük bir dönüşüm geçirerek daha özerk esnek ve işbirlikçi hale gelmişlerdir. Bu dönüşümün temel amacı robotları sadece tekrarlayan görevlerin

ötesinde daha karmaşık ve çeşitli görevler için kullanılabilir hale getirmektedir. Endüstri 4.0 dönemindeki robotlar daha özerk ve kendi kararlarını verebilen esnek görevleri öğrenebilen ve adaptasyon yeteneği olan insanlarla iş birliği yapabilen öğrenme yeteneği geliştiren birlikte çalışabilen otonom robotlar üretme trendi gibi özellikler endüstriyel robotların daha akıllı ve işbirlikçi hale geldiğini göstermektedir (Rüssmann, 2015: 3).

Robot kullanımının artmasının temel nedenleri şunlardır:

- **Maliyet Azalması:** Donanım ve yazılım maliyetlerinin düşmesi robot teknolojisinin daha erişilebilir hale gelmesini sağlar. Bu daha fazla işletmenin robotları benimsemesini kolaylaştırdı.
- **Çok yönlülük ve Hassasiyet:** Endüstriyel robotlar artık daha karmaşık hassas görevleri yerine getirebilecek şekilde tasarlanıyor. Bu işletmelerin daha fazla çeşitli uygulamalarda robotları kullanmalarına olanak tanır.
- **KOBİ'ler için Uygunluk:** Maliyet performans işlevsellik açısından robotlar büyük kuruluşlarla sınırlı olmaktan çıktı. Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) bu teknolojiyi kullanarak rekabet avantajı elde edebiliyorlar. Bu faktörler bir araya gelerek endüstriyel robotların daha yaygın bir şekilde kullanılmasını teşvik etmektedir (Strange, 2017: 176-177).

Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak robotlar daha etkili ve verimli hale gelmek için geliştiriliyorlar. Daha esnek görevler üstlenebilmek adına robotlar iş birliğine daha yatkın ve otonom bir

yapıya sahip bir hale getiriliyor. Yakın gelecekte robotların insanlarla ve birbirleriyle güvenli bir şekilde etkileşimde bulunmaları bekleniyor. Bu gelişme üretim süreçlerinde robotların daha fazla ve daha etkili bir şekilde kullanılmasını mümkün kılacaktır. Robotların otonom karar verme yetenekleri ve birimler arasındaki yüksek iş birliği örgütsel esnekliği artıracak ve üretim süreçlerinin daha verimli ve daha hızlı hale gelmesine yardımcı olacaktır. Sonuç olarak Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak otonom robotlar üretim süreçlerinin gelecekte daha akıllı daha esnek ve daha ekonomik bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacaktır. Bu işletmelerin rekabet avantajını artırmasına yardımcı olacak önemli bir gelişmedir (Wang, 2015: 158).

Otonom robotlar farklı sektörlerde büyük etkiler meydana getirmektedir. Özellikle otomotiv endüstrisi üretim süreçlerinin büyük bir bölümünü bu robotlarla gerçekleştiriyor. Tedarik zincirleri ve lojistik alanlarında da kullanılıyorlar. Gelecekte ise sağlık tarım perakende ve inşaat gibi sektörlerde daha fazla kullanılmaları bekleniyor. Bu iş süreçlerinin daha verimli hale getirilmesine ve maliyetlerin azaltılmasına yardımcı oluyor. Otonom robotların yaygınlaşması işletmelere rekabet avantajı sağlıyor ve endüstrilerin dönüşümünü hızlandırıyor (Soylu, 2018: 53).

Akıllı Fabrikalar

Son yıllarda üretimde popüler bir süreç iyileştirme stratejisi olarak yalınlaşma ve uzmanlaşma yaklaşımları dikkat çekmektedir. Bu yaklaşımların temel hedefi işgücü üzerindeki aşırı yükü üretim süreçlerindeki tutarsızlıkları ve israfı ortadan kaldırmaktır. Özellikle yalın üretim ürünlerin sorunsuz ve tutarlı bir şekilde üretilmesini

amaçlar. Akıllı üretim ise bu süreç iyileştirme girişimlerine benzer özellikler taşıırken daha fazla dijital ve otomasyon odaklıdır. Akıllı üretim gelişmiş bir süreç yönetimi ile ürünlerin sorunsuz ve tutarlı bir şekilde üretimini sağlamak için dijital ve fiziksel dünyaları entegre etmeyi hedefler. Bu akıllı üretimin uygulanacağı fabrikalar 'akıllı fabrikalar' olarak adlandırılır. Akıllı fabrikalar süreçlerin daha fazla otomasyonla yönetildiği ve verilerin dijital olarak izlendiği düzenlendiği ve analiz edildiği üretim tesisleridir. Bu tesisler endüstriyel süreçlerin daha akıllı ve verimli hale getirilmesine odaklanır (Çelik, 2019: 31-32).

Fiziksel ve sanal dünyaların siber fiziksel sistemler aracılığıyla birleşerek üretim süreçlerinin entegre edilmesi akıllı fabrikaların temelini oluşturan yeni bir endüstriyel dönemi tanımlar. Bu dönemin önemli unsurlarından biri siber fiziksel sistemlerin üretim sistemlerine entegre edilmesidir. Geleneksel üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında akıllı fabrikalar kaynakların daha verimli kullanılmasını, zamanın daha iyi yönetilmesini, maliyetlerin azaltılmasını ve ürün kalitesinin artırılmasını sağlar. Akıllı fabrikalar aynı zamanda hizmet odaklı ve sürdürülebilir iş uygulamalarına dayalı olarak tasarlanır. Bu yaklaşım müşteri ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilmek, ürünlerin yaşam döngülerini uzatmak ve çevresel sürdürülebilirliği artırmak için tasarım ve üretim süreçlerinin yeniden düşünülmesini içerir. Bu nedenle akıllı fabrikalar hem işletmelere hem de çevreye önemli avantajlar sunar (Soylu, 2018: 46).

Akıllı fabrikalar fiziksel ve sanal dünya arasındaki iletişimi sağlayarak üretim süreçlerini geliştirir. Bu fabrikalarda otomasyon süreçleri cihazlar ve makineler arasındaki iletişim ile üretim süreçlerini otomatik olarak düzenler. Kaynak sıkıntıları veya arızalar

anında algılanır ve otomatik olarak çözüme kavuşturulur. Bu sayede fabrikalar sorunsuz bir şekilde çalışır ve maksimum kapasiteyle üretim yaparlar. Akıllı fabrikalarda üretim hattındaki ürünler ekipmanlar ve makineler, çeşitli sensörler, robot teknolojileri ve yazılım programları aracılığıyla birbiriyle sürekli iletişim halindedir. Bu sürekli takip verimliliği kaliteyi ve hızı artırır. Ayrıca benzetim teknolojileri sanal gerçeklik ve sanal prototipler oluşturarak ürünlerin gelecekteki performansını tahmin etme imkânı sunar. Sonuç olarak, akıllı fabrikalar daha hızlı kaliteli ve maliyet-etkin üretim sağlar (Yılmaz, 2019: 16).

Akıllı fabrikalar günümüzde hızla değişen iş dünyasında karşılaşılabilecek sorunlara esnek ve uyarlanabilir üretim süreçleriyle yanıt veren bir çözümdür. Bu çözüm en verimli işgücü ve kaynak kullanımını hedefleyen bir yazılım donanım ve mekanik çözümlerin bir kombinasyonunu içerir. Ayrıca endüstriyel ve endüstriyel olmayan paydaşlar arasında iş birliği yapma fırsatı sunarak dinamik organizasyonların oluşmasına katkı sağlar. Bu perspektifle akıllı fabrikalar değişen ihtiyaçlara hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verebilen ve iş birliği yapabilen üretim tesislerini tanımlar (Şekkeli, 2018: 213).

Fabrikanın işlevsel amacına bağlı olarak akıllı fabrika kurulumu için bir dizi farklı teknoloji bulunmaktadır. İmalatla ilgili bir rapora göre gelecekte fabrikalar üretim esnekliği ve düşük maliyet odaklı bir yapıda olacaklar. Bu iki özelliği elde etmek için ilgili modeller ve platformlar üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Akıllı fabrikalar aracılığıyla sağlanan üretim esnekliği ve azalan maliyetler yakın gelecekte üretim maliyetlerinin hammadde dışında %15 ile %25 arasında azalmasını öngörmektedir (EBSO, 2015: 25).

Bu örnek Endüstri 4.0 devriminin önemini anlama üretim süreçlerine katkısını ve beraberinde getirdiği maliyet avantajlarını anlamak için güzel bir örnektir.

Büyük Veri

Endüstri devrimlerinin tarihine baktığımızda bu devrimleri şekillendiren ve gücü elinde tutan unsurlardan birincisi zengin doğal kaynaklara sahip olma durumu olmuştur. İlk sanayi devriminde kömür ve demir gibi doğal kaynaklara sahip olan İngiltere bu dönemin öncüsü haline gelmiştir. Zaman içinde teknolojinin ve diğer faktörlerin etkisiyle endüstri devrimleri birbirini izlemiştir. Bu gelişmeler insanlığı sırasıyla ikinci üçüncü ve son olarak dördüncü endüstri devrimine yani Endüstri 4.0'a taşımıştır. Endüstri 4.0'ın temel yapı taşları arasında bilgi teknolojileri akıllı makineler ve internet bulunmaktadır. Bu dönemin en önemli hammaddesi ise veri olarak öne çıkmaktadır (Sedefçi, 2018: 28).

Veri işlenmemiş, ilişkilendirilmemiş, gruplandırılmamış ve kendi başına sınırlı bir anlama sahip olan ham bilgi olarak tanımlanabilir. Veri üretilir, saklanır ve analiz edilir. Bazı örgütler bu veriyi optimize etmek ve anlamlı hale getirmek için gerekli süreçleri geliştirir. Bu verinin yalnızca bir veri kümesi olmaktan çıkıp bir ürün olarak kullanılmasını sağlar. Davos, İsviçre'de 2012 yılında düzenlenen Dünya Ekonomik Forumu'nda geleneksel değerlerin yanı sıra para ve altın gibi değerli kaynaklara ek olarak yeni keşfedilen ve gelecekte büyük ekonomik değere sahip olması beklenen 'veri' kavramı gündeme gelmiştir. Verinin ekonomik değerini bulmak ve bu değeri çıkarmak karmaşık bir süreç olabilir ve bu konu tartışılmıştır (Karahana Sönmez, 2019: 7).

Günlük yaşantımızda sürekli üretilen ve çevremizden elde edilen verilerin tümüne ‘büyük veri (big data)’ denir. Bu veriler veri madenciliği gibi yöntemlerle incelenerek faydalı bilgilere dönüştürülür. Veriler önce belirli bir sistem içinde düzenlenir ve sınıflandırılır ve ardından bu düzenlenmiş veriler anlamlı bilgilere dönüştürülür. Bu işlem özel amaçlı yazılımlar ve yapay zekâ algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilir. Özetle sensörler verileri toplar bu veriler veri madenciliği gibi yöntemlerle bilgilere dönüştürülür ve sonuçta bu bilgi donanımları kontrol etmek veya belirli bir amacı gerçekleştirmek için kullanılır. Donanımın sağladığı bu hareket örnek olarak bir robot kolu hareket ettirmek bir otomobili yönlendirmek robotların seçilmiş bir yükü taşıması veya bir boya makinesinin boya deposunu otomatik olarak doldurması gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilir (Aydın ve Demiral, 2019: 1980).

Büyük veri teknolojisi bir örgütün perspektifinden bakıldığında sistematik analizlerin geliştirilmesi enerji verimliliği ürün kalitesinin optimize edilmesi servis hizmetlerinin geliştirilmesi makine ve ekipmanların verimli bir şekilde kullanılması gibi bir dizi faydalar sağlamaktadır. Endüstri 4.0 kavramı çerçevesinde farklı kaynaklardan gelen veriler gerçek zamanlı etkileşim ve kararlar için toplanmakta ve kapsamlı bir şekilde analiz edilmektedir. Büyük veri genellikle büyük ve karmaşık veri kümelerini ifade eder ki bu tür veriler geleneksel hesaplama uygulamalarıyla işlenmesi zor olan verilerdir.

Büyük veri kavramı işletmeler için önemli bir kaynak haline gelmiş ve farklı kaynaklardan büyük miktarlarda üretilen verilerin toplanması depolanması ve analiz edilmesi amacıyla geliştirilen yeni bir organizasyon sistemi veya platformu ifade eder olmuştur. Büyük

verinin temel bileşenleri bilgisayar sistemleri cihazlar gömülü sensörler ve akıllı telefonlar gibi endüstriyel cihazlardan kaynaklanan verilerdir. Büyük veriyi özellikli yapan üç temel özellik vardır: Hız, çeşitlilik ve hacim. Bu özellikler gelişmiş bir karar verme tahmin sistemi için maliyet etkin ve yenilikçi bilgi işleme tekniklerini gerektiren yüksek hızda çeşitlilikte ve hacimde veri kaynaklarına işaret eder (Sicular, 2013).

Örgütler Nesnelerin İnterneti'nin potansiyelinden tam anlamıyla yararlanabilmek için binlerce sensör ve diğer kaynaklardan elde edilen verileri analiz etmeye yönelmelidirler. Büyük veri terimi geleneksel veri tabanları ve analitik araçlarla işlenemeyecek kadar büyük ve çeşitli verileri tanımlar. Bu büyük verinin gerçekten büyük bir hacme ve çeşitliliğe sahip olmasından kaynaklanır. Örgütler bu verilerden müşteri eğilimleri, verimlilik, talep değişiklikleri ve diğer birçok alan için gereken bilgileri elde etmek için çaba göstermektedirler (Gilchrist, 2016: 52).

Büyük veri yüksek çeşitlilik hacim ve hızla karakterize edilen bilgi varlıklarını temsil eder ve büyük verilerin belirli bir değere dönüştürülmesi için özel analitik ve teknolojik yöntemlerini gerektirir. Büyük veri analizi için ilk adım veri toplamayı içerir. Toplanan veriler büyüklüklerine göre filtrelenebilir ve sıkıştırılabilir. İkinci adım analiz için uygun hale getirilmesi amacıyla gerekli bilgilerin ilgili kaynaklardan çekilip işlenmesini içerir. Bu analiz raporu sonuçların analizini kolaylaştırmak için bir dizi küme veya hatta tek bir sınıflandırma etiketi gibi daha somut bir yapıya indirgenir (Yılmaz, 2019: 10-11).

Büyük verinin kullanılması örgütlerin müşterilere gerçek zamanlı hizmet sunma kabiliyetini artırabilir. Bu da yeni iş

kategorilerinin ve iş alanlarının doğmasına yol açabilir. Bu nedenle örgütler büyük veri kavramıyla daha yeni tanışmışlardır ve üretim süreçlerini bu yönde şekillendirmeye çalışmaktadırlar. Bu alandaki çalışmalar hala devam etmektedir.

Günümüzde büyük veri tarafından işlenebilen birçok işlem daha önce el işçiliği gerektiren görevlerin yerini alabilir. Bu durum mevcut birçok mesleğin gereksiz hale gelebileceği ve boşa çıkabileceği anlamına gelir. Ayrıca büyük verinin kullanılmasıyla daha önce var olmayan farklı meslekler alanları ve fırsatları da gelişebilir (Schwab, 2016: 156-157).

Bulut Bilişim

Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte Nesnelerin İnternetinin etkisiyle büyük ve çeşitli verilerin işlenmesi depolanması ve kullanılmasında ‘bulut bilişim’ önemli bir role sahiptir. Bulut bilişim internet tabanlı bir sistemdir ve ağa bağlı sunucu bilgisayarları ve yazılımları kullanarak işlemlerin geniş bir ağ üzerinde gerçekleştirilmesini sağlar. Bununla birlikte verilerin depolanmasını da üstlenir ve bu görevi büyük bilgisayarlar aracılığıyla gerçekleştirir (Banger, 2016: 58-59).

Bulut bilişim bilgisayar uygulamasının ihtiyaç duyduğu kaynakları özellikle RAM işlemci ve depolama gibi kaynakları bu hizmeti sunan şirketlerin kaynakları üzerinden kullanma kavramını ifade eder. Örgütler için asıl önemli olan bir uygulamanın çalıştırılması için kullanılan kaynakların nereden geldiği değil o uygulamanın işlevsel sonuçlarıdır. Sonuçlar kullanıcıların bilgisayarında görünse de bu sonuçlara ulaşmak için gerekli kaynaklar

genellikle arka planda uzaktaki merkezi kaynaklardan alınır ve internet aracılığıyla sunulur. Bu nedenle kullanıcılar arka plandaki kaynaklardan haberdar olmadan bu hizmetleri kullanır ve bu kaynaklar 'bulut' olarak tasvir edilir. Bulut bilişim Endüstri 4.0 kavramı içinde örgütler arası bilgi ve veri paylaşımını kolaylaştırır. Bu ilgili verilerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi dağıtılması ve iş değeri zincirinin tam bir görünümünün meydana gelmesine olanak tanır. Sonuç olarak istenilen bilgilere herhangi bir yerden ve herhangi bir zamanda ulaşmak mümkün hale gelir (Çiğdem, 2019: 166-167).

Günümüzde teknolojik ilerlemeler ve artan veri transferi yoğunluğu örgüt sınırları ve tesisler arası veri paylaşımını artırmaktadır. Bu bağlamda bulut teknolojisinin performansı büyük bir önem taşımaktadır. Makine verileri ve işlevselliğinin bulut teknolojisi aracılığıyla daha geniş bir kullanıma açılması üretim sistemlerine dayalı daha fazla veri odaklı hizmet sunumunu mümkün kılacaktır. Ayrıca süreç kontrolü ve izleme sistemleri de bulut tabanlı olacaktır. Temelde bu yaklaşım yazılım ve verilerin merkezi bir bulutta toplandığı ve internet aracılığıyla herhangi bir cihazdan bu verilere erişimin mümkün olduğu işlevsel bir yaklaşımı temsil eder. Mevcut tüm uygulamalar, programlar ve veriler sanal bir kaynaktan barındırılır ve bu kaynak internet üzerinden herhangi bir cihaz aracılığıyla erişilebilir hale gelir (Soylu, 2018: 47-48).

Gelecekte verilerin saklanması ve korunması konusundaki zorlukları aşmak için geleneksel bilgisayarlar sabit diskleri yerine çevrimiçi depolama teknolojilerinin daha fazla tercih edileceği ön görülmektedir. Bu bilgi teknolojisi cihazlarının işlevselliğe erişim sağlamak için herhangi bir yerel altyapıya ihtiyaç duymadan tamamen çevrimiçi ağlar aracılığıyla uygulamalara erişimin

mümkün olacağı anlamına gelmektedir. Özellikle örgütler arasında ürünler, üretim süreçleri ve diğer önemli verilerin paylaşımının artacağı tahmin edilmektedir. Zaman içinde bulut bilişim teknolojilerinin performansın artması paylaşılan verinin miktarını ve hızını artıracaktır. Bu da bulut platformlarında depolanan verilere dayalı olarak üretim sistemlerine daha fazla veri odaklı hizmet sunabilmesi anlamına gelir. Sonuç olarak üretim süreçlerini izleyen ve kontrol eden sistemlerin bile bulut teknolojisi ile tanışması ve saklanması olasıdır (Tüsiad, 2016: 29).

Bulut bilişim internet üzerinden erişilen uygulamaları ve bu uygulamaların barındığı veri merkezlerindeki donanım ve yazılımları ifade etmektedir. Bu teknolojiler Endüstri 4.0 uygulamalarının bağlantısını ve iletişimini sağlayan teknik bir omurga olarak hizmet etmektedir. Endüstri 4.0'ın gelişmesi ürünler ve örgütler arasında veri paylaşımını artırmak anlamına gelir bu da tepki sürelerini milisaniyeler düzeyine indirir. Bu sayede farklı cihazların aynı bulut tabanlı sisteme bağlanarak dijital üretim ve bilgi paylaşımını hızlandırabileceği bir sistem oluşturmak mümkün olmaktadır (Yılmaz, 2019: 13). Bulut bilişim, örgütler için birtakım faydalar sağlamaktadır:

- Kaynak kapasitesi sınırlı olan bilgisayarların âtıl durumda olma sorununu ortadan kaldırır. Bu sayede örgütler gereksiz donanım yatırımlarından kaçınabilir ve kaynaklarını daha etkili bir şekilde kullanabilirler.
- Bilgi ve verilerin donanımsal arızalar nedeniyle kaybolma riski azalır. Bulut bilişim hizmet sağlayıcıları veri yedeklemesi ve koruma konularında profesyonelce hizmet sunarak veri kayıplarını en aza indirir.

- Çalışmaların kesintisiz devam etmesi ve bölünmemesi donanımsal bağılıktan kurtulmayı sağlar. Bu sayede örgütler herhangi bir coğrafi veya donanımsal sınırlama olmadan çalışmalarını sürdürebilirler.
- Bir yazılım veya hizmetin tümünü satın almak yerine belirli bir süre için kiralamak mümkün olur. Bu örgütlere esneklik sağlar ve ihtiyaçlarına göre kaynakları daha verimli bir şekilde yönlendirebilirler.

Bulut bilişim kaynakların daha etkili kullanılmasını veri güvenliğinin artırılmasını ve maliyetleri optimize etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu da örgütler için çok önemli bir teknolojik ilerleme demektir (Banger, 2016).

Yatay ve Dikey Entegrasyon

Endüstri 4.0 kavramı özellikle üç ana unsura dayanmaktadır: Mal ve hizmetlerin dijitalleşmesi, yenilikçi örgütsel modellerin sunulması ve yatay ve dikey değer zincirlerinin entegrasyonu. Geleneksel olarak bilgi teknolojileri genellikle tam olarak bütünleşmiş değildi ve örgütler tedarikçiler ve müşteriler arasında sınırlı bir bağlantı vardı. Ancak Endüstri 4.0 dönüşümü ile evrensel veri uyum ağları geliştikçe ve gerçek anlamda otomatik bir değer zinciri sağlandıkça sistem çok daha tutarlı ve bütünsel hale gelecektir. Bu ürünlerin ve hizmetlerin dijitalleşmesini tedarikçilerin ve müşterilerin gerçek zamanlı olarak bilgi ve veri paylaşmasını ve değer zinciri boyunca süreçlerin daha verimli ve esnek hale gelmesini içerir. Sonuç olarak Endüstri 4.0 örgütlerin daha iyi bilgi akışı ve iş birliği sağlamasına yardımcı olarak daha rekabetçi ve yenilikçi hale gelmelerini sağlar. Bu örgütlerin daha iyi kararlar

almasını maliyetleri azaltmasını ve müşterilere daha iyi hizmet sunmasını mümkün kılar (Rüssmann, 2015: 3).

Yatay entegrasyon eğitim sürecinin farklı adımları arasında ve hatta farklı örgütlerin planlama ve üretim süreçleri arasında sürekli ve kesintisiz bir akışın sağlanmasını ifade eder. Bu tür entegrasyon üretimden pazarlamaya tasarımdan hammadde tedarikine kadar tüm süreçleri kapsar. Amaç tüm bu süreçleri birbirine entegre etmek ve bütünlüğe ulaşan uca sistemler oluşturarak verimliliği artırmaktır. Bu şekilde örgütler ve süreçler arasındaki iş birliği ve koordinasyon geliştirilir. Dikey entegrasyon ise özellikle bir örgütün iç süreçlerinde kullanılan teknolojik altyapıda kesintisiz akış ve iletişimi hedefler. Bu bir örgütün kendi içindeki farklı bölümler veya iş fonksiyonları arasında sorunsuz veri ve bilgi paylaşımını sağlama amacını taşır. Dikey entegrasyon örgüt içindeki iş süreçlerinin daha iyi bir şekilde birbirine bağlanmasını ve daha iyi iç iş birliği sağlanmasını amaçlar. Her iki entegrasyonda Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinden biridir ve işletmelerin daha etkili verimli ve esnek hale gelmelerine yardımcı olur. Bu iki tür entegrasyon Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanmasında büyük bir öneme sahiptir (Soylu, 2018: 48). Yatay ve dikey entegrasyon işletmelerin farklı yönlerdeki etkileşimlerini ve bilgi teknolojilerinin entegrasyonunu ifade eden iki önemli kavramdır:

1. Yatay Entegrasyon: Bir işletme içindeki veya dışındaki paydaşlar arasındaki iş birliğini ve bilgi paylaşımını içerir. Değer ağları boyunca yani işletmelerin dışındaki tedarikçiler müşteriler ve iş ortakları ile iş birliği yapmayı içerir. Bir üretici tedarikçileri ile iş birliği yaparak malzeme tedarikini optimize edebilir.

2. Dikey Entegrasyon: Bir işletmenin içindeki farklı hiyerarşik düzeylerdeki iş birliğini ve bilgi akışını ifade eder. İşletmenin kendi içinde farklı bölümler departmanlar veya işlevler arasındaki iş birliği ve bilgi paylaşımını içerir. Örneğin iş bölümü pazarlama bölümüyle iş birliği yaparak ürünlerin pazarlama stratejilerini geliştirebilir. Başka bir deyişle yatay entegrasyon işletmenin dışındaki etkileşimleri ifade ederken dikey entegrasyon işletmenin içindeki etkileşimleri ifade eder. İkisi de işletmenin daha verimli ve etkili bir şekilde çalışmasına yardımcı olur ve iş süreçlerini iyileştirir.

Yatay entegrasyon özellikle örgütün çevresiyle etkileşimde bulunurken karmaşıklığı artırabilir. Bu çevresel değişikliklere uyum sağlarken dış paydaşlarla uyumlu bir şekilde iş birliği yapmayı içerir. İşte bu nedenle yatay entegrasyon özellikle örgütün dışındaki etki alanı ile ilgilenmesi gereken bir örgüt için karmaşıktır. Örgütler içsel süreçlerini ve işlevlerini değiştirmenin yanı sıra dış paydaşlarla da uyumlu olmalıdır. Yatay entegrasyon bu iki düzeydeki dönüşümleri aynı anda yönetmeyi gerektirebilir. Bu özellikle büyük ölçekli dönüşüm projelerinde zorlayıcı olabilir. Yatay entegrasyonun başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için örgütün dış paydaşlarıyla etkili iletişim ve iş birliği yapabilmesi gerekmektedir. Dış paydaşlarla yakın çalışma pazarlama stratejilerini tedarik zinciri yönetimini ve ürün geliştirme süreçlerini iyileştirmenin önemli bir parçasıdır (Yoşumaz, 2018: 20-22).

Uçtan uca mühendislik ürün merkezli bir değer meydana getirme sürecinde bir dizi faaliyeti içeren ve ürün yaşam döngüsünün farklı aşamalarını kapsayan bir entegrasyon türüdür. Bu tür entegrasyon genellikle ürün tasarımı üretim planlaması üretim

mühendisliği müşteri gereksinimleri bakım ve geri dönüşüm gibi farklı işlevleri bir araya getirir. Uçtan uca mühendislik özellikle özel ürünlerin tasarımı ve üretimi için son derece önemlidir. Ürün tasarımının üretim süreci ve hizmete olan etkisinin daha önceden öngörülebilir hale gelmesi özel ürünlerin müşteri gereksinimlerine ve beklentilerine daha iyi yanıt vermesini sağlar.

Uçtan uca mühendislik ürün merkezli bir yaklaşımın benimsendiği ve tüm değer zinciri boyunca tutarlı bir ürün modelinin kullanıldığı bir entegrasyon türüdür. Bu özellikle özel ürünlerin tasarımı ve üretimi açısından büyük öneme sahiptir (Wang vd., 2015: 159-160).

Yatay entegrasyon iş ortakları müşteriler ve hatta ülkeler arasında yeni iş modellerinin entegrasyonunu ifade eder. Bu küresel bir ağ oluşturarak ürünlerin üretiminden tüketimine kadar süren tüm değer zincirini kapsar. Üretim süreçleri ürünün üretim pazarlama aşamalarına odaklanır; bu nedenle üretici müşterinin beklentilerini karşılamak için yüksek kaliteli ürünler üretmelidir. Müşteriler satın aldıkları ürünlerde yüksek kalite kişisel tercihlere uygunluk ve servis sonrası desteğe değer verirler. İşte Endüstri 4.0 yatay ve dikey entegrasyon ile üretim süreçlerini ve ürün yaşam döngüsünü kapsayarak bu ihtiyaçları karşılar (Çelik, 2019: 25-26)

Katmanlı Üretim (3 Boyutlu Yazıcılar)

Katmanlı üretim (Eklemeli üretim üç boyutlu yazıcılar 3D) bir dijital 3 boyutlu modelin veya çizimin katmanlar halinde fiziksel bir nesneye dönüşümünü ifade eder. 3D yazıcılar karmaşık ekipman veya süreçlere gerek kalmadan karmaşık ürünlerin üretilmesine

olarak tanır. (Gökhan, 2020: 6). Üç boyutlu yazıcılar eritilmiş plastik metal seramik ve diğer malzemeleri kullanarak katmanlar halinde nesnelere imal edebilen yazıcılardır. Bu yazıcılar dijital tasarımları fiziksel nesnelere dönüştürmek için ince eritilmiş malzeme katmanlarını üst üste ekleyen bir sistem kullanır. Bu işlem katmanlı işlem veya eklemeli üretim olarak adlandırılır (Schwab, 2016: 172).

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi farklı hammaddelerin ve üretim yöntemlerinin birleşimiyle çeşitli endüstrilerde uygulama fırsatı sunmaktadır. Bilgi teknolojileri genetik mücevhencilik, şehir planlaması, gıda ve sağlık gibi birçok endüstriye etkileri bulunmaktadır. Yakın gelecekte 3 boyutlu yazıcıların üretim süreçlerini hızlandırması ve üretim gücünü örgütlerden bireysel üreticilere kaydırarak demokratikleştirmesi, ürün geliştirme ve tasarıma katkı sağlaması ve yeni malzeme tedarik sektörlerinin oluşmasına yol açmaktadır. Bu teknolojinin yaygınlaşması endüstriyel üretimde önemli değişikliklere ve inovasyonlara kapı aralayacaktır (Soylu, 2018: 54).

2015 yılında Dünya Ekonomik Forum'un yayınladığı 'Derin Değişim: Teknolojilerin Dönüm Noktaları ve Sosyal Etkisi' raporuna göre katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%80) 2020'lerin ortalarından itibaren üç boyutlu yazıcılarla otomobil üretiminin mümkün olacağına inanmıştır. Bu inanç üç boyutlu teknolojisinin yakın bir gelecekte maliyet hız ve boyut kısıtlamalarını aşacağına yönelik bir öngörü yansıtmaktadır. İlginç bir şekilde bu öngörü 2019 yılında gerçekleşen bir olayla teyit edildi ve bir otomobil 3D yazıcı teknolojisi kullanılarak üretildi (Schwab, 2016: 172-174).

Rifkin (2014: 90) klasik üretim teknikleri ile üretim ve 3D yazıcılar ile üretim teknikleri arasında bazı farkları şu şekilde

belirtmektedir:

- 3D yazıcılar ile üretilen ürünlerde insan müdahalesi klasik üretime göre çok düşüktür ve fiziksel emek gereksinimi azdır.
- Klasik üretim tekniklerinde üretim sonrasında artık ürünler ve malzemeler birikirken 3D yazıcılarla üretimde artık oluşmaz. Ürünler kullanılan malzemedен doğrudan üretilir.
- 3D yazıcılarla üretimde tasarım sınama ve gözden geçirme gibi maliyetler ürün sayısında bağımsız olarak sabit kalır. Oysa klasik kitlesel üretimde büyük partiler üretildiğinde hatalı ürünler de üretilebilir bu da maliyetleri artırabilir.
- 3D yazıcılarla üretim tedarik lojistik ve depolama maliyetlerini minimal seviyelere indirir. Örneğin yedek parçaların stoklanması gerekliliği ortadan kalkar ve üretimi durdurulan ürünlerin parçaları kolayca temin edilebilir.
- 3D yazıcılarla üretim geri dönüşümü teşvik eder ve sürdürülebilir üretimi destekler.

Bu farklar 3D yazıcılarının üretim süreçlerindeki verimliliği artırdığını ve sürdürülebilirlik açısından avantajlar sağladığını göstermektedir

Siber Güvenlik

Bilgi insanlık tarihi boyunca büyük bir öneme sahip olmuştur. Bilgi insanların ilerlemelerini keşifler yapmalarını ve

sorunları çözmelerini sağlayan bir güç olmuştur. Tarih boyunca bilginin aktarılması ve korunması için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Başlangıçta bilgi sözlü olarak nesilden nesile aktarılmış, ardından yazıya dökülmüş ve sayfalara kaydedilmiştir. Günümüzde ise dijital çağın getirdiği teknolojik ilerlemelerle bilgi büyük ölçüde elektronik ortama saklanmakta işlenmekte ve paylaşılmaktadır. Bu dijitalleşme bilgiye daha hızlı ve geniş bir erişim sağlamış ve küresel ölçekte bilgi alışverişini kolaylaştırmıştır. Özellikle örgütler için bilgi sadece bir varlık değil aynı zamanda rekabet avantajıdır. Müşteri bilgileri iş süreçleri pazar verileri ve daha fazlası gibi farklı türde bilgiler bir organizasyonu başarılı olabilmesi ve sürdürülebilirliğini sürdürebilmesi için gereklidir. Bilgi sızıntıları veri kaybı ve siber saldırılar gibi tehditler örgütlerin bilgilerini korumak ve mahremiyetini sağlamak için sürekli olarak dikkatli olmalarını gerektirir. Bu siber güvenlik önlemleri güçlü parola politikaları ve düzenli yedeklemeler gibi güvenlik önlemlerini içerir (Cherdantseva ve Hilton, 2013).

Endüstri 4.0'ın getirdiği akıllı nesnelere ve bağlantılara sayısındaki artış bilişim sistemlerinin verileri yoğun bir şekilde kullanmasından doğan güvenlik konularını daha da öne çıkarıyor. Endüstri 4.0 örgütlerin içindeki akıllı nesnelere ve cihazların birbiriyle ve bulut bilişim sistemleriyle sürekli iletişim halinde olacağı bir geleceği öngörüyor. Bu örgüt içi ağları daha karmaşık hale getiriyor ve iç ve dış bağlantılar arasında sorunsuz bir akışı zorunlu hale getiriyor. İşlerin sorunsuz bir şekilde ilerlemesi ve üretimin aksamadan devam etmesi önemlidir. Bu ise siber güvenlik tedbirlerinin dikkatlice uygulanmasını, güncellenmesini ve iş süreçlerine uygun bir şekilde entegre edilmesini gerektirir. İş sürekliliği planları veri yedeklemeleri ve hızlı yanıt stratejileri

herhangi bir siber tehdit anında işin kesintiye uğramadan devam etmesini sağlamak için hayati öneme sahiptir. Endüstri 4.0 ile gelen büyük veri ve bağlantıların güvenliğini sağlamak için siber güvenlik konusunda ciddi bir çaba ve yatırım gerekmektedir. Bu örgütlerin rekabet avantajlarını sürdürmek ve siber tehditlere karşı korunmalarını sağlamak için temel bir gerekliliktir (Çelik, 2019: 32).

Endüstri 4.0 ile gelen iletişim ve bağlantı protokolleri üretim hatlarının ve kritik endüstriyel sistemlerin güvenliğini koruma ihtiyacını artırmıştır. Bu teknolojik dönüşüm örgütlerin daha fazla veri paylaşımı ile otomasyon ve bağlantılı cihazların kullanımını gerektiren aynı zamanda siber tehditleri de artıran bir durumdur. Bu nedenle örgütler üretim hatlarını ve kritik süreçleri siber tehditlere karşı korumak için etkili güvenlik önlemleri almaları gerekmektedir. Siber güvenlik uzmanlarının istihdamı güvenlik yazılımlarının kullanımı ve güvenlik politikalarının uygulanması bu alandaki temel adımlardır. Endüstri 4.0'ın sunduğu avantajları değerlendirirken siber güvenlik her zaman bir öncelik olarak ele alınmalıdır (Yüksel, 2018: 91).

Bu tür sistemlere yönelik olası tehditler ve gerçekleştirilebilecek saldırılar şu şekilde sıralanabilir (Çelik, 2019: 32):

- Bilginin çalınması
- Bilginin silinmesi
- Bilginin değiştirilmesi
- Bilginin bozulması veya tahrip edilmesi
- Bilginin ifşa edilmesi

- Servislerin durdurulması

Bu tedbirlerin farkında olmak ve karşı tedbirler almak siber güvenlik önlemlerinin hayati bir parçasıdır. Örgütler güvenlik politikalarını ve teknolojilerini bu tür tehditlere karşı koruma sağlamak üzere tasarlamalı ve güncellemelidirler.

Bilgi ve İletişim Teknolojileri

Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) internet destekli tüm cihazları ve geçmiş teknolojileri de içeren geniş bir yelpazeyi kapsar. Endüstri 4.0'ın etkisiyle bu teknolojiler akıllı telefonlar dijital televizyonlar otonom robotlar gibi ürünleri ve uygulamaları da içerecek şekilde genişlemiştir. Her geçen gün ileriye giden ve değişen ICT gerçek gücünü kapsama alanındaki ürünlerin ve alt uygulamaların giderek yaygınlaşmasından alır. Endüstri4.0'ın temelini oluşturan bu teknolojiler rekabetçi bir avantaj elde etmek isteyen örgütler için önemlidir (Karahan Sönmez, 2019: 9).

Günümüzde teknolojinin hızlı ilerlemesi özellikle otonom robotlar ve yapay zekâ uygulamaları sayesinde insanlar tarafından yürütülen bir dizi görevi başarıyla yerine getirebilen akıllı sistemleri beraberinde getirmiştir. Mesela bankaların çağrı merkezleri artık yapay zekâ ile müşteri taleplerini karşılayabilir hatta bazı durumlarda bu talepleri tam anlamıyla ele alabilir ve bu sayede çağrı merkezlerindeki yoğunluğu azaltabilirler. Teknolojiyle bu şekilde uyum sağlama yeteneği iş dünyasında ve hizmet sektöründe köklü değişikliklere yol açabilir ve bu işgücü piyasasında dönüşümlere neden olabilir (Gür, 2019).

Ürünlerin ve Hizmetlerin Dijitalleşmesi

Ürünlerin ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi yeni ürünlerin veya mevcut ürünlerin dijital sensör teknolojileri ile donatılması veya mevcut hizmetlere yeni sensör teknolojilerinin eklenmesi sürecini ifade eder. Örnek olarak otoparklarda bulunan sensörler sayesinde sürücülere hangi bölümlerde boş park yerlerinin olduğu bilgisi sunulur (Yoşumaz, 2018: 22-23).

Sanayinin dijital dönüşümü ile akıllı fabrikaların yükselişi üretim süreçlerinde köklü değişikliklere yol açmaktadır. Bu sadece örgütsel yapı ve uygulamalarla sınırlı değildir aynı zamanda üretim süreçlerinde çıktılarda ve iş modellerinde de radikal değişiklikler getirir. Özellikle esneklik konusunda önemli bir gelişmeyi temsil eder. Örneğin Çin'de bulunan bir Haier fabrikasında müşterilere akıllı telefonlar bilgisayarlar veya mağazalardaki kiosklar aracılığıyla satın alacakları ürünler için kişiselleştirilmiş özellikler belirleme imkânı sunulmaktadır. Müşterinin bu istekleri doğrudan üretim hattına iletilir ve isteğe uygun ürünler üretilmektedir.

2. BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ GÖRÜNÜMÜ

2.1. Endüstri 1.0, 2.0 ve 3.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri

2.1.1. Endüstri 1.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri

Endüstri devriminin başlangıcı için net bir tarih olmamakla birlikte, dokuma endüstrisindeki yeniliklerle 1700'lerin ikinci yarısında İngiltere'nin bu devrime öncülük ettiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Burada sunulacak bilgiler, endüstri devriminin merkez üssü olarak/olan İngiltere'de gerçekleşen gelişmeler olarak ortaya çıkmaktadır. 1750'lerden (18. Yüzyılın ikinci yarısından) itibaren dokuma endüstrisinde görülen ilerlemeler, 19. yüzyılın başlarında demir ve çelik sektöründeki gelişmelerle devam etmiş, bu yenilikler Avrupa'nın diğer ülkelerine ve Amerika Birleşik Devletleri'ne de sıçrayarak ulaşım araçları olan gemi ve trenin gelişimine katkı sağlamıştır (Beaud, 2015: 103-132; Freyer, 2018: 41; Yeliseyeva, 2010: 29-30).

Bu dönemde yaşam ve çalışma koşullarının kötüleşmesi, makinelerin yaygınlaşmasıyla ilişkilendirilmiş ve makineler, yaşanan olumsuzlukların sorumlusu olarak görülmeye başlanmıştır. Makinelere yönelik ilk direnişler, hareketli mekiği icat eden kişinin evinin yakılmasıyla başlamıştır. Daha sonra, ev işçileri arasında yaygınlaşan iplik eğirme makinelerine karşı, bağımsız zanaatkarlar tarafından makinelerin kırılması ve protestoların düzenlenmesiyle devam etmiştir.

Bu dönemdeki makine karşıtı hareketler içinde en dikkat çekici olanı, Ludistler olarak bilinen makine kırıcılarının faaliyetleri olmuştur. Ludistler, 1811 ve 1813 yılları arasında, özellikle endüstriyel rekabet oluşturduğunu düşündükleri buharlı ve çulha tezgahlarını hedef alarak parçalamışlardır (Thompson, 2012: 587-721).

Çalışma ve toplumsal yaşam üzerindeki müdahaleler sürerken, teknolojik ilerleme yüzyılın ikinci yarısında bilimi de kapsamına alarak, bilim ilk kez önemli bir etken olarak kendini göstermiştir. Kimya çağı olarak adlandırılan bu dönemde, yeni teknikler birçok bilim insanının odak noktası haline gelmiş ve endüstriyel gelişmiş ülkelerde yüksek teknik eğitim veren okulların açılmasıyla teknik gelişim daha hızlı ve planlı bir şekilde ilerleme şansı bulmuştur (Freyer, 2018: 43).

2.1.2. Endüstri 2.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri

19. yüzyılın ortalarından itibaren ve özellikle 20. yüzyılda endüstrileşme süreci, İngiltere ve Avrupa'nın ötesine, uzak coğrafyalara yayılmıştır. Bu yayılmanın en önemli örneklerinden biri, yaklaşık yüz yıl önce İngiltere'nin sömürgeci olmaktan çıkan ve yeni bir devlet haline gelen Amerika Birleşik Devletleri'dir. Amerika Birleşik Devletleri, endüstrileşmeyi o derece ileri bir seviyeye taşımıştır ki, İngiltere'yi ve Batı Avrupa'nın tüm ülkelerini geride bırakarak ikinci endüstri devrimine ev sahipliği yapacak kadar ilerlemiştir. İkinci endüstri devrimi, elektrik endüstrisinde meydana gelen teknolojik ilerlemelerle başlamıştır ve bu dönemde, başlangıçta kömür ve çeliğe dayalı altyapısı olan elektrik endüstrisi, elektriğin kimya endüstrisiyle entegrasyonu sonucu büyük bir gelişme göstermiş ve elektrik üretimi ağırlıklı olarak kömür

kullanılarak yapılmaya başlanmıştır (Freyer, 2018: 43-44; Fülberth, 2008: 175).

Bilimsel yönetim yaklaşımı, üretim süreçlerini basit parçalara ayırma, hareket ve zaman etütleri yapma, işçileri prim ve ikramiyelerle teşvik ederek işleri en hızlı biçimde yapmaya özendirmek, tecrübeli ustabaşılar aracılığıyla çalışma koşullarını düzenlemek ve bu yöntemlere uymayanların cezalandırılmasını içermektedir. Taylor'un bu yönetim ve üretim modeli, işçileri adeta bir makinenin parçası haline getirdiği için, özellikle sendikalar tarafından yoğun eleştiri almıştır. Ancak bu eleştirilere rağmen, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde geniş çapta benimsenmiştir. Bu yöntem, kitlesel üretimin en belirgin örneği olarak 1908 yılında Henry Ford'un "Model T" otomobil üretiminde uygulanmıştır (Fülberth, 2008: 176).

Ford'un üretim ve yönetim alanındaki yenilikleri, disiplinli ve sadık bir iş gücü yaratmasına yardımcı olmuştur. Ancak, bu yenilikler aynı zamanda diğer işçilerle Ford çalışanları arasında belirgin farklar yaratıyordu ve bu da işçiler arasında Ford'da çalışanlar ile çalışmayanlar arasında bir ayırım oluşmasına neden olmaktaydı. Bu durum, endüstriyel gelişmeler ve teknik ilerlemelerden diğer fabrika ve işyerlerindeki işçilerin memnun olmadığını göstermektedir (göstermiştir. Vasıfsız iş gücünün yoğun olduğu, yüksek teknoloji kullanılan üretim yöntemleri ve geniş yedek iş gücü potansiyeli, Amerika Birleşik Devletleri'nde işçilerin çalışma koşullarını olumsuz yönde etkilemekteydi (Zencirkıran ve Baştürk, 2019: 69).

Keynesyen yaklaşım, piyasaların kendi başlarına tam istihdamı sağlayamayacakları ve bu sebeple ekonominin devlet

müdahalesi gerektirdiği görüşünü benimser; bu durum özellikle 1929 ekonomik krizi ile kanıtlanmıştır. Bu yaklaşımda, devletin ekonomik ve sosyal alanda etkin bir rol üstlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu süreçte, devlet, çalışma koşullarını insanca bir yaşam sunacak minimum standartlarda tutmak için yasalar çıkarmış, çalışanların hak ve çıkarlarını koruyacak şekilde örgütlenmelerine izin vermiş ve eğitim, sağlık, sosyal güvenlik, gelir dağılımı ve istihdam politikaları aracılığıyla ekonomik ve sosyal refahın artırılmasına yönelik düzenlemeler yapmıştır (Çelik, 2006: 5; Ekin, 1989: 13).

1945 ile 1975 yılları arasındaki dönem, devlet müdahalesinin yoğun olarak yaşandığı ve refah devletinin egemen olduğu bir zaman dilimi olarak “altın çağ” olarak isimlendirilmiştir. Bu dönemde refah devleti tarafından sunulan haklar, Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (ILO) kurulması ve İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi ve Avrupa Sosyal Haklar Sözleşmesi gibi uluslararası sözleşme ve belgelerin imzalanmasıyla daha da güçlendirilmiş ve resmi bir güvenceye kavuşturulmuştur (Fülberth, 2008: 233; Güven, 2001: 81-85).

2.1.3. Endüstri 3.0’ın Çalışma Hayatına Etkileri

Kitle üretiminden yalın üretime ya da Fordist üretim sisteminden Post-Fordist üretime geçiş yapılan dönemde, iş gücü yapısında önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Bu dönemde, nicelikten ziyade niteliğe önem verilmiş ve daha az sayıda, ancak daha nitelikli işçiye duyulan ihtiyaç artmıştır. Bilgi toplumu olarak tanımlanan bu dönemde, iş gücünün zihinsel katkısı ve bilgi daha fazla değer kazanmış, esnek üretim sistemlerinin benimsenmesiyle

birlikte bilgi ve bu bilginin yarattığı değerler olan beşerî ve entelektüel sermaye öne çıkmıştır. Bu değişim, ekonomide ve çalışma hayatında bilginin merkezi bir rol oynamasına ve iş gücü piyasasında kalite ve uzmanlığın daha fazla önemsenmesine yol açmıştır (Tiryakioğlu, 2008:92).

Çalışma hayatını da doğrudan etkileyen 1970 sonrası değişimleri küreselleşme; liberal pazar ekonomilerinin öne çıkması ve çok uluslu şirketlerin yükselişi; artan rekabet ortamı, Japonya'nın yeni üretim ve yönetim şekli ile yükselişi ve güç dengelerinin değişmesi; dünya ekonomisinde yaşanan yapısal değişimle; yeni teknolojilerin ortaya çıkması; istihdamın sektörel dağılımında ve işgücünün niteliğindeki değişimler; yönetim ve organizasyondaki değişimler şeklinde sıralamak mümkündür (Tokol, 2001: 9).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra esnek örgütlenme yöntemleri uygulayan Japonya bu uygulamadan başarılı sonuçlar elde etmiştir. Petrol kriziyle birlikte sanayileşmiş ülkeler üretim biçimlerini sorgulamış ve diğer faktörlerin de etkisiyle Japonya çıkışlı bu yeni esnek üretim sistemini benimsemişlerdir (Bozkurt, 2005: 128). Toyotizm'de, odak ürün çeşitliliğine, modüler üretime, esnek makineler, nitelikli işgücü, yüksek iş motivasyonu, işbirlikçi ilişkiler, katılımcı yönetim, iş zenginleştirme, öz düzenleme, iş genişlemesi, rotasyon, montaj hatlarından bağımsızlık, zamanın hakimiyeti ve takım çalışması şeklinde kayar. Bu yaklaşım sadece esnek üretimi vurgulamakla kalmaz, aynı zamanda esnek ve katılımcı bir yönetim tarzını savunur; modern endüstriyel peyzajda nitelikli işgücünün, esnek makinelerin ve iş birliği temelli ilişkilerin önemini vurgular.

Bozkurt'a (2005) göre, Japon üretim metodolojisi olan Toyotizm, Fordist üretim ve Taylorist yönetimi başarıyla geçerek imalat ve yönetimde yeni bir paradigma sunmuştur. Taylorist-Fordist model standartlaştırılmış üretimi, montaj hatlarını, tek amaçlı makineleri, vasıfsız veya yarı vasıfsız işçileri, düşük iş motivasyonunu, karşılıklı rekabetçi iş ilişkilerini, hiyerarşik yönetimi ve katı görev tanımlarını vurgularken, Toyotizm zıt bir değer setini öne çıkarmaktadır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Taylorizm-Fordizm ve Alternatifi (Toyotizm)

Taylorist-Fordist Modelin Unsurları	Fonksiyonel Alternatif (Toyotizm)
Standart Üretim	Ürün Farklılaşması
Bant Üretimi (Montaj Hattı)	Modül Üretim
Tek Amaçlı Makineler	Esnek Makineler
Vasıfsız, Yarı Vasıflı İşçiler	Vasıflı İşçiler
Düşük İş Motivasyonu	Yüksek İş Motivasyonu
Çatışmacı İş İlişkileri	İşbirliğine Dayalı İlişkiler
Hiyerarşik Yönetim	Katılımcı Yönetim
Dikey İş Bölümü	Dikey İş Entegrasyonu
Dışarıdan Kontrol	İçeriden Kendi Kendini Kontrol
Yatay İş Bölümü	Yatay İş Entegrasyonu
İşçileri İşyerine Bağlama	Rotasyon
Makine Temposuna Uygunluk	Montaj Hattından Bağımsızlık
Zaman Standartları	Zaman Egemenliği
Bireysel Çalışma	Grup Çalışması

Kaynak: Bozkurt, (2005).

2.2. Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatında Meydana Getirdiği Değişim

Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri, küresel iş gücü piyasalarında ve iş yapış biçimlerinde önemli dönüşümler getirmiştir ve getirmeye devam etmektedir. Bu devrimin temelinde yatan teknolojik ilerlemeler, işgücü taleplerini, mesleki rolleri ve çalışma koşullarını kökten değiştirmektedir. Endüstri 4.0 ile ilişkilendirilen otomasyon, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi teknolojiler, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılmasına yol açmakta ve yeni yetkinlik setlerini gerekli kılmaktadır.

Dünya genelinde ve Türkiye'de bu dönüşüm, çeşitli sektörel ve akademik çevrelerce yakından incelenmekte ve değerlendirilmektedir. WEF (Dünya Ekonomik Forumu) ve OECD (Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü) gibi uluslararası kuruluşlar, Endüstri 4.0'ın işgücü piyasaları, istihdam türleri ve gerekli beceri setleri üzerindeki etkilerini analiz eden raporlar yayınlamıştır. Türkiye'de ise Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve işveren örgütleri, bu devrimin yerel iş piyasalarına ve çalışma koşullarına etkilerini değerlendiren çalışmalar yapmaktadır.

2.2.1. Endüstri 4.0 ve Çalışma Hayatına Etkileri

Teknolojik gelişmeler, her biri toplumsal hayatı ve çalışma hayatını doğrudan etkileyen bir dizi değişikliğe yol açmıştır. Günümüzde gündemde olan Endüstri 4.0, hem toplumsal hem de iş yaşamında köklü değişikliklere neden olacağı düşünülen bir konudur ve bu görüş, çeşitli platformlarda sıkça dile getirilmektedir. Ayrıca, keskin bir geçişin olmadığı bu süreç, şu anda çalışma hayatında aktif

olarak kullanılan ileri teknolojilerle kendini göstermeye başlamıştır. Büyük ölçekli birçok şirkette akıllı fabrikaların kullanılmaya başlandığı, çalışan sayısında küçülmelerin yaşandığı ve yeni çalışma alanlarıyla birlikte yeni beceri ihtiyaçlarının ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Bu bağlamda, bu yeni süreci daha yakından anlamak ve çalışma hayatında yaşanacak dönüşümleri incelemek, süreçte olası aksaklık ve olumsuzlukları en aza indirmek için atılması gereken adımlar açısından büyük öneme sahiptir.

Endüstri devrimleri sürecinde teknolojik gelişmeler ve devrimler, birbirlerini değiştirerek ve dönüştürerek ilerlemiş, bu değişim ve dönüşümler endüstriyel alanda üretim ve yönetim şekillerini derinden etkilemiştir. Bu dönemlerde, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte çalışanlar, zaman zaman makinelerin yerine ikame edilmiş, zaman zaman ise makinelerin işlerini devralmasıyla iş kaybı korkusu yaşamışlardır. Gelişen teknolojiye uyum sağlayamayan uyum sağlayamayan çalışanların daha nitelikli hale gelmek ve ileri teknolojilerle uyum sağlamak için yeni beceriler kazanmaları gerekmektedir. Bu süreçte mevcut niteliklerin yetersiz kalmasıyla istihdam daralma yaşanmakta, yeni yetkinliklere ihtiyaç duyulmasıyla birlikte ise yeni istihdam alanları ortaya çıkmaktadır.

Bu dönemlerde, teknolojik ilerlemelerle çalışanların uyum sağlamaları için devlet, işverenler, ilgili örgütler ve çalışanlar tarafından genellikle eğitim odaklı girişimlerde bulunulmuştur. Bu girişimler genellikle süreç hakkında genel bilgilendirmeler, gelişmelerle ilgili eğitimler, yeni planlamalar yapma ve gerektiğinde yeni yasalar çıkarma şeklinde gerçekleşmiştir. Bu süreçler, akademik çalışmalarda birçok açıdan ele alınmış ve incelenmiştir.

2.2.1.1. Endüstri 4.0'ın gelişimi

Elektronik ve bilişim odaklı olan 1970-2000 yılları arasındaki endüstri 3.0 dönemi sona erdi ve 2000'li yıllarda ABD, Almanya, Çin ve Japonya gibi ülkelerde dijital teknolojiler, akıllı robotlar, büyük veri tabanları, nesnelerin interneti, bulut bilişim gibi unsurları içeren dördüncü endüstri devrimi, yani Endüstri 4.0 başlamıştır (Elibol, 2017: 41). Bu dönem, çağdaş üretim otomasyonu, akıllı okuyucular, yeni nesil mobil internet teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, birbirleriyle iletişim kurabilen cihazlar, robotlar, üç boyutlu yazıcılar ve en yeni teknolojiyle donatılmış akıllı fabrikaları içerir. Dördüncü endüstri devrimi, üçüncü endüstri devriminden sonra gelen bir dijital devrimdir ve tüm cihazların siber sistemlerle entegre olduğu bir devrim olarak tanımlanmaktadır (Özdoğan, 2017, 27).

Yeni teknolojik gelişmelerle birlikte, bu dönemde insanların rollerinde temel değişiklikler olması beklenmektedir. Teknoloji tabanlı sistemlerin etkin bir şekilde kurulabilmesi için daha yetkin ve nitelikli uzmanlara olan ihtiyaç artacak, bu da belirli alanlardaki işlerden çekilmelerine neden olacaktır. Bu yeni dönemde, insanların yapması gereken işler, beklentiler ve sahip olmaları gereken özellikler konularında belirsizlikler ortaya çıkacaktır (Apilioğulları, 2018: 68-70).

Dördüncü endüstri devrimi döneminde, değişim ve dönüşüm, yeni niteliklere sahip bireylerin ihtiyacını beraberinde getirmekte olup, veri toplama aygıtları ve gömülü sistemler aracılığıyla internet ağında zihinsel, fiziksel ve mekanik alanlarda yeni iş ve çalışma kombinleri ile fırsatlar yaratmaktadır. Bu süreç,

zaman içinde enformasyon teknolojilerinin giderek daha fazla işlem tabanlı teknolojilerle entegre olmasına neden olmaktadır. Bu entegrasyon, her an her yerde erişilebilir hale gelen yaygın iletişim ve bilgi teknolojileri açısından öne çıkmaktadır. Yaygın iletişim, ekonomik alanda katma değer yaratma potansiyeli ile farklı bölgelerde çeşitli şekillerde kendini gösterebilmektedir. Örneğin, yaygın bilişim, makineler arasında akıllı iletişimi destekleyerek insan ve makine arasındaki iletişimi ve etkileşimi geliştirebilmektedir (Banger, 2018: 65).

Endüstri 4.0, Almanya, ABD ve Japonya gibi önde gelen endüstri devlerinin rekabet avantajlarını yitirmeye başlamalarıyla ilgili bir tepki olarak ortaya çıkmıştır (Kılıç ve Alkan, 2018: 30). Özellikle Çin'in küresel pazarlarda etkisini artırması ve Avrupa ülkelerinin ticaret ağlarının bu değişimden olumsuz yönde etkilenmesi, küreselleşme sürecinde sermayenin düşük işgücü maliyetlerine sahip ülkelere kaymasına neden olmuştur. Bu durum, Almanya için yeni teknolojilerin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuş ve böylece Endüstri 4.0 başlatılmıştır (Kasa ve Arslan, 2020: 1811).

2011'de Alman hükümeti tarafından dünya çapında bir yüksek teknoloji endüstri stratejisi olarak tanımlanan Dördüncü Endüstri Devrimi veya Endüstri 4.0, resmi olarak ilk kez Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarı'nda ortaya çıktı. "Endüstri 4.0" terimi, 21. yüzyılın büyüme eğilimi olan akıllı teknoloji ve yöntemlerin üretim süreçlerinin her aşamasında kullanıldığı bir üretim yaklaşımını temsil eder. Bu yaklaşım, merkezileşmiş üretim yapılarından vazgeçilerek esnek üretime geçişin sağlandığı bir üretim tekniği olarak nitelendirilmektedir (Acet ve Koç, 2020: 2244; Özsoylu, 2017: 43; Kasa ve Arslan, 2020:1811).

2011'de "Endüstri 4.0" terimi, Almanya'daki yönetimdeki iktidarın stratejik hedefleri arasında yer alarak, "Yüksek Teknoloji Stratejisinin 2020 Eylem Planı"na eklenmiştir (Şendoğdu, 2020: 165). Bu strateji kapsamında bilim ve endüstri arasındaki bağların güçlendirilmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda endüstriye 200 milyon Euro'ya kadar teşvik sağlanmışır (Yıldız, 2018: 554). 2012'de Alman hükümeti, Almanya'nın rekabet üstünlüğünü yeniden sağlamak amacıyla ekonomistleri, akademisyenleri ve endüstriyel firmaları bir araya getiren "Endüstri 4.0 Çalışma Grubu" adlı bir inisiyatif başlatmıştır. Bu çalışma grubu, 2013 yılında "Endüstri 4.0 Strateji Belgesi" adlı bir rapor hazırlayarak Almanya özelinde Endüstri 4.0'a geçiş için atılması gereken adımları belirlemiştir. Raporda, Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi, u y g u n s a n a y i politikalarının benimsenmesi gerektiği vurgulanmış ve bu amaçla sekiz temel alanda eylem planları önerilmiştir (Ekoiq, 2014: 2-3; Kılıç ve Alkan, 2018: 32; Kagermann vd., 2013: 6-7).

Amerika, Endüstri 4.0 konseptine uzun vadeli bir bağlılığı olan, gelişmiş teknoloji ve inovasyon kültürüne sahip, 4. endüstri devrimine en yakın ülkelerden biridir. ABD'de sanayinin dönüşümüne yönelik çalışmalar genellikle "İleri İmalat (Advanced Manufacturing)" çatısı altında ve Ulusal İmalat İnovasyon Ağı (National Network Manufacturing Innovation - NNMI) Programı kapsamında gerçekleştirilmektedir (Güner, 2018). Amerika'nın endüstriyel internet için yaklaşık iki milyar dolarlık bir fon ayırması ve aynı zamanda bu alanda araştırmalar yapan Industrial Internet Consortium'u (IIC) kurması, ülkenin inovasyon, yazılım geliştirme ve eğitim alanlarında sağlam bir geçmişe sahip olduğunu gösteren önemli göstergelerdir (Yıldız, 2018: 554-555).

Japonya, Endüstri 4.0'ın ötesine geçerek Toplum 5.0'ı tanıtarak dikkat çekmiş ve bu konsepti ilk kez 2017'de düzenlenen CeBIT teknoloji fuarında gündeme getirmiştir (Acet ve Koç, 2020: 2248). Toplum 5.0, Japon hükümeti Bilim, Teknoloji ve Yenilik Konseyi tarafından gözden geçirilen Beşinci Bilim ve Teknoloji Temel Planı'nda kullanılan bir terimdir. Bu kavram, fiziksel mekân ile siber uzayın güçlü bir şekilde bütünleştiği bir zekâ toplumu olarak nitelendirilebilir. Toplum 5.0, insan odaklı bir yaklaşım benimserken aynı zamanda bilim ve teknoloji alanında inovasyonun öne çıktığı, ekonomik kalkınmayı destekleyen ve sosyal-toplumsal sorunların dengelediği yeni bir toplum modelini ifade etmektedir (Salgues, 2018: 1).

Çin, 2015 yılında duyurduğu ve benimsediği “Made in China 2025” üretim stratejisi planını, Endüstri 4.0'ın Çin versiyonu olarak kabul edilmektedir. Yeni üretim stratejisi, üretim maliyetlerini düşürerek aynı zamanda katma değeri yüksek ürünlerle daha büyük makro ekonomik başarılar elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu hedef doğrultusunda, geleneksel fason üretime dayalı bir ekipman üretim anlayışından uzaklaşarak, dünya çapındaki rakipleriyle rekabet edebilen ve çeşitli patentler ile markalar geliştirebilen bir üretim anlayışına yönelik adımlar atılmaktadır (Sözen ve Mescioğlu, 2019). “Made In China 2025” projesinin temel hedefleri, endüstriyel teknoloji araştırma merkezlerinin kurulması, akıllı üretim tesislerinin inşa edilmesi, kalite artırma çabalarının gerçekleştirilmesi, yeşil üretime geçişin sağlanması ve ileri teknoloji tesislerinin kurulması şeklinde sıralanabilir (Uyar, 2018).

2.2.1.2. Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri

Endüstri 4.0, henüz devam eden bir süreç olduğu ve etkilerini görmek için daha uzun bir zamanın gerekebileceği göz önüne alındığında, bu bölümde Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına potansiyel etkilerine dair görüşlere ve bu konudaki araştırmalara odaklanılacaktır. Teknolojik yenilikler, mevcut teknolojiye ayrılmayı ifade eden radikal değişikliklerdir. Schumpeter'e göre, sanayi devrimleri periyodik olarak endüstrinin yapısını değiştirir ve başlangıçta bazı sorunlara ve işsizliğe neden olabilir, ancak sonunda refahın artmasına katkıda bulunabilir (Ansal, 2004: 41; Eşiyok, 2017: 46; Schumpeter, 2010: 86-87). Bu nedenle, sanayi devrimlerinin geçici bir işsizlik dönemine yol açabileceğini ancak bu sürecin adaptasyonun doğal bir parçası olduğunu ve sonunda geçici olduğunu belirtmek önemlidir.

Yeni teknolojiler, işleri ve işyerlerini dönüştürme, işleri otomatikleştirme, yeni iş fırsatları yaratma ve yaşam koşullarını etkileme potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, yeni teknolojilere yönelik iyimser ve kötümser yaklaşımlar arasında farklı görüşler bulunmaktadır. Bir iyimser senaryo, toplu çalışmanın verimliliği ve esnekliği artırabileceğini savunurken, bir kötümser senaryo ise büyük iş kayıplarını, istihdam güvencesizliğinde artışı, vasıfsızlaşmayı ve artan eşitsizlikleri öne sürmektedir (Ruyter vd., 2019: 38).

Endüstri 4.0'ı daha iyi performans ve stratejik değer yaratma amacıyla değerlendiren görüş, gelecek değişikliklerin yenilikçi işletmeler için önemli fırsatlar sunacağını öne sürmektedir. Ancak, sürekli değişen bu ortama hızlı ve etkili bir şekilde uyum sağlayamayan işletmeler için ciddi bir tehlikenin söz konusu olabileceğini belirtmektedir. Aynı

zamanda, gelişmiş dijital teknolojilerin etkisiyle, yeni bilgi ve uzmanlık alanlarına olan talebin artacağını ve bu bağlamda yeni pozisyonların ve uzmanlık alanlarının ortaya çıkacağını vurgulamaktadır (Stachova vd., 2019: 1).

Diğer bir bakış açısına göre, bilgi işçileri ve inovasyon işçileri, görece ayrıcalıklı çalışanlar olacak; ancak aynı zamanda, robotların birçok işlevi devralması ve verimli algoritmalar ile yapay zekâ tabanlı kararlar alması, birçok insanın iş hayatının büyük bir kısmını, güvensiz sözleşmelerle çalışan taşeronlar olarak geçirmek zorunda kalacağı bir geleceği beraberinde getirebilir (Johannessen, 2019: 3). Bu perspektife göre, teknolojik ilerlemenin getirdiği avantajlar, belirli uzmanlık alanlarına odaklanan çalışanlar için fırsatlarsunsa da genel olarak işgücü piyasasında belirsizlik ve güvencesizlik artabilir, özellikle rutinleşmiş görevleri yerine getiren işlerde çalışanlar için.

Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech), 2013 yılında Endüstri 4.0 döneminin getireceği yenilikleri detaylı bir şekilde ele alarak, depolama sistemleri ve kaynaklarının yanı sıra küresel etkileşimlere sahip makinelerin, konum bilgisine sahip akıllı ürünlerin gelişimi, ürün özelliklerine uyum sağlayan akıllı fabrikaların ortaya çıkışı, yeni iş modellerinin oluşumu, çalışanlar açısından yeni sosyal altyapı ve bireysel farklılıklara duyarlı yapı, daha iyi bir iş ve yaşam dengesi, bireysel tüketici taleplerine anında cevap verme ve problemlere hızlı yanıt verebilen akıllı yazılımların geliştirilmesi gibi çeşitli alanlarda öne çıkan potansiyel gelişmeleri sıralamıştır (Gür vd., 2017: 74).

Brynjolfsson ve McAfee (2014) tarafından “The Second Machine Age” adlı çalışmalarında paylaşılan deneyimlerinde,

otomasyonun yüksek düzeyde olduğu bir modern fabrikayı ziyaret ettiklerinde, fabrikanın kurucularından birinin yaptığı bir gözlemi paylaşmışlardır. Kurucu, insanların üretim sürecinden tamamen çekilmediğini belirtmiş, ancak bu süreçte insanların yer aldığı çok az sayıda iş olduğunu ifade etmiştir. Örneğin, kavanozlara reçel dolduran bir üretim hattını ele alarak, makinelerin kavanozlara reçel doldurduğunu, kapakları kapattığını ve etiketleri yapıştırdığını, ancak bu süreci başlatmak için bir işçinin boş kavanozları banda koyması gerektiğini açıklamıştır. Kurucu, bu işlemin neden otomasyonla yapılmadığını, çünkü bu işlemi makinelerin gerçekleştirmesi durumunda, kolideki kavanozların sağlam durmamasının ve hareket etmelerinin mümkün olamayacağını belirtmiştir. Bu durumu insan işçiler için bir sorun olmadığını, çünkü insan işçinin kolideki kavanozları görüp, tutup taşıyıcı bandın üzerine koyabileceğini, ancak geleneksel endüstriyel otomasyonun kavanozları her seferinde tam olarak aynı noktada görmek isteyeceğini ve aksi durumda sistemin karmaşıklaşabileceğini eklemiştir. Brynjolfsson ve McAfee, bu tür sistemlerde çalışan robotların insan işçilere üstün olduğu bazı özelliklere değinmiş ve bu özellikleri, robotların her gün ve her saat çalışabilmesi, dinlenmelerine, yemek yemelerine ve molalar almalarına ihtiyaç duymamaları, işverenlerinin onlar için sigorta primi veya istihdam vergisi ödemek zorunda olmamaları ve aynı anda farklı işleri gerçekleştirebilmeleri olarak belirtmişlerdir.

Robotlar ve diğer otomasyon sistemlerinin insanların işlerini devralması gerçeğini vurgulayan bir görüş, özellikle hizmet sektörünü diğer sektörlerle kıyasla en çok etkileyen bir durum olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, Singapur'da taksi şoförlerinin yerini sürücüsüz taksi hizmetlerinin aldığı gibi örnekler vererek, bu değişimin

kaçınılmaz olduğunu belirtir. Ayrıca, Google Home ve Amazon Echo Dot gibi hizmetlerin, ev hizmetlerinde çalışanların yerini tamamen alması da etkilediğini ifade etmektedir. Bu örneklerin sayısının çoğaltılabileceği belirtilirken, bir yandan da bazı hizmetlerin makineler tarafından sağlanmasının mümkün olmadığına vurgu yapılır. Teknik olarak mümkün olabilir, ancak özellikle bakıcılık, öğretmenlik ve tıp gibi alanlarda insanlar kullanıcılar tarafından tercih edilen bireysel ilişkiler kurma yeteneği nedeniyle makinelerle tamamen değiştirilemeyeceği ifade edilmektedir (Kurz, 2018: 99).

Endüstri 4.0'ın sonrasında yaşanacak gelişmelere ilişkin olarak, günümüzde bir kırılma noktasında olduğumuz ve bu aşamada ilk endüstri devriminin yarattığı değişimle kıyaslanabilecek büyük bir değişim sürecinin başlangıcında bulunduğumuz görüşü ortaya konmaktadır. Bu bağlamda, yeni teknolojilerin üstel bir hızla geliştiği, dijital bir temelde yükseldiği ve mevcut bileşenleri yeni şekillerde birleştirme prensibine dayandığı ifade edilmekte; ancak bu teknolojilerin henüz insanlığın hizmetine sunulmadığı vurgulanmaktadır. Yeni teknolojilerin hızlı gelişimine dikkat çekilerek, önümüzdeki 24 ay içinde bilgi işlemin gücünün, bugüne kadar kaydedilen tüm artışlardan çok daha yüksek bir oranda artacağı, önümüzdeki 24 yılda ise bu artışın belki de bin katından daha fazla olabileceği öne sürülmektedir. Bu dönemde yaşayanların, tarihin en önemli iki olayına tanık olacakları belirtilmekte; bunların ilkinin gerçek anlamda makine zekasının yaratılması, ikincisinin ise ortak bir dijital ağ aracılığıyla tüm insanların birbirine bağlanması olduğu ifade edilmektedir.

Ancak, bu sistemin iki zayıf noktası olduğu vurgulanmaktadır. İlk zayıf noktanın, küçük sorunların domino

etkisiyle büyüyerek öngörülemeyen bir boyuta ulaşarak ciddi bir tahribata neden olma potansiyeli olduğu belirtilmiştir. Elektrik kesintisi, sistem kazaları gibi örneklerle açıklanan bu durum, tüm sistemin işlemlerini sağlayan temel unsurlardaki aksaklıkları işaret etmektedir. İkinci zayıf nokta olarak ise, kompleks ve iç içe geçmiş sistemlerin casuslar, suçlular ve felaket yaratmak isteyenler için ideal hedefler olduğu belirtilmektedir. Brynjolfsson ve McAfee (2014) tarafından paylaşılan bu görüş, gelecekteki teknolojik gelişmelerin yanı sıra sistemin beraberinde getirebileceği risklere de dikkat çekmektedir.

Başka bir bakış açısına göre, Endüstri 4.0, üretimin sürekli artan değişkenliğine karşı koymak amacıyla operatörler ve makineler arasında endüstriyel iş gücünü dönüştüren ve işin doğasını önemli ölçüde etkileyen yeni etkileşim biçimlerini ortaya çıkarır. Bu dönüşümün önemli bir parçası, geleceğin fabrikalarının insan merkezli olduğu bir paradigma kaymasına olanak tanıyan bağımsız, otomatikleştirilmiş ve insan faaliyetlerinden bağımsız siber-fiziksel sistemlere vurgu yapmaktadır. Bu yeni yaklaşım, makinelerin iş sistemlerinde insanlarla iş birliği yapmaktan ziyade, insanlarla birlikte var olmayı ve daha verimli ve etkili olmalarına yardımcı olmayı amaçlayan bir tasarım anlayışını öne çıkarır (Romero vd., 2016: 2).

Dördüncü endüstri devrimiyle birlikte, yeni teknolojilerin istihdama etkileri incelendiğinde, zaman içinde birleştirilmiş icatlar öncelikle otomasyona direnen işleri ve görevleri daha fazla etkileyecektir. Bu durum, herhangi bir işin ilk tasarlandığı biçimde kalamayacağı anlamına gelmektedir. Teknik açıdan ilerlemenin yönü, yüksek ücret ve maaş alan çalışanları diğerlerinden

ayırmayacaktır. Örneğin, avukatlar, tıp doktorları ve benzer profesyonellerin gelirleri ve iş güvenceleri şimdiden dijitalleşmenin etkilerine maruz kalmıştır. Araştırmalarda elde edilen veriler, değişimin sosyal olarak benimsenmesi, yer değişikliklerinin hızı ve boyutu gibi konularda kritik öneme sahiptir. Emekten tasarruf eden teknolojilerin hızla yayılması, toplumu ve siyasi yapıyı ciddi bir strese sokmaktadır. Ayrıca, yer değişikliklerinin hangi sosyo-ekonomik çevrelerde gerçekleşeceği, hangi işlerin etkileneceği ve nitelikli işçilerin çıkarlarının nasıl savunulacağı da önemli bir konudur. Yeni teknolojiler aynı zamanda yeni işler de yaratmaktadır. Yüksek teknoloji gerektiren ekipman ve araç gereç üretimi, yeni iş alanlarının ortaya çıkmasına ve bu da istihdamın artmasına neden olur. Ayrıca, yeni teknoloji uygulamalarıyla ürünlerin yenilenmesi, yeni pazarların oluşmasına ve talebin artmasına yol açarak istihdamı teşvik eder (Kurz, 2018: 101-105).

Ritzer (2011) teknolojilerin üretimde, kalitenin artırılmasında, maliyetlerin azaltılmasında ve denetim gibi birçok nedenle kullanıldığını belirtir. İnsanın yerine insansız teknolojinin geçirilmesinin arkasındaki temel gücün, daha fazla denetim arzusu olduğunu ifade eder. Her tür akılcılaştırma sisteminde belirsizliğin ve verimsizliğin en büyük nedeninin insan olduğunu ve bu nedenle denetim çabalarının temelde insanı hedeflediğini ekler. Geçmiş yıllarda insanları denetlemek amacıyla çeşitli teknolojilerin geliştirildiğini, insansız teknolojilerin ise akılcılaştırılmış ortamlarda insanların yerini aldığını ve çünkü insanların yanı sıra robotların ve bilgisayarların denetlenmesinin çok daha kolay olduğunu belirtir. Bu bağlamda, insanların yerine makinelerin geçirilmesinin, insanlar üzerindeki denetimin son aşamasını oluşturduğunu vurgular.

Tokol'un (2015) çalışması, yeni teknolojilerin üretim ve yönetim sistemleri üzerindeki etkilerini, işin ve işgücünün niteliğindeki değişimleri, istihdam şekillerini ve sendikaların teknolojik dönüşümlere karşı stratejilerini incelemektedir. Bu çalışma, teknolojik ilerlemenin farklı sektörlerdeki etkilerini değerlendirirken, eğitimin bu süreçteki rolüne ve işgücünün dönüşümüne odaklanmaktadır.

Schwab'ın (2016) "Dördüncü Sanayi Devrimi" adlı çalışması, Endüstri 4.0'ın itici güçlerini ve bu devrimin istihdama, şirketlere, topluma ve bireylere olan etkilerini geniş bir çerçevede ele almaktadır. Schwab, yeni teknolojilerin işgücü piyasaları üzerindeki potansiyel etkilerini iki ana senaryo üzerinden tartışmaktadır: Bir yandan teknolojinin yeni iş alanları ve meslekler yaratacağını öne sürerken, diğer yandan teknolojik işsizliğin artabileceği ve bu durumun sosyal ve politik sorunlara yol açabileceği riskine dikkat çekmektedir.

Rifkin'in (2015) "Nesnelerin İnterneti ve İş birliği Çağı" adlı çalışması ise, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte insan emeğinin giderek daha fazla robot ve algoritmalar tarafından ikame edilebileceği öngörüsünde bulunmaktadır. Rifkin, büyük veri ve yapay zekâ gibi teknolojilerin orta kademe yöneticilerden muhasebecilere ve radyologlardan grafik tasarımcılara kadar geniş bir yelpazedeki profesyonelleri etkileyebileceğini belirtmektedir.

Bu süreçte, istihdamın sürekli değişen yapısını takip etmek, eğitim sisteminin yeni işler ve görevlerin gereksinimlerine uygun bir şekilde düzenlenmesini gerektirir. Dijital yetkinliğe olan talebin artması, işletmelerde ve dışarıda sunulan eğitim ve öğretim

faaliyetlerinin, ihtiyaç duyulan beceri ve yeteneklerin kazanılması için fırsatlar sunmasını zorunlu kılar. Üniversiteler, liseler, diğer eğitim kurumları ve araştırma kuruluşları, yeniliklerin genişliği, derinliği, hızı ve yönü konusunda etkin bir rol oynamalıdır. Eğitim kurumları ve kuruluşları, özel sektörle iş birliği yaparak hangi yeniliklerin işe yarayacağını ve hangilerinin geçerliliğini yitireceğini tespit etmelidir (Kurz, 2018: 101-105).

Dördüncü endüstri devrimi, yazılım teknolojilerinin sağladığı dijital bağlantılılık ile toplumu köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Bu devrimin yarattığı etki, insanlık tarihindeki diğer endüstri devrimlerinden çok farklı bir hız ve boyutta gerçekleşen bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Dünya Ekonomik Forumu (WEF), Yazılım ve Toplumun Geleceği üzerine Küresel Gündem Konseyi aracılığıyla, 800 yönetici ile gerçekleştirdiği bir araştırma ile yeni teknolojilerin kamusal alana önemli ölçüde giriş yapacağı tahmini tarihi belirlemiş ve bu değişimlerin bireyler, kuruluşlar, hükümetler ve toplumlar üzerindeki olası etkilerini değerlendirmelerini istemiştir (Schwab, 2016: 131).

Bu çalışma, “Derin Değişim- Teknolojinin Dönüm Noktaları ve Sosyal Etkisi (Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact)” adıyla raporlaştırılmış ve 2015 yılında yayımlanmıştır. Rapor, 2025 yılına kadar gerçekleşmesi beklenen dönüm noktalarını içeren aşağıdaki Tablo 2.2’de yer verilmektedir.

Tablo 2.2. 2025 Yılına Kadar Gerçekleşmesi Beklenen Dönüm Noktaları

Gerçekleşmesi Beklenen Dönüm Noktaları	Yüzde (%)
İnsanların yüzde 10'unun internete bağlanabilen elbiseler giymesi	91,2
İnsanların yüzde 90'ının sınırsız ve ücretsiz (reklam destekli) depolamaya sahip olması	89,2
1 trilyon sensörün internete bağlanması	86,5
Amerika'daki ilk robot eczacı	85,5
Okuma gözlüklerinin yüzde 10'unun internete bağlanması	84,4
İnsanların yüzde 80'inin dijital bir varlığa sahip olması	84,1
3D yazıcılarla ilk otomobilin üretilmesi	82,9
Nüfus sayımını büyük veri kaynaklarıyla gerçekleştiren ilk devlet	81,7
İmplant edilebilir ilk mobil telefonun piyasada bulunur hale gelmesi	81,1
Tüketici ürünlerinin yüzde 5'inin 3D basılması	80,7
Nüfusun yüzde 90'ının akıllı telefon kullanması	78,8
Nüfusun yüzde 90'ının internete düzenli erişime sahip olması	78,2
Amerika' da yollardaki bütün otomobillerin yüzde 10' unun sürücüsüz otomobil olması 3D baskılı ilk karaciğer nakli	76,4
Şirket denetimlerinin yüzde 30' unun YZ tarafından yapılması	75,4
Bir devlet tarafından Blockchain üzerinden ilk kez vergi tahsilatı yapılması	73,1
Evlere giden internet trafiğinin yüzde 50' den fazlasının alet ve cihazlar için kullanılması Küresel ölçekte otomobil paylaşımıyla yapılan seyahat ve yolculukların özel arabalara kıyasla daha çok olması	69,9
Trafik lambaları olmayan 50.000 in üzerinde nüfusa sahip ilk şehir	67,2
Küresel GSYİH'nin yüzde 10' unun Blockchain teknolojisiyle tutulması	63,7
Bir şirket yönetim kurulunda ilk YZ makinenin yer alması	57,9

Kaynak: World Economic Forum, (2015). Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, World Economic Forum.

Dünya Ekonomik Forumu, iki yılda bir hazırladığı “Future of Jobs (Mesleklerin İşlerin Geleceği)” raporunu Ekim 2020’de “The Future of Jobs Report 2020 (Mesleklerin Geleceği Raporu

2020)” adıyla yayınlamıştır. Rapor, iki ayrı bölümden oluşmakta olup, birinci bölüm “Raporun İşlerin Geleceğini Takip Etmek” başlığı altında, 2020 ile 2025 yılları arasında işgücü piyasasının gelişimi için tahminleri içermekte ve aynı zamanda kamu ve özel sektör işgücü piyasalarını canlandırmanın yollarını ele almaktadır. Raporun ikinci bölümü ise “Ülkeler ve Endüstri Profilleri” başlığı altında, ülkelerin güncel durumlarına odaklanmaktadır. Raporun temel bulguları şu şekildedir (WEF, 2020: 5-6):

- Teknoloji benimseme hızının artarak devam etmesi beklenmekte, ancak bazı alanlarda hızın azalması öngörülmektedir.
- Yok olan iş sayısının, yaratılan yeni iş sayısını aşmasına rağmen, iş yaratma hızının azaldığı ve iş yıkımının hızlandığı belirtilmektedir.
- Gelecek beş yıl içinde işlerde talep edilen becerilerin değişmesi nedeniyle beceri boşluklarının devam ettiği vurgulanmaktadır.
- Online beyaz yakalı iş gücünün önemli bir kısmının geleceğin işlerinde yer almakta olduğu ifade edilmektedir.
- Online öğrenme ve eğitimde artış gözlemlenirken, çalışanlar ve işsizler arasında farklılık gösterdiği belirtilmektedir.
- Kısıtlanan işgücü piyasasında, beceri yenileme ve kazanma fırsatlarının penceresinin kısaldığı belirtilmektedir.
- Ekonomik gerilemeye rağmen işverenlerin çoğunluğunun insan sermayesi yatırımının değerini hala kabul ettiği vurgulanmaktadır.

- Şirketlerin çevresel, sosyal ve yönetim alanlarında daha iyi insan ve sosyal sermaye ölçülerine yatırım yapması gerektiği ifade edilmektedir.
- Kamu sektörünün risk altındaki veya yerinden edilmiş işçilere yönelik daha güçlü destek ve beceri kazandırma imkânları sağlaması gerektiği belirtilmektedir.

Tablo 2.3. İşsizlik Riski Altında Olan Çalışanların Tahmini Payları

Alt Sektörler	Çalışanların Payı (%)
Konaklama ve Yemek Hizmetleri	47
Toptan ve Perakende Ticaret	15
Ulaşım	15
Eğitim	15
İnşaat	15
İmalat	14
Sağlık ve Sosyal Yardım	14
Profesyonel Hizmetler, İdari ve Destek	9
Devlet Kamu Sektörü	8
Finansal Hizmetler ve Sigorta	7
Madencilik	4
Tarım	3
Kamu Hizmetleri	2

Kaynak: WEF (World Economic Forum). (2020). Future of Jobs 2020. WEF. s. 17.

Raporda işsizlik riski altında olan çalışanların alt sektörlere göre tahmini payları, Tablo 2.3'te sunulmaktadır. İşsizlik riski altında olan sektörlerden en yüksek risk altında olan çalışan oranının %47 ile konaklama ve yemek hizmetleri olduğu belirtilmektedir. Diğer taraftan, risk oranının %5'in altında olduğu sektörler arasında %4 ile madencilik, %3 ile tarım ve %1 ile kamu hizmetlerinin yer aldığı görülmektedir.

Raporda ayrıca 2025'e kadar benimsenmesi muhtemel teknolojiler sırasıyla şunlardır: bulut bilişim, büyük veri analizi, nesnelerin interneti ve bağlı cihazlar, şifreleme ve siber güvenlik, yapay zekâ, metin, görüntü ve ses işleme, e-ticaret ve dijital ticaret, insansı olmayan robotlar, artırılmış ve sanal gerçeklik, 3D ve 4D baskı ve modelleme, biyoteknoloji ve insansı robotlar (WEF, 2020: 27).

Tablo 2.4. Şirketlerin 2025 Yılına Kadar İşgücünde Bekledikleri Değişiklikler

Beklenen Değişiklik	Anket Yapılan Şirketin Payı (%)
Kişinin değer zincirinin yapısını değiştirmek	55.1
Teknolojik entegrasyon veya otomasyon sayesinde mevcut işgücünü küçültmek	43.2
Göreve özel sözleşmeli personel çalıştırmanın artması	41.8
Organizasyonun faaliyet gösterdiği yerleri değiştirmek	38.3
Teknolojik entegrasyon veya otomasyon sayesinde mevcut işgücünü büyütme	34.5
Mevcut işgücünü büyütme	32.4
Mevcut işgücünü küçültme	15

Kaynak: WEF (World Economic Forum). (2020). Future of Jobs 2020. WEF. s. 29.

Tablo 2.5. Talebi Artan ve Talebi Azalan İlk On İş

Talebi artan işler	Talebi azalan işler
Veri analisti ve veri bilimciler	Veri girişi görevlileri
Yapay zekâ ve makine öğrenme uzmanı	İdari sekreterler
Büyük veri uzmanı	Muhasebe, defter tutma ve bordro memurları
Dijital pazarlama ve strateji uzmanı	Muhasebeciler ve denetçiler
Proses otomasyon uzmanı	Montaj ve fabrika işçileri
İş geliştirme uzmanı	İşletme hizmetleri ve idareciler
Dijital dönüşüm uzmanı	Müşteri hizmetleri çalışanları
Bilgi güvenliği analisti	Genel operasyon yöneticileri
Yazılım ve uygulama geliştiricileri	Mekanik ve makine tamircileri
Nesnelerin interneti uzmanı	Malzeme kayıt ve stok tutma görevlileri

Kaynak: WEF (World Economic Forum). (2020). Future of Jobs 2020. WEF. s. 30.

Şirketlerin 2025 yılına kadar işgücünde bekledikleri değişiklikler Tablo 2.4'te verildiği şekildedir. Şirketlerin büyük bir kısmı 2025 yılına kadar kişinin değer zincirinin yapısında değişiklik beklemekte olup, %43,2'si teknolojik entegrasyon veya otomasyonun etkisiyle mevcut işgücünü küçültmeyi öngörmektedir. Aynı zamanda, %41,8'i göreve özel sözleşmeli personel istihdamının artmasını beklerken, %32'si mevcut işgücünü büyütmeyi düşünmektedir. Diğer bir yandan, %15'i ise mevcut işgücünü küçültmeyi beklemektedir.

Raporda sektörler arasında talebi artan ve azalan ilk 10 iş rolüne dair bilgiler sunulmaktadır (Tablo 2.5). Tablo 2.5'te görüldüğü gibi talebi artan işlerin ilk onun da veri analisti ve veri bilimciler, yapay zekâ ve makine öğrenme uzmanı, büyük veri uzmanı, dijital pazarlama ve strateji uzmanı, süreç otomasyon uzmanı, iş geliştirme uzmanı, dijital dönüşüm uzmanı, bilgi güvenliği analisti, yazılım ve uygulama geliştiricileri ve nesnelerin

interneti uzmanı gelmektedir. Talebi azalan işlerin başlıcaları; veri girişi görevlileri, idari sekreterler, muhasebe, defter tutma ve bordro memurları, muhasebeciler ve denetçiler, montaj ve fabrika işçileri, işletme hizmetleri ve idareciler, müşteri hizmetleri çalışanları, genel operasyon yöneticileri, mekanik ve makine tamircileri ve malzeme kayıt ve stok tutma görevlileri gelmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında çalışma hayatında meydana gelecek olumlu etkiler yeni iş imkanlarının ortaya çıkması, yeni uzmanlık ve pozisyonlar, tasarruf, üretkenlik, esneklik, yenilikçi işletmeler için önemli fırsatların ortaya çıkacağı görülmektedir. Diğer yandan olumsuz etkiler de bulunmaktadır. Bunlar da genel olarak büyük iş kayıpları ve işsizlik, istihdamda artan güvencesizlik ve güvencesiz taşeron çalışma, vasıfsızlaşma, artan eşitsizlikler ve bu dönüşüme hızlı ve etkili cevap veremeyen işletmeler için tehlike oluşturmaktadır.

2.3. Platform Ekonomisi ve Platform Çalışması Kavramı

Dijital bağlamda “platform” kavramı, WhatsApp, Facebook, Twitter, Pinterest, LinkedIn, Tumblr ve Reddit gibi kullanıcıları bir araya getiren “yer sağlayıcıları” anlamına gelir. Bununla birlikte, bu tezde incelenen platformlarla bazı nedenlerden dolayı farklılık göstermektedir: Bazı dijital platformlar, görev yürütme, hizmet sağlama gibi işletmeler yapmaktadır (Tokol ve Kara, 2022). Bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı şirketler ile dijital ekonomi çerçevesinde yer alan şirketler arasında ayırım bulunmaktadır. Örnekler Armut, Bionluk, Banabi, Scotty, Getir, Airbnb veya Uber olabilir. Bukht ve Hejson (2017: 13) tarafından belirtildiği gibi dijital ekonomide temel, dar ve geniş kapsamlı bir yapı

bulunmaktadır. Bu, bilgi üretim ve bilgi teknolojisi sektörüne ilişkin referans çerçevesidir: dijital hizmetler içinde temel ve hatta dar kapsamlar, örneğin iş süreçleri dış kaynak kullanım hizmetleri ve ayrıca platform ekonomisi hizmetlerine işaret eder. Bu, otomasyon ve yapay zekâ gibi birçok dijital teknolojiyi içerir, aynı zamanda paylaşım ve serbest çalışma ekonomilerine de atıfta bulunur.

Bugün dijital platformlar üzerinde hiç olmadığı kadar temel bir şekilde ekonomi yeniden yapılandırmaktadır (Erdut, 2019). Bu, Google ve Facebook gibi şirketler tarafından sağlanan bulut gibi misyon-kritik teknolojileri ve Amazon gibi dijital pazar yerlerini içerir. Bu konudaki tartışma biraz karışık olabilir, çünkü bu kategorideki dijital platformlar içinde ve dışında, bir değerlendirme yapma yeteneği sağlar. “Platform”, ekonominin organizasyonu ve algoritma aktivitelerinin sosyal yapılandırmasında çevrimiçi dijital kurallar ve düzenlemelerin bir setini ifade eden genel bir terimdir (Metin, 2022). Bu terim, birçok kullanıcının istedikleri kararlı alt katman üzerine inşa edebilecekleri paylaşılan teknikler, teknolojiler ve arayüzler kümesini ifade eder (Kenney ve Zysman, 2016: 55). İki taraflı ağlar olarak adlandırılırlar çünkü iki farklı ancak birbiriyle ilişkili kullanıcı türü arasında etkileşim sağlarlar- alıcılar ve tedarikçiler gibi - böylece daha geniş bir ağdaki her iki grup da kritik bir kitlenin elde edilmesini sağlar.

Platform, kullanıcılarına yerel ağdan veya küresel ağdan bir ekip firmalar ve kişilerle iletişim kurma fırsatı sunan bir sistem olarak tanımlanır. Öncelikle belirli işler için sözleşmelerin belirlenmesi için internette buluşmaları gerekmektedir. Bu işler, potansiyel müşterilerin hizmet talep edebileceği ve çalışanların bu hizmetleri verebileceği işleri içerir. Bu yeni platformlar, düşük bir arama maliyetiyle hızlı ve verimli bir şekilde eşleşen platformlardır.

Bu platformlar satıcı ve alıcı arasında bir aracı olarak hareket ederler. Platformlar, bir zincirle mantıklı bir şekilde doğru kaynağa bağlanarak kullanıcılara yardımcı olan birçok kaynağın birleşimidir. Burada, ihtiyaçlarına göre kullanıcılar arama yapabilir, talepte bulunabilir, yanıt alabilir ve bir anlaşma yapabilirler. Bu platformlar hem tedarikçileri hem de talep sahiplerini toplayan ve bir bireyin veya kuruluşun ürününü veya hizmetini ülke içinde veya dışında satma şansı veren bir “alışveriş merkezi” gibi hareket ederler. Bir kullanıcı, bu ağa bağlı, web tabanlı veya mobil cihazlara ulaşabilen platformlara kaydolur veya giriş yapar, burada bir kişi birçok alanda ihtiyaç duyduğu çeşitli ürünleri, deneyimleri veya hizmetleri alabilir ve diğerlerine bilgi ve deneyimlerini verebilir. İş etkileşimlerini mümkün kılmak için platform genellikle nispeten açık ve katılımcı bir altyapıya sahiptir ve genellikle ortak etkileşim için yönetim koşullarına sahiptir. Temel amacı, kullanıcılar arasında değer oluşturan eşleşmeyi oluşturmaktır ve kullanıcıların bu değeri oluşturmak için gerekli değişimleri gerçekleştirerek değeri kullanmalarını sağlar.

Bir dijital platformdan söz edebilmek için, üç temel kriteri yerine getirmesi gerekmektedir. Öncelikle, temel eşleştirme işlevlerinin yerine getirilmesi, yani platformda bir kullanıcıyı diğerine bağlamak dijital olarak yürütülmelidir. Bu, gerçek zamanlı bilgi ve iletişim sistemlerinin kullanımını ve etkileşimi içerir. İkinci olarak, platform kullanıcıları arasında doğrudan etkileşimi ve ticari işlemlerin gerçekleşme ihtimalini teşvik etmektedir. Bir dijital platformun değer yaratan faaliyet örnekleri arasında işlemleri teşvik etmek ve kolaylaştırmak, alıcıları satıcılara eşleştirmek, iki taraf tarafından geri bildirim sağlamak, ödemeleri basitleştirmek yer alabilir. Üçüncü olarak, Uber gibi dijital iş platformları örneğinde

olduğu gibi, hizmet sunan sürücüler kendi araçlarının sahibidirler ve bağımsız yüklenicilerdir, dolayısıyla etkileşimlere ve değişimlere ne zaman ve nasıl katılacaklarına kendileri karar verirler (Rangaswamy vd., 2020: 74). Tüm bu platformlar, insanları katkıda bulunmaya teşvik etmeye dayanır ve güçlerini bireylerin dijital yetkinliklerinden alır. Yani, Google'ın aramalarımızı kontrol etmesi, Facebook'un sosyal ağlarımızı, LinkedIn'in profesyonel ağlarımızı, Uber'in arabalarımızı kullanması dijitalleşmenin bir sonucudur (Kenney ve Zysman, 2016: 62). Bugün, dünyanın en büyük firmalarının merkezinde yer alan dijital platformlar, iş yerinden verimlilik ve inovasyon faaliyetlerine kadar geleneksel rolleri dönüştürmektedir (Bonina vd., 2021: 870). Kullanıcı sayısı arttıkça ve üçüncü taraflar tarafından tamamlayıcı ürün ve hizmetler oluşturuldukları, platform sahipleri kullanıcıları için daha da değerli hale gelmektedir (Gawer ve Cusumano, 2015: 37).

2.4. Kamu Hizmetlerinin Dijital Dönüşümü

Günümüzde ülkeler hızla dijital dönüşüme uğramaktadır. Bu dijital dönüşüm, insanların günlük yaşamlarını, çalışma tarzlarını, davranışlarını ve değer yargılarını değiştirmiştir. Endüstri devrimi günlük yaşamın her alanında gerçekleştiği belirtilmektedir (ATDE, 2015). 2011'de Almanya'daki Hanover Fuarı'nda Endüstri 4.0 kavramından ilk kez bahsedilmiştir. Daha sonra bu kavram 2015 yılında Dünya Ekonomik Forumu'nda doğrudan tartışılmamış olmasına rağmen, forumda tartışılan konunun esasına bakıldığında Endüstri 4.0 olduğu anlaşılmaktadır. Endüstri 4.0 konusunda Dünya Ekonomik Forumu kurucusu ve uzmanı olan K. Schwab, bu devrimi çok daha yaygın ve mobil internet, ucuz ve daha küçük ancak daha

güçlü sensörler ve makine öğrenimi ile yapay zekâ olmak üzere üç baskın bileşenle tanımlamaktadır. Schwab ayrıca, ülkelerin ilerlemesinin yenilikleri ne kadar iyi benimseyebildiklerine bağlı olacağına dair gelecek odaklı bir bakış açısı sunmaktadır. (Schwab, 2016). Dijitalleşmeyi bir gereklilik olarak yorumlayan ve benimseyen diğer bir bakış açısı, dijital şirketlerin vurgulandığı Accenture Dijitalleşme Endeksi adlı bir değerlendirmeden gelmektedir (ATDE, 2015). Söz konusu verilere göre, çoğu insan dijitalleşmeyi bir gereklilik olarak vurgulayan ve benimseyen bu görüşü korumaktadır. Davidsson ve diğerleri (2016) dijitalleşmeyi dört farklı aşamada tanımlamaktadır. İlk aşama, bilgisayarın topluma entegrasyonu ile 1980'lerde başlamış; ikinci aşama, bilgiye erişim ve kişisel bilgisayar ve internet kullanımının yaygınlaşmasıyla 1990'larda gerçekleşmiştir. Mevcut teknolojilere eklenen mobil internetin gelişimi internetin kendisine bağlanmanın üçüncü aşaması olarak adlandırılmıştır. Dördüncüsü ise, internetin sadece insanlar tarafından değil, aynı zamanda cihazlar, uygulamalar ve hatta nesnelere tarafından da kullanılmaya başlandığı gerçeğini göstermektedir.

İnsanlar anlık iletişim, video görüşmeleri, holografik çağrılar ve video konferans gibi farklı medya biçimlerinde çok kolay iletişim kurmaya başladılar. Öte yandan, özel şirketler ticaretlerini çevrimiçi yapmaktadır; insanlar alışveriş alışkanlıklarını e-ticarete doğru yönlendirmişler ve en popüler olan şey sosyal medya olduğu görülmektedir. Vatandaşlar ile kamu kurumları arasındaki ilişkiler, internet tabanlı uygulamalar aracılığıyla yoğunlaşmış ve bunun neticesinde bazı kamu hizmetleri çevrimiçi olarak sunulduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu eğilimler neticesinde internet, mobil cihaz ve sosyal medya kullanımı yoluyla kamu kurumu ile vatandaşlar

arasındaki iletişimin ve kamu kurumlarının halkı bilgilendirme kanallarının siber ortama taşınması gözlemlenmektedir.

Kamu kurumları internet üzerinden hizmet vermeye başlamaktadır. Kütüphaneler, kaynak araması ve kitap ödünç alma rezervasyonları gibi çeşitli hizmetler sunmaktadır. Örneğin, daha önceden, insanlar bir suç kaydı, mezuniyet belgesi, nüfus örneği almak veya vergi ödemek istediklerinde kamu kurumlarına gitmeleri gerekmekte idi. Merkezi ve yerel yönetimlerde sosyal medya ve çeşitli uygulamalar kanalıyla siyasi katılımı artırmak amaçlanmaktadır. Bu yolla vatandaş ve nesnelere hakkındaki büyük veri bilgileri işlenecek ve çeşitli amaçlar için bu bilgiler kullanılacaktır.

Kamu yönetimi alanındaki literatürde, kamu hizmetlerinin dijital dönüşümüyle ilgili olarak, e-devleti “kurtarıcı”, kamu yönetimindeki tüm sorunları çözen “sihirli değnek” olarak tanımlayan bilim insanlarına rastlamak mümkündür (Mecek, 2017:1818). E-devlet uygulamaları, kamu hizmetlerine ilişkin bilgilerin, ilgili kurumlar tarafından kontrol edilmiş, merkezi hükümetlerin yanı sıra yerel yönetimler tarafından da kullanılmaya başlanmıştır (Schou ve Hjelholt, 2018). Bu bağlamda, uygun bir e-devlet tanımı, Devletin, bilgi teknolojisinin gelişim olanaklarıyla hızlı, etkili ve verimli bir şekilde hizmet sunmasına izin veren bir sistem olarak adlandırılırken, aynı zamanda vatandaşların devlete ve kamusal işlemlerine karşı yükümlülüklerini daha kolay, hızlı, kesintisiz ve güvenli bir şekilde yerine getirmesine olanak tanıyan süreçlerin tasarlanması olarak ifade edilmektedir. Mevcut e-devlet uygulamasında vatandaşın daha az zahmetle kamu hizmetlerine erişimini sağlamak, işlem maliyetlerini azaltmak ve bürokrasinin

yükünü azaltmak hedeflenmektedir. Bu hedeflere vurgu yapılmasının nedeni, dijitalleşme sürecinde, kamu yönetiminde hizmet ve sunumlarla ilgili yeni ihtiyaçlarının ortaya çıkabileceği gerçeğidir (Lindgren ve Veenstra, 2018).

Eggers ve Macmillan (2015) “Kamu 2020: Kamunun Geleceğine Yolculuk” adlı raporda dijital devrimin sosyal, mobil, analitik ve bulut olmak üzere dört temel teknolojinin kesişiminde kök saldığını belirtmektedir. Bu teknolojiler, birey ve kamu kuruluşlarını, gelişmiş analitik yöntemler ve duygu analizi aracılığıyla kitlelerin gücünü kullanarak, sosyal medyayı günlük yaşamın her yönüne entegre etmiştir. Giyilebilir ve mobil cihazlar yaygınlaşmış, insan ve nesnelere sürekli olarak bağlı kılmıştır. Rapor dijitalleşme kamu hizmetleri paradigmasında yedi temel değişimi öngörmektedir:

1. Çözüm sağlayıcılardan ziyade kolaylaştırıcılar olarak kamu kuruluşları: Başarılı kamu kuruluşları, çeşitli aktörleri bir araya getirerek kamu sorunlarına kendi başlarına çözüm aramak yerine sosyal çözümleri kolaylaştırmaya odaklanmaktadır. Özel sektör kuruluşları arasında çözüm için rekabet ortamı oluşturmakta ve kamu-özel ortaklıkları teşvik etmektedirler.

2. Kişiselleştirilmiş kamu hizmetleri: Mobil teknolojilerin gelişimi kamu hizmetlerini kişiselleştirmiştir. Yerel yönetimler, belli hedef kitlelerin ihtiyaçlarına uygun şekilde farklılaştırılmış dijital uygulamalar sunabilmektedir, örneğin avcılık faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgelerde av izinlerini doğrulamak için mobil uygulama geliştirme.

3. Dağıtılmış yönetim: Dijitalleşme, kamu yöneticilerinin vatandaşlarla sorumlulukları paylaşmasını kolaylaştırmıştır. Hawaii'nin tsunamiden etkilenme uyarı sistemi, uyarı sirenleriyle donatılmış gönüllülerden oluşan bir vatandaş ağına dayanmaktadır.

4. Veriye hâkim kamu kuruluşları: Veri analizi ve sunum sistemlerinin evrimi, analitik verilerin daha etkili ve verimli karar almak için kullanılmasını sağlamaktadır.

5. Kamu kurumları için alternatif finansman modelleri: Teknolojik ilerlemeler, kamu kurumlarının hizmetler için daha çeşitli fiyatlandırma modellerini benimsemesine olanak tanırken, çeşitli hizmetler için dinamik fiyatlandırma seçenekleri sunmaktadır.

6. Kamu yönetiminde ihtiyaca dayalı hizmet modeli: İnsan kaynaklarındaki teknoloji kullanımı, kamu kurumlarının ihtiyaçlara dayalı olarak çapraz proje hareketliliğini destekleyen esnek bir yönetim tarzına geçmesini sağlar.

7. Ulusal refah için yeni bir temel: Yeni veri toplama ve değerlendirme yöntemleriyle, teknoloji ve dijitalleşme ulusal refahın daha bütünsel bir yaklaşımla ele alınmasını vadeder, kişisel güvenlik, ekosistem sürdürülebilirliği, sağlık, konut, hijyen, katılım ve kişisel özgürlükleri kapsar.

Bu dönüşümler, kamu hizmetlerinin yapısını ve sunumunu etkileyen dijitalleşmenin geniş kapsamlı etkilerini ve devlet, vatandaşlar ve özel sektör arasındaki etkileşimi yeniden şekillendirmektedir.

Kamu yönetiminin dijitalleşmesi ve Türkiye'deki önemli sorunları ile birlikte, tartışıldığı en önemli platform KAYFOR 8 ve

KAYFOR 15 (Kamu Yönetimi Forumu) olmuştur. KAYFOR 8, “Teknoloji ve Kamu Yönetimi Üzerindeki Etkileri”ne odaklanmış ve teknolojinin kamu yönetimine etkilerini olumlu bir bakış açısıyla ele almış, olumsuz dışsallıklar nispeten az ele alınmıştır (Altınışık, 2017:1938). Buna karşılık, “Dijital Çağda Kamu Yönetimi ve Politikalar” temasıyla düzenlenen KAYFOR 15, kamu yönetiminde dijitalleşmeye ve boyutlarına daha eleştirel bir bakış açısı geliştirmiştir.

2.5. Endüstri 4.0’ın Gelişimi ve Türkiye Çalışma Hayatına Etkileri

Dünyada yaşanan teknolojik ilerlemeler, Türkiye gibi ülkeleri yakından etkileyen ve ilgilendiren bir konu haline getirmektedir. Bu bölümde, Türkiye’nin üyesi olduğu uluslararası örgütlerin gerçekleştirdiği çalışmalar, Türkiye’nin mevcut teknolojiye uyum sağlama çabaları ve yeni teknolojilere teşvik amacıyla başlatılan uygulamalar detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

2.5.1. Türkiye’nin Üyesi Olduğu Örgütlerin Endüstri 4.0 Çalışmaları

Türkiye, Endüstri 4.0 sürecinde takip edeceği yolları belirlerken, bu kararları uluslararası kuruluşların izlediği yollara göre şekillendirecektir. Bu bağlamda, Uluslararası Çalışma Örgütü ve Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü tarafından gerçekleştirilen çalışmalara odaklanarak, bu örgütlerin önerileri ve çıkarımları dikkate alınacaktır.

2.5.1.1. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)

Çalışma yaşamındaki temel ilkeler ve haklar, işyerindeki insan hakları, istihdam politikası ve insan kaynaklarının geliştirilmesi de dahil olmak üzere, çalışma yaşamıyla ilgili çok çeşitli konularda uluslararası çalışma standartlarını belirleyen ILO Sözleşmeleri ve Tavsiye Kararlarını temel almaktadır. Küreselleşmenin sosyal etkilerine ilişkin artan endişeler, ILO üyelerinin (uluslararası düzeyde hükümet, işveren ve işçi temsilcileri) 1995 yılında sekiz sözleşmede ifade edilen dört çalışma standardı kategorisi olduğunu kabul etmelerine zemin hazırlamıştır. 2022 yılında bu dört kategori, iş güvenliği ve sağlığı sözleşmelerinin de eklenmesiyle beş kategoriye çıkarılmıştır. Bu kategoriler şunlardır:

- Örgütlenme özgürlüğü ve toplu pazarlık hakkının fiilen tanınması;
- Her türlü zorla veya zorunlu çalıştırmanın ortadan kaldırılması;
- Çocuk işçiliğinin fiilen önlenmesi;
- İstihdam ve meslek bakımından ayrımcılığa son verilmesi ve
- Güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı.

Süreç, ILO Çalışma Yaşamındaki Temel İlkeler ve Haklar Bildirgesi'nin kabul edilmesiyle 1998'de zirve noktasına ulaştı ve 2022'de iş sağlığı ve güvenliği başlığının da eklenmesiyle bugünkü halini aldı. Bu Bildirge, tüm ILO üye devletlerinin, söz konusu

Sözleşmeleri onaylamamış olsalar bile ILO üyesi olmaları nedeniyle bu Sözleşmelerin konusunu oluşturan temel haklara ilişkin ilkelere saygı duyma, bunları geliştirme ve gerçekleştirme yükümlülüğüne sahip olduklarını teyit etmektedir.

2.5.1.2. Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (OECD)

Yeni teknolojiler ve küreselleşmiş dünya; yeni işler yaratma, mevcut işlerin kalitesini artırma ve nihayetinde daha önce temsil edilmemiş nüfus gruplarının iş piyasasında erişim ve yer bulma konusunda sayısız fırsat sunmaktadır. Hem teknolojik değişim hem de küreselleşme, mal ve hizmetlerin fiyatını düşürerek işler yaratmakta birlikte tüketici talebini artırarak kaliteyi de arttırmaktadır. Ayrıca, büyük veri ekosisteminde büyük veri yöneticileri, robot mühendisleri, sosyal medya yöneticileri ve drone operatörleri vb. yeni rol türleri ortaya çıktığı görülmektedir. Bu roller bir nesil önce hiç mevcut değildi. Tehlikeli veya sıkıcı görevleri otomatikleştirerek iş kalitesini arttırmakta, insanlara işlerinin ne zaman ve nerede olacağı konusunda daha geniş bir serbestlik sağlamakta, iş ortamlarındaki tehlikeleri ve sağlıksız koşulları düşürmekte ve kayıt dışılığı azaltmaktadır. Sonuç olarak, geleneksel iş piyasasının sınırları geride kalırken, daha önce temsil edilmemiş gruplar iş piyasasına giderek daha fazla katılmaktadır (OECD, 2019).

İşsiz bir geleceğe hazırlanmalı mıyız? Önümüzdeki yılların kesinlikle işsiz bir gelecek getirmeyeceğini, ancak derin ve yapısal değişikliklere uyum sağlamamız gerektiğini belirtmek doğru olacaktır. Robotik, yapay zekâ ve dijital dönüşüm gibi faktörlerin iş dünyasında daha etkin rol oynaması ve ekonomilerin küreselleşmesiyle, iş sayıları üzerindeki potansiyel etkiler

konusunda endişeler artmaktadır. Bazı analizler, otomasyonun gelecek on yıllarda birçok işi etkileyebileceğini öngörse de OECD ülkelerinde istihdamın arttığı görülmektedir. Yeni işlerin yaratılma hızı, ortadan kalkan işlerden daha fazla olmakta ve daha önce iş imkânı bulamayan kişilere fırsatlar sunmaktadır. Teknolojik değişim ve küreselleşme, üretim maliyetlerinin düşmesine, ürün kalitesinin artmasına ve yeni pazarların açılmasına katkıda bulunarak talebi ve dolayısıyla istihdamı artırmaktadır. Gelecek belirsizliğini korurken, geniş çapta teknolojik işsizlik senaryosu gerçekçi görünmemekte; OECD, işlerin yalnızca %14'ünün yüksek otomasyon riski altında olduğunu belirtmektedir. Bir işin otomatikleştirilebilir olması, bunun gerçekleşeceği anlamına gelmez; maliyet, etkililik, hukuki ve etik düşünceler ile insan tercihleri ve politik kararlar otomasyonun uygulanabilirliğini belirler (OECD, 2019).

İşgücü içinde bulunan kişiler için, önlerindeki değişiklikler büyük önem taşıyacaktır. Mevcut işlerin %14'ü yüksek otomasyon riski altında olurken, diğer işlerin büyük bir kısmının görev tanımlarında ve işlerin nasıl yapıldığında önemli değişiklikler beklenmektedir. İmalat sektörü bu değişimden en çok etkilenecek sektörler arasındayken, birçok hizmet sektörü de benzer risklerle karşı karşıyadır. Otomasyon riskinin düşük olduğu sağlık, eğitim ve kamu sektörleri gibi alanlarda çalışanların sayısı toplamda oldukça fazladır. Dolayısıyla, birçok sektörde çalışan çok sayıda bireyi etkileyebilecek geniş çaplı yapısal değişiklikler öngörülmektedir. İşlerin sürekli evrimi yeni ve farklı iş olanaklarını beraberinde getirecek ve yapısal değişiklikler ile yeni beceri setleri gereksinimlerini ortaya çıkaracaktır. OECD ülkelerinde iş gücü piyasalarında gözlenen 'iş polarizasyonu', yüksek beceri gerektiren mesleklerdeki artış, düşük beceri gerektiren işlerdeki hafif artış ve

orta beceri gerektiren işlerde azalma şeklinde kendini göstermiştir. İmalat sektöründeki istihdamın uzun vadede azaldığı, buna karşın hizmet sektöründeki istihdamın arttığı belirlenmiştir. Tarımsal istihdamın geçmişteki yüksek oranı, özellikle yükselen ekonomilerde büyük bir azalma göstermiştir. Temel soru, değişime nasıl uyum sağlanacağıdır. İşçilerin, endüstrilerin ve etkilenen bölgelerin teknolojik değişim ve küreselleşmeden kaynaklanan yeni fırsatlara başarıyla nasıl entegre olacağı önem arz etmektedir. İşverenler ve çalışanların, yeni teknolojileri benimsemeleri, öğrenmeleri ve çalışma biçimlerini buna göre düzenlemeleri gerekecektir (OECD, 2019).

Son on yılda, işsizlik ve yetersiz istihdam riski, özellikle erkekler arasında kadınlara göre daha fazla artmış olsa da bu risk kadınlar için hala daha belirgindir. Kadınların, erkeklere göre daha düşük ücretli işlerde çalışma olasılığı daha yüksek, yüksek ücretli işlerde çalışma olasılığı ise daha düşüktür. Bu tür eşitsizlikler, üretkenliği, büyümeyi, refahı ve sosyal uyumu olumsuz etkileyebilecek derin sosyal bölünmelere yol açabilecek bir iş gücüne işaret eder.

Sosyal diyalog ve toplu pazarlık, iş piyasalarını daha uyumlu ve güvenli hale getirirken, hükümetlerin bıraktığı boşlukları doldurabilir. Bazı OECD ülkelerinde sosyal paydaşlar, işlerini kaybeden işçilere aktif destek sağlama ve gelecekteki beceri ihtiyaçlarını öngörme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Sosyal diyalog ve toplu pazarlık, demografik ve teknolojik değişimle başa çıkmanın yanı sıra, ücretler, çalışma saatleri, iş organizasyonu ve görevlerin yeni gereksinimlere daha esnek ve pragmatik bir şekilde uyum sağlamasına olanak tanıırken adil

kalınmasını da sağlar. Toplu pazarlık ise, hızla değişen iş dünyası bağlamında azalma eğilimi göstermekte ve işçi hakları, faydaları ve korumaları üzerinde baskı oluşturarak, bazen işverenleri ve organizasyonlarını belirli bir muhatapsız bırakabilmektedir.

2.5.2. Türkiye’de Endüstri 4.0

Türkiye, Cumhuriyet’in ilk yıllarından itibaren sanayileşmeyi en önemli hedeflerinden biri olarak belirlemiştir. Türkiye’nin sanayi serüveni, Osmanlı Devleti’nin son dönemleri de dahil olmak üzere yaklaşık iki yüz yıl süren bir geçmişe dayanmaktadır. Bu uzun süreçte Türkiye, birçok alanda önemli gelişmeler kaydetmiştir. 1970 yılında Türkiye’nin toplam imalat sanayi üretimi 13 milyar dolar seviyesindeyken, 2014 yılında bu rakam 120 milyar dolara yükselmiştir. Türkiye, imalat sanayi üretiminde dünya genelinde 1970’te 26. sırada yer alırken, 2014’te 16. sıraya yükselerek önemli bir başarı elde etmiştir. Tekstil, beyaz eşya ve otomotiv gibi sanayi kollarında gösterdiği önemli gelişimle Türkiye, bu alanlarda kritik bir ihracatçı ülke konumuna gelmiştir. Ancak, sanayinin birçok sektöründe önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmasına rağmen, sınai ve teknolojik gelişme konusundaki hedeflere henüz ulaşamamıştır (Gür vd., 2017: 135).

2.5.2.1. Türkiye’de Endüstri 4.0 çalışmaları

Türkiye’de, ekonominin yüksek teknolojili, katma değeri yüksek ürün ve hizmetler üreten bir bilgi ekonomisine dönüşmesi konusunda hem kamuda hem de özel sektörde genel bir görüş birliği bulunmaktadır. 2016 yılı Global İnovasyon sıralamasına göre Türkiye, 128 ülke arasında 42. sırada yer almış, ancak kurumlar

arasındaki inovasyon sıralamasında 82. sırada bulunmuştur. Türkiye'nin eğitim harcamalarının GSYİH oranı ise 103. sıradadır, bu nedenle ekonominin küresel inovasyon endeksinde üst sıralara çıkabilmesi için eğitim kurumlarında önemli yapısal reformlara ihtiyaç vardır. Türkiye'nin düşük ve orta teknolojilere dayalı üretim yapısından kurtulma çabaları kapsamında, endüstri 4.0 bileşenlerini ekonomiye entegre etmesi gerekmektedir. Türkiye'nin ihracatta yüksek teknoloji ürünlerin payı %3 düzeyindedir ve bu, gelişmekte olan ülkelerin gerisindedir. Türkiye'nin endüstri 4.0'a geçiş yapabilmesi için öncelikle yüksek teknoloji ürünlerin üretimdeki payını artırmak zorundadır (Kabaklarlı, 2019: 50).

Apillioğulları (2018: 35), Dünya'nın Endüstri 4.0 çağını konuştuğu bir dönemde, Türkiye'de dijital çağa geçiş çalışmaları yürütülmekte olmasına rağmen ülkenin henüz kat etmesi gereken uzun bir yol olduğunu belirtiyor. Özellikle, Apillioğulları, Kobilerin yanlış stratejiler ve uygulamalar sonucunda büyük atölyelerle Endüstri 2.0 ile 3.0 arasında bir konumda olduğuna dikkat çekiyor. Kobilerin güncel endüstri çağının gerisinde kalmasının üç ana nedenini sıralıyor. Birinci neden olarak, Kobilerin öncelikli hedefinin genellikle ciro anlamında büyüme olduğunu ve bu büyümenin işletmeye aynı oranda yansımadığını belirtiyor. Ayrıca, Kobilerin insana, yönetime ve sistemsel büyümeye yeterince yatırım yapmaması ve üretim yerine sadece ürüne odaklanmalarının da bu durumda etkili olduğunu ifade ediyor. İkinci neden olarak, Kobilerin sahip oldukları kaynakları doğru bir şekilde yönlendirememelerini ve işlerin büyük bir kısmını kendi bünyelerinde yapma stratejilerine odaklanmalarını gösteriyor. Bu, uzmanlık alanları dışındaki konulara odaklanmalarına ve tedarikçilerle müşterilerle daha az iletişim kurmalarına neden oluyor.

Üçüncü neden olarak, Kobilerin mevcut yönetim şekillerinin yeniliklere kapalı olması, yetki devrinden kaçınmaları ve geleneksel bir yönetim anlayışına sahip olmalarını öne sürüyor. Bu durum, inovasyondan uzak, egolu ve statükocu bir yaklaşımı beraberinde getirmektedir.

2.5.2.2. Sanayi Strateji Belgeleri ile yapılan düzenlemeler

Türkiye, 2001 krizinden 2008'e kadar geçen süre zarfında ekonomiye katkı sağlamak amacıyla düzenleyici ve denetleyici kurumları güçlendirmeye odaklandı. Ancak, bu dönemde uygulanan düzenleyici devlet yaklaşımı, 2008 yılında küresel finans krizi ile sona erdi. Kriz sonrasında, Türkiye, 2011-2014 yıllarını kapsayan ilk Türkiye Sanayi Strateji Belgesi ve ardından 2015-2018 yıllarını kapsayan ikinci bir belgeyi duyurarak ekonomik stratejilerini belirlemeye çalıştı. İlk belgedeki hedefler şu şekilde sıralanmaktadır (Gür vd., 2017: 139-140):

- Orta ve yüksek teknolojili sektörlerin üretim ve ihracat içindeki payının artırılması,
- Düşük teknolojili sektörlerde katma değeri yüksek ürünlere geçişin sağlanması,
- Şirketlerin becerilerini sürekli olarak geliştirebilmelerinin ekonomideki ağırlığının artırılması.

2015-2018 yıllarını kapsayan ikinci Türkiye Sanayi Strateji Belgesi'nin stratejik hedefleri şu şekildedir:

- Sanayide bilgi ve teknolojiye dayalı yüksek katma değerli yerli üretimin geliştirilmesi,
- Kaynakların etkin bir şekilde kullanıldığı, daha yeşil ve rekabetçi bir sanayi yapısına dönüşümün sağlanması,
- Sosyal ve bölgesel gelişmeye katkı sağlayan ve nitelikli iş gücüne sahip sanayinin geliştirilmesi.

İki dönemdeki Türkiye Sanayi Strateji Belgesi karşılaştırıldığında, ikinci dönemin (2015-2018) bir önceki belgeye göre daha tematik ve spesifik konulara odaklandığı gözlemlenmektedir.

2.5.2.3. İstihdam stratejisi çalışmaları

Türkiye’de ulusal bir istihdam politikasının kurulması, komisyon tarafından hazırlanan ilerleme raporlarında tutarlı bir odak noktası olmuştur. 2005 İlerleme Raporu, Ortak Katılım Belgesi (JIM) ve Ortak Değerlendirme Belgesi (JAP) ‘nin tamamlanması ve uygulanmasının bir öncelik olduğunu vurgulamıştır (AB, 2012). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, “Ulusal İstihdam Stratejisi”nin hazırlıklarına Ekim 2009’da başlamış ve 2012’ye gelindiğinde, 2012-2023 dönemi için “Taslak Ulusal İstihdam Stratejisi” sosyal paydaşlara sunulmuştur. Bu taslak strateji, eğitim-istihdam ilişkisi, esneklik, özel politikalar gerektiren grupların istihdamı ve sosyal koruma ile istihdam ilişkisi olmak üzere dört ana politika ekseninde şekillendirilmiştir. Ancak, taslak hazırlığı sırasında sosyal paydaşların görüşlerinin yetersiz dikkate alınması ve esnekliğe odaklanması eleştirilere neden olmuştur (Türk-İş, 2012).

Ulusal İstihdam Stratejisi, 30 Mayıs 2014 tarihinde Resmî Gazete'nin 29015 sayısında resmen yayımlanmış ve uygulanması için Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı bünyesinde yapılanmalar oluşturulmuştur. Bu strateji, Avrupa İstihdam Stratejileri ile uyumlu olup, Türkiye'nin entegrasyon çabaları için önemlidir. Ancak, bu stratejinin Avrupa İstihdam Stratejileri ile uyumlu hale getirilmesine yönelik etkinliği ve katkıları, uygulamadaki kararlılık ve başarı gösterilmesine büyük ölçüde bağlı olacaktır.

2.5.2.4. Dijital Türkiye ve 100 günlük eylem planı

Türkiye, mevcut teknolojilerini güçlendirmek ve Endüstri 4.0 uygulamalarını hayata geçirebilmek adına “Dijital Türkiye Yol Haritası” çerçevesinde çalışmalar yürütmektedir. Ayrıca, 2018 yılında uygulanacak projeleri içeren “100 Günlük Eylem Planı” da birçok bakanlıkla iş birliği içinde belirlenmiştir (Derinöz ve Özkanlı, 2018: 82-83):

- Millî Eğitim Bakanlığı ile mesleki eğitimin Endüstri 4.0 anlayışıyla yeniden yapılandırılması.
- Dönemin Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı ile dijital dönüşüm için nitelikli işgücüne yönelik geleceğin meslekleri olan siber güvenlik, kodlama, bulut teknolojisi gibi alanlarda gençler için Mesleki Eğitim Kursları ve İşbaşı Eğitim Programları düzenlenmesi.
- İçişleri Bakanlığı ile dijital dönüşüm projeleri aracılığıyla bürokrasinin azaltılması, hizmetlerin performansa dayalı takip edilmesi ve denetimlerinin yapılması.

- Sağlık Bakanlığı ile benzer bir şekilde dijital dönüşüm projeleriyle bürokrasinin azaltılarak hizmetlerin performansa dayalı takip edilmesi ve denetimlerinin yapılması.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile yetkinlik ve dijital dönüşüm merkezleri olan model fabrikalarının ikisinin hizmete açılması ve beş tanesi için de kurulum çalışmalarına başlanması.

2.5.2.5. Türkiye İş Kurumu'nun (İŞKUR) yaptığı çalışmalar

Dördüncü endüstri devrimi tartışmalarıyla birlikte, bilgi ve iletişim teknolojileri yeni devrimin merkezi hale gelmiştir. Bu bağlamda, Türkiye İş Kurumu (İŞKUR) tarafından 2017 yılında gerçekleştirilen bir araştırmaya göre, bilgi ve iletişim sektöründe istihdam edilenlerin %65,9'u erkek, %34,1'i ise kadındır. Aynı zamanda, çalışanların %60,6'sı İstanbul'da çalışmakta ve %63,7'si yirmi ve daha fazla çalışana sahip şirketlerde istihdam edilmektedir. Araştırmada öne çıkan ilk üç meslek sırasıyla çağrı merkezi müşteri temsilcileri, bilgisayar mühendisleri ve yazılım mühendisleri olarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2018: 49-50).

İŞKUR, bilgi ve iletişim teknolojileri alanında nitelikli işgücü yetiştirmek amacıyla aktif işgücü programları, danışmanlık, iş başı eğitimleri ve mesleki eğitim kursları gibi çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Endüstri 4.0 konseptiyle birlikte, İŞKUR bu alandaki faaliyetlerini artırmış ve ihtiyaç duyulan nitelikte işgücünü yetiştirmek için çeşitli programlar düzenlemeye başlamıştır.

İŞKUR, dijital ekonominin taleplerini karşılamak üzere nitelikli işgücü yetiştirmeye yönelik eğitimlerin ve programların hazırlanması çerçevesinde, bulut teknolojileri uzmanı, kodlama uzmanı, mobil uygulama tasarımcısı, siber güvenlik uzmanı, oyun geliştirme uzmanı gibi geleceğin meslekleri için eğitim modülleri oluşturarak Türkiye genelinde bu eğitimleri sunma çalışmalarını sürdürmektedir. Aynı zamanda, endüstri 4.0 kapsamında düzenlenen işbaşı eğitimlerinde program süreleri üç aydan altı aya çıkarılmış, siber güvenlik, bulut bilişim, oyun geliştirme uzmanlığı ve kodlama gibi geleceğin meslekleri alanında düzenlenen iş başı eğitimlerinde 18-29 yaş arasındaki gençlere yönelik program süreleri dokuz aya kadar uzatılmış ve katılımcılara günlük bir miktar harçlık ödenmesi gibi düzenlemeler yapılmıştır (Yılmaz, 2018: 52).

2.5.2.6. Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği'nin (TÜSAİD) çalışmaları

TÜSİAD'ın “Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi” adlı çalışması, Türkiye'nin karşı karşıya olduğu mevcut yapısal zorlukları ayrıntılı bir şekilde ele almaktadır (Tüsiad, 2016: 33). Bu zorluklar şu şekildedir:

- **İhracat için İthalata Yüksek Bağımlılık:** Türkiye'nin uzun bir süredir ihracat amacıyla gerçekleştirdiği ithalatın yüksek seviyede olması, ekonomiyi dışa bağımlı kılmaktadır.
- **Katma Değerli Ürünlerin Üretimdeki Payının Düşüklüğü:** Dünya genelinde talebi artan katma değerli ürünlere odaklanma konusundaki yetersizlik, Türkiye'nin

ihracatta ileri teknoloji içeren ürünlerin payının yaklaşık olarak %4 olmasıyla kendini göstermektedir.

- **Sınırlı İşgücü Yetkinlikleri:** Türkiye'deki işgücünün yetkinlik düzeyinin sınırlı olması, yeni teknolojilerin benimsenme sürecini olumsuz yönde etkileyerek ekonomik büyümeyi yavaşlatmaktadır.
- **Çalışanların İşten Ayrılma Hızının Yüksekliği:** İşgücü hareketliliği sonucu üretim sektöründen hizmet sektörüne yönelik artan bir trendle, çalışanların işten ayrılma hızının yükselmesi ekonomik istikrar açısından bir sorun oluşturmaktadır.

TÜSİAD'ın analizine göre, Türkiye'nin bu yapısal zorluklarla baş etmesi ve Endüstri 4.0'ı etkili bir şekilde benimsemesi, küresel rekabet gücünü artırarak, katma değerli ürünlerin payını artırarak, işgücü yetkinliklerini geliştirerek ve işten ayrılma hızını kontrol ederek ekonomik büyümeyi desteklemektedir.

Çalışmada belirtilen bilgilere göre, Endüstri 4.0'ın Türkiye için başarılı bir şekilde uygulanmasıyla ortaya çıkacak temel faydalar şu şekildedir (Tüsiad, 2016: 41):

- **Küresel Rekabet Gücünün Artması:** Endüstri 4.0'ın etkili bir şekilde uygulanması, yüksek maliyet verimliliği, hızlı üretim, esneklik, yüksek kalite, düşük fire oranları, ileri teknoloji kullanımı ve nitelikli işgücü gibi faktörlerle birleşerek şirketlerin küresel rekabet gücünü artırmaktadır.
- **Küresel Değer Zincirinden Alınan Yüksek Katma Değerli Ürünlerin Payının Artması:** Endüstri 4.0'ın getirdiği verimlilik ve yetkinlik artışları, şirketlerin küresel

değer zincirindeki konumlarını güçlendirmelerini sağlayarak, yüksek katma değerli ürünlerin payını artırmaktadır.

- **İşgücü Profiline Gelişmesi:** Endüstri 4.0, üretim süreçlerinin müşteri ilişkileri açısından daha önemli hale gelmesini sağlayarak yeni iş fırsatlarının ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda nitelikli işgücünün yeni iş tanımları ve görevler üstlenmesine olanak tanımaktadır.

Bu faydalar, Türkiye'nin Endüstri 4.0'ı etkili bir şekilde benimseyerek ekonomik büyümeyi destekleme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Rapor kapsamında yapılan araştırmada, önümüzdeki 10 yıl içinde üretim sektöründe niteliksiz işçi ihtiyacında yaklaşık 400-500 bin kişilik bir azalma öngörülmekte olup, aynı dönemde yaklaşık 100 bin nitelikli çalışana olan talebin artacağı belirtilmiştir. Ancak bu duruma ek olarak, beklendiği üzere ekonomik büyüme ile birlikte 400-500 bin yeni iş imkanının ortaya çıkması öngörülmektedir. Rapor, Endüstri 4.0'ın etkisiyle yılda %2-3'lük bir büyümenin, verimlilik odaklı istihdam kayıplarını telafi edecek kadar artış getirmesi beklenmektedir. Bu bağlamda, önümüzdeki 10 yıl içinde istihdamda %5'lik bir artışın yaşanması öngörülmektedir (Tüsiad, 2016: 46).

Raporda Türkiye'de incelenen sektörlerden biri olan otomotiv sektörüne dair öngörüler şu şekildedir (Tüsiad, 2016: 48):

- Montaj hatlarının otomasyonu ve esnekleşmesi: Üreticiler, daha küçük hacimlerde üretim gerçekleştireceklerdir. Montaj hatları, otonom robotlarla otomatize edilecek ve

esnek üretim yapabilen hatlar geliştirilecektir. Dikey entegrasyona sahip sistemlerde toplanan veriler, büyük veri kümelerini işlerin takibinde önemli ilerlemelere yol açacaktır.

- Üreticilerin tedarikçilerle gerçekleştireceği yatay veri ve sistem entegrasyonu: Süreçlerin standartlaşmasıyla birlikte, zamanında iş birliği yapıldıkça hata oranları azalacaktır. Tedarikçiler, bilgi akışı sayesinde operasyonlarını yeni siparişlere göre düzenleyebileceklerdir. Bu sayede lojistik ve operasyon maliyetleri azalacaktır.
- Akıllı depo ve şirket içi lojistik çözümleri: Üreticilerin rekabet gücü artacak ve lojistik için esnek tasarımlar, simülasyonlarla test edilebilecektir. Artırılmış gerçeklik gözlükleri aracılığıyla lojistik ve üretim verileri, çalışanlara iletilerek personelin doğru tercihler yapmasına olanak tanıyacaktır. Bu sayede zamandan kazanılacak, stok döngüsü ve teslim süresi kısaltılarak şirket sermayesi daha da güçlenecektir.

Türkiye'nin endüstri 4.0 dönemi ile ilgili kısıtları, işgücü yapısıyla ilgili, teknoloji ve ölçekle ilgili ve yatırım beklentileriyle ilgili kısıtlar olarak ele alınmıştır (Tüsiad, 2016: 61).

TÜSİAD tarafından Aralık 2017'de yayımlanan "Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği" adlı rapor, özel sektörün dördüncü endüstri devrimine yönelik çalışmalarını değerlendiren önemli bir kaynaktır. Araştırma, 108 teknoloji kullanıcısı şirket ve 110 teknoloji tedarikçisi şirketle gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin mevcut durumu ve dijital dönüşüm ihtiyaçlarına dair beş temel sonuca ulaşılmıştır (Tüsiad, 2017: 14):

1. Şirketlerin genelde sanayide dijital dönüşümle ilgili bilgi ve ilgilerinin yüksek olduğu vurgulanmıştır. Ancak, dönüşüme hazır olduklarını düşünen şirketlerin oranının nispeten daha düşük olduğu belirtilmiştir.

2. Türkiye'deki sanayi şirketlerinin dijital dönüşüm uygulama alanlarında genellikle pilot projeler aşamasında oldukları ifade edilmiştir.

3. Şirketlerin özellikle strateji ve yol haritasıyla yönetim yetkinliklerinin düşük olduğu vurgulanmıştır.

4. Şirketlerin yetkinlik seviyelerinin sektörlere göre farklılaşmadığı ve büyük ölçekli şirketlerin sanayide dijital dönüşüm yetkinlik seviyelerinin küçük ölçekli şirketlere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

5. Şirketlerin dijital dönüşümün önündeki en büyük engellerin yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırımın geri dönüş belirsizliği olduğu vurgulanmıştır.

Raporun devamında, Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecindeki durumu ve bu süreçte karşılaşılan engeller üzerine tespitlerde bulunulmuş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Gelişmiş ülkelerden farklı olarak, Türkiye'deki şirketlerin dijital dönüşüm sürecinde yatırım öncesi ve planlama aşamasında buldukları belirtilmektedir. Ayrıca, teknoloji kullanıcısı şirketlerin yerli tedarikçi eksikliğine vurgu yaparken, teknoloji tedarikçisi şirketlerin düşük talebi ciddi bir sorun olarak gördükleri ifade edilmiştir. Bu durum, teknoloji arz ve talebi arasında bir kopukluğun bulunduğunu göstermektedir.

Türkiye'nin dijital rekabetçiliğini sürdürebilmesi için raporda üç temel adım öne çıkmaktadır. Bu adımlar şunlardır:

1. Yatırımları Hedefe Göre Yönlendirmek: Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecinde yapılacak yatırımların belirlenen stratejik hedeflere uygun bir şekilde yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu, Türkiye'nin öncelikli teknoloji alanlarına odaklanmasını ve yatırımlarını bu alanlara yoğunlaştırmasını içermelidir. Ayrıca, bu yönlendirmeler için teşvik mekanizmalarının oluşturulması önemlidir.

2. Geleceği Bugünden Şekillendirmek: Türkiye'nin dijital geleceğini belirleyen faktörlerin bugünden planlanması ve şekillendirilmesi gerekmektedir. Bu, stratejik planlamaların uzun vadeli perspektifle yapılmasını ve gelecekteki teknoloji trendlerine önceden adapte olunmasını içermelidir.

3. Değeri Türkiye'de Yaratmak: Dijital dönüşüm sürecinde ortaya çıkacak değerın Türkiye'de oluşturulması önemlidir. Yerli teknoloji tedarikçileri ile şirketler arasında iş birliğı mekanizmalarının kurulması ve yerli yeteneklerin geliştirilmesi bu adımın temel unsurlarıdır.

Raporda belirtilen beş önemli adım şu şekildedir:

1. **Teknoloji Odaklı Yatırımlar ve Teşvikler:** Türkiye'nin odaklanması gereken teknoloji alanlarının belirlenmesi ve şirketlerin bu stratejik alanlara yönlendirilmesi için teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır.

2. **Yerli ve Uluslararası İş birlikleri:** Yerli teknoloji tedarikçileri ile teknoloji kullanıcıları arasında iş birliğini teşvik

edecek mekanizmaların oluşturulması.

3. Risk Sermayesi Düzenlemeleri: Yatırım yapacak şirketlere destek sağlamak ve risk sermayesi alanında düzenlemeler yapmak.

4. Yüksek Teknoloji Enstitüsü: Dijital dönüşümü desteklemek amacıyla yüksek teknoloji enstitülerinin kurulması.

5. KOBİ'lerin Yetkinliklerinin Geliştirilmesi: Küçük ve orta ölçekli işletmelerin dijital dönüşüm sürecine uyum sağlayabilmeleri için destekleyici önlemlerin alınması.

Raporda vurgulanan bir diğer önemli nokta, şirketlerin yapacakları yatırımları belirlenen stratejik hedeflere göre önceliklendirmeleri gerekliliğidir. Bu şekilde, Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecinde daha etkin bir rol oynaması ve rekabet avantajı elde etmesi mümkün olacaktır.

2.5.2.7. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılan çalışmalar

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan “Stratejik Plan 2019-2023” belgesinde, bu döneme yönelik stratejik amaçlar ve hedefler belirlenmiştir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 38). Bu amaçlar arasında şu maddeler bulunmaktadır:

- Ar-Ge ve yenilik kapasitesinin artırılması, ülkenin yüksek teknoloji alanlarında küresel rekabetçi bir konuma yükseltilmesi.

- Sanayide katma değerli üretimin artırılması için mevcut kapasitenin dönüşümü, yüksek teknoloji odaklı yeni yatırımlar ve nitelikli üretim için iş birliği mekanizmalarının geliştirilmesi.
- Milli teknoloji hamlesi için nitelikli insan kaynağının geliştirilmesi ve toplumsal bilinç ve motivasyonun artırılması.
- Nitelikli teknoloji üreten yenilikçi girişimlerin hızla artırılması ve küresel pazarlarla iş birliğinde yüksek değerlere ulaşılması. Ayrıca, “Strateji Planı 2020-2024” adlı bir sonraki planında da benzer amaçlar belirlenmiş ve bu amaçlara ulaşmak için hedefler geliştirilmiştir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019: 57).

Plan, yüksek teknolojiye dayalı, rekabetçi ve sürdürülebilir bir yerli ve milli sanayi oluşturmak olarak belirtilmektedir. Bu çerçevede belirlenen amaçlar şu şekildedir: (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019: 57):

1. Milli teknoloji hamlesini gerçekleştirmek amacıyla, sanayinin teknolojik dönüşümünü gerçekleştirmek, yenilikçilik ve tasarım kapasitesini artırarak nitelikli insan kaynağını geliştirmek. Bu hedeflere yönelik şu adımlar atılacaktır:

- Dijitalleşme döneminin gerekliliklerine uygun yetkinlikleri belirleme, eğitim sistemini dönüştürme ve toplum genelinde sürdürülebilir bir yetkinlik geliştirmek için çaba sarf edilecektir.
- Yazılımcı sayısını artırmak için özel çalışmalar yürütülecektir.

- Sanayinin dijital dönüşüm sürecinde sürdürülebilirliği sağlamak ve bu dönüşümü hızlandırmak, imalat sanayinin rekabet gücünü artırmak için çeşitli önlemler alınacaktır.

2. Ar-Ge ve yenilik kapasitesinin geliştirilerek ülkenin yüksek teknoloji alanında küresel ölçekte rekabetçi bir konuma yükseltilmesi amacıyla belirlenen hedeflere şu şekilde ulaşılabacaktır:

- Teknoloji standartları geliştirmeye aktif katılım sağlanacaktır.
- Bilimsel alanlarda ileri çalışmalar yapılabilmesi ve bu çalışmaların küresel ölçekte değer üretmeleri teşvik edilecektir.
- İmalat sanayisinde ağırlıklı olarak yüksek teknoloji ürünlerin üretildiği, nitelikli iş gücünün bulunduğu, çevre ve topluma duyarlı bir sanayi oluşturmak için kümelenme girişimleri desteklenecektir.
- Ar-Ge merkezlerinde Ar-Ge, yenilik ve tasarım faaliyetlerinin artırılmasına yönelik ekosistemin iş birliği, yönetim, finansman gibi alanlardaki gelişimine yönelik çeşitli tedbirler alınacaktır.
- Teknoloji geliştirme bölgelerinde Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesi için ekosistemin altyapısı, yetkinlikleri, iş birliği, yönetim alanlarında ilerleme sağlanacaktır.

3. Sanayi ve teknoloji alanlarında politika, strateji, plan, program ve projelerin geliştirilmesi ve uygulanması; veri analizleri ve araştırmalarla ilgili alanlardaki gelişmelerin izlenmesi yönlendirilmesi. Bu hedeflere ulaşmak için:

- Sanayi ve teknoloji alanında politika, program ve stratejilerin geliştirilmesi amacıyla araştırma ve analizler yapılacaktır.
- Sanayide sistematik ve sürdürülebilir verimlilik artışlarının sağlanmasına yönelik projeler geliştirilerek, bu alandaki uluslararası iş birlikleri güçlendirilecektir. Girişimci Bilgi Sistemi, resmi istatistikler, etki analizleri ve performans endeksleri ile izlenebilirlik artırılacaktır.
- Teknoloji odaklı sanayi hamlesi programının etkinliği artırılacaktır.

4. Nitelikli teknoloji üreten yenilikçi girişimlerin sayısını artırmak ve bu girişimlerin küresel piyasalara bütünlüğe ulaşmış yüksek değerlere ulaşmalarını sağlamak. Bu hedeflere yönelik adımlar şu şekilde atılacaktır:

- Öncelikli sektörlerde yerli üretimlerin artırılması için kamu alımları kullanılacaktır.
- Girişimcilik ekosisteminin yetenek kapasitesi, iş birliği sistemleri, katılım sermayesi, girişim kolaylığı ve küresel entegrasyon açılarından olgunlaşması sağlanacaktır.
- Rekabetçi sektörler programı ile iş ortamı iyileştirilecek, araştırma geliştirme ve yenilik altyapıları güçlendirilerek sanayinin dijital dönüşümüne katkı sağlanacaktır.
- Sanayi ve teknoloji alanlarında Avrupa Birliği, uluslararası kuruluşlar ve yabancı ülkelerle iş birlikleri artırılacaktır.

5. Sanayide katma değerli üretimin artırılması amacıyla mevcut kapasitenin dönüşümünün yüksek teknoloji odaklı yatırımların yapılmasının ve nitelikli üretim için iş birliği sistemlerinin gelişmesinin sağlanması. Bu amaçlara ulaşmak için:

- Yüksek teknoloji alanlarında sanayi işletmeleri, teknoloji tedarikçileri ve diğer paydaşların iş birliği geliştirilecektir.
- Yerli ve yabancı sermayeli yeni yatırımları artırmak için yatırım teşvik sistemi yenilenecektir.
- Ekonomik faaliyetlerin ülkenin bölgeleri arasında dengeli dağılması için bölgelerin iç potansiyellerinin açığa çıkarılması ve ekonomik değere dönüştürülmesi sağlanacaktır.

Dördüncü endüstri devrimine yönelik Türkiye'nin yol haritasını hayata geçirmek amacıyla 2019 yılında Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayınlanan “2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi” belgesi, “Yüksek Teknoloji ve İnovasyon”, “Dijital Dönüşüm ve Sanayi Hamlesi”, “Girişimcilik”, “Beşerî Sermaye” ve “Altyapı” olmak üzere beş ana bileşenden oluşmaktadır. Milli teknoloji hamlesinin altı temel önceliği şu şekilde sıralanmıştır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019: 24):

1. Kapsayıcı, bütünsel ve “paydaş odaklı” yaklaşım: İlgili tüm paydaşların katılımıyla bütünsel ve kapsayıcı yaklaşımlar geliştirilecek ve uygulanacaktır. Sanayici, girişimci ve teknoloji geliştiren bilim ve Ar-Ge ile ilgili kişilerle kamu kurumları arasında “paydaş odaklı” iş yapma yaklaşımı yaygınlaştırılacaktır.

2. Veriye dayalı, etki odaklı ve hesap verilebilir hedefler:

Bilgi temelli yönetim yaklaşımı yaygınlaştırılacaktır. Gerçekleştirilen faaliyetlerin etkileri veriye dayalı analizlerle düzenli bir şekilde ölçülecek ve sonuçlar ilgili tüm paydaşların izlemesine açılacak, böylece doğal bir denetim mekanizması oluşturulacaktır.

3. Dünyayı yakından izleyen ve öncü atılımlara yön veren politikalar: Ülkenin ticaretini, sanayisini ve ekonomisini ilgilendirecek küresel ve bölgesel gelişmeler yakından takip edilerek sanayi ve teknoloji politikaları bütüncül bir şekilde belirlenecek ve dünyada ülkemizi öncü konuma taşıyacak atılımlar için stratejiler oluşturulacaktır.

4. Çevik, değişim odaklı ve yeniliklere uyarlanabilir politikalar: Sanayi ve teknoloji alanlarında değişimler hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Uzun vadeli planlamalardan taviz vermeden değişimlere uyum sağlanması amaçlanmaktadır. Belirsizliğin olduğu alanlarda pilot uygulamalar yapılacak ve politikaların gerçekleştirilmesinde yer alacak yapıların çevik hale getirilmesine öncelik verilecektir. Küresel arenadaki gelişmelerin yakından izlendiği mekanizmalar ile de stratejilerin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi sağlanacaktır.

5. Beşerî sermayenin gelişimini önceliklendiren politikalar: Çalışan, sermaye sahibi girişimci, araştırmacı, bilim insanı, kamu görevlileri ve tüketicilerin de içinde olduğu toplumun tüm bileşenlerinin üretken, yeniliklere açık, kendini geliştiren, çalışkan, araştırmacı hale getirmek ve liderlik yetkinliklerini güçlendirmek hedeflenmektedir. Bu kapsamda atılacak adımların toplumun geneline hitap edebilmesi, gelecek nesilleri önceliklendirmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda proje odaklı

erken yaş eğitimleri ve teknoloji yarışmaları gibi uygulamalar yaygınlaştırılacaktır.

6. Bağımsızlık ve küresel rekabet: Ekonomik ve siyasi bağımsızlığın teknolojik bağımsızlıkla yakından ilgili olduğu bu dönemde ortaya konulan hedefler ve yaklaşımlar, ülkenin ileri teknoloji alanlarında üretkenliğin artması ve küresel rekabette söz sahibi olması vizyonuyla hazırlanmaktadır.

Belgede, milli teknoloji hamlesinin gerçekleştirilmesi için sanayi ve teknoloji alanında 12 ana hedef belirlendiği ifade edilmekte olup, bu hedeflere ulaşmanın sadece sanayi ve teknoloji alanında değil, aynı zamanda bütüncül olarak tüm alanlarda gelişimi tetikleyeceği vurgulanmaktadır. Bu hedefler aşağıdaki şekildedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019: 25):

- İmalat sanayisinin Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (GSYİH) içindeki oranının 5 yıllık ortalamasının %20 olması ve 2023 yılında %21'e ulaşması hedeflenmektedir.
- Sanayinin yenilikçiliğinin ve gelişmişliğinin göstergesi olan sanayide çalışan işçi başına sanayinin ürettiği katma değer 2023 yılında %25 artarak 35.000 ABD dolarına çıkarılması hedeflenmektedir.
- İmalat sanayi ihracatını 2023 yılında %34 artışla 210 milyar ABD dolarına çıkarılması hedeflenmektedir.
- İmalat sanayi ihracatında orta yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerin payının 2023 yılın kadar sırasıyla %44,2 ve %5,8'e çıkarılması hedeflenmektedir.
- Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki oranının 2023'te

%1,8'e çıkarılması hedeflenmektedir.

- Türkiye'de Ar-Ge insan kaynağının 2023 yılında tam zaman eşdeğeri cinsinden 300 bine, araştırmacı sayısının da 200 bine çıkarılması hedeflenmektedir.
- Avrupa Birliği tarafından hazırlanan Ar-Ge Liderlik Tablosu'nda (R&D Scoreboard) en çok Ar-Ge harcaması yapmış firmalar içerisinde 2023 yılına kadar Türkiye'den 23 firmanın yer alması hedeflenmektedir.
- Dijital dönüşüm için yazılım geliştirme yetenek kapasitesinin 2023 yılına kadar 500 bin kişiyi geçmesi hedeflenmektedir.
- 2023 yılına kadar teknoloji tabanlı işlere yapılan yıllık yatırım büyüklüğünün 5 milyar TL'ye ulaşması hedeflenmektedir.
- Yıkıcı teknolojiler alanında en az birinde dünya lideri Pazar payına veya marka değerine sahip en az 23 akıllı ürün çıkarılması hedeflenmektedir. Girişim seviyesinden 1 milyar ABD doları ve üzeri değerlemeye ulaşan şirketler uluslararası alanda "Unicorn" olarak adlandırılmaktadır. 2023'e kadar en az 10 Türk teknoloji girişiminin 1 milyar ABD doları değerlemesini aşması hedeflenmektedir.
- Sanayi ve teknoloji konularında sanayici, tedarikçi, girişimci, araştırma altyapıları ve üniversitelere "paydaş odaklı" bir yaklaşımla tek noktadan destek ve hizmet sunmak için ilk muhababı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı olacak şekilde yeni yapıların hazırlanması amaçlanmaktadır.

2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi belgesinde ele alınan

beş bileşenin içerdiği maddeler aşağıdaki şekildedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019: 31):

1. Yüksek Teknoloji ve İnovasyon:

- Teknolojik yetkinlikler ve sektörel yol haritalarının belirlenmesi.
- Öncelikli sektörler için stratejik malzemelerin geliştirilmesi.
- Ar-Ge'de ekosistem anlayışı ve mükemmeliyet merkezleri.
- Teknoloji standartlarının gelişimine aktif katılım, test merkezi ve sertifikasyon.
- Yıkıcı teknolojilerde küresel girişimler.
- Fikri mülkiyet hakları kullanımı ve altyapısı.

2. Dijital Dönüşüm ve Sanayi Hamlesi:

- Sanayinin dijital dönüşümü.
- Sanayinin kurumsallaşması ve ihracatı güçlendiren adımlar.
- Rekabet öncesi iş birliği ile sanayi ve teknoloji alanları.
- Teknoloji odaklı sanayi hamlesi programı.
- Yatırım ortamının iyileştirilmesi ve yeni yatırım teşvik sistemi.
- Bölgesel kalkınma, istihdam ve markalaşma.
- Sanayinin finansmanını güçlendirecek yeni yaklaşımlar.

3. Girişimcilik:

- Girişimcilik ekosisteminin etkinliğinin artırılması.
- Teknoloji tedarikçisi ve girişimcilerini güçlendiren politika ve uygulamalar.

4. Beşerî Sermaye:

- Sürdürülebilir ilerleme için beşerî sermayenin gelişimi.
- Araştırma ve geliştirme yetenek kapasitesinin artırılması.
- Açık kaynak platformu ve Türkiye'nin yazılım kapasitesinin artırılması.

5. Altyapı:

- Veri iletişimi ve açık veri reformu.
- Bulut bilişim ve veri merkezi.
- Siber güvenlik standartları ve altyapı.
- Ulusal blok zincir altyapısı.
- Sanayinin iki kaldıracı: Enerji ve lojistik.

Belgede belirtilen hedeflere ulaşmak için ilgili yeni mekanizmaların kurulacağı, pilot uygulamaların başlayacağı, belirlenen eylemler test edildikten sonra iyileştirilmiş modellerin hızla yaygınlaştırılacağı ifade edilmektedir.

Türkiye genelinde, güncel verilere göre, 1.262 Ar-Ge merkezi, 319 tasarım merkezi ve 98 teknoloji geliştirme bölgesi bulunmaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, [kaynak](https://www.sanayi.gov.tr/arge-tasarim-merkezleri-ve-tgb). Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 2022 yılı faaliyet raporunda sunulan öneriler arasında, sürdürülebilir kalkınma çalışmalarının devam etmesi, araştırma, inovasyon ve teknoloji geliştirmeye yönelik desteklerin etkin bir şekilde devam ettirilmesi, bilim, teknoloji, araştırma ve yenilik konularında uluslararası işbirliğinin artırılması, sanayi bölgelerinde çevre dostu üretimlerin teşvik edilmesi, mevcut insan kaynağının bilim, teknoloji ve yenilik politikaları açısından gerekli eğitim imkanlarından yararlanmasının sağlanması, teknolojik gelişmelerle uyumlu bilişim altyapısının güçlendirilmesi, ve personel yetkinliğinin eğitimlerle güçlendirilmesi yer almaktadır.

2.5.3. Türkiye'de Endüstri 4.0 Teşvikleri

Almanya, Endüstri 4.0 standardizasyonu, akreditasyonu, uygunluk değerlendirmesi, teknik ürün güvenliği ve pazar gözetimi alanlarında kaliteli altyapı oluşturmak için hükümet ve özel sektörden güçlü destek almaktadır (Pollitzer, 2019: 78). Bu gelişmelerle birlikte Almanya, yapısal olarak gelecekteki teknolojik ilerlemelerden en iyi şekilde yararlanmaya hazır durumdadır. Ancak, en son dijital teknolojilerin benimsenmesi özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler arasında diğer ülkelerden daha yavaş bir seyir göstermektedir. Örneğin, her iki imalat şirketinden biri hala büyük ölçüde geleneksel ve dijital olmayan üretim süreçlerine güvenmektedir ve her altı şirketten yalnızca biri gelişmiş dijitalleşme önlemlerine hazır bir konumda bulunmaktadır

(Heilmann vd., 2020: 51).

Bu bağlamda, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2016 yılında “Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesine İlişkin Uygulama ve Denetim Yönetmeliği”ni resmî gazetede duyurmuştur. Bu yönetmelik araştırma ve geliştirme faaliyetini (Ar-Ge) tanımlayarak, bilgi dağarcığının artırılması ve bu bilginin yeni süreç, sistem ve uygulamaların tasarlanmasında kullanılması için yaratıcı çalışmaları, çevreye uyumlu ürün tasarımını veya yazılım faaliyetlerini içeren, bilimsel ve teknolojik gelişmeye katkı sağlayan faaliyetleri sistemli bir temelde yürüten süreçleri kapsamaktadır. Bu yönetmelik altında, yeni projeler için Ar-Ge destekleri ve gelir vergisi indirimleri düzenlenmiştir.

Ayrıca, yeni mezun öğrencilere yüksek katma değerli ve nitelikli istihdam yaratma potansiyeli olan girişimleri için sunulan sermaye desteği, tekno girişim sermayesi desteği olarak mevcuttur. Yenilenebilir enerji alanında özellikle jeotermal alanındaki yatırımların artırılmasını hedefleyen kredi imkanları da bu çerçevede değerlendirilmektedir (Kabaklarlı, 2019: 77-78). Bu tip girişimler ayrıca, kurumlar vergisi indirimi, gelir vergisi stopajı teşviki ve sigorta primi desteği gibi teşvikleri de içermektedir.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Teknolojik gelişmelerin en önemli etkisi, toplumun tamamını, ekonomiyi ve dolayısıyla siyasi yapıyı etkileyen ilk sanayi devrimi sırasında görülmüştür. Sonraki sanayi devrimleri de benzer etkileri hızla yaymaya devam etmiştir. İş dünyası da bundan etkilenmiş ve her sanayi devrimiyle birlikte önemli dönüşümler geçirmiştir. Bu adı geçen dönemlerde işyerlerinin büyüklüğü, üretim yöntemleri, yönetim tarzları, çalışma modelleri, çalışan profilleri ve gerekli nitelikler değişime uğramış; bu arada yeni işler ve meslekler ortaya çıkarken, bazı eski işler teknolojik ilerlemeye yenik düşerek ortadan kalkmıştır.

Bilgi Çağı olarak bilinen üçüncü sanayi devrimi ve içinde bulunduğumuz Endüstri

4.0 ya da dördüncü sanayi devrimi dönemi artık başlamış durumdadır. (Hatta bazılarına göre çok kısa bir zaman içinde Endüstri 5.0'ın artık başlaması söz konusudur.) Bilgi ve iletişim teknolojilerinin işyerindeki kritik rolü, teknolojinin hızla ivme kazanmasıyla birleşince çok kısa sürede önemli gelişmelere yol açmıştır. Bu durum süreci daha da hızlandırmış ve etkilerinin daha çabuk görülmesini sağlamıştır.

Günümüzde dördüncü sanayi devriminin iş yerlerinde, iş modellerinde, çalışan profillerinde ve iş/meslek sektörlerinde köklü değişikliklere yol açmaya başladığı görülmektedir. Bu öngörü ve görülme durumu, çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından yürütülen araştırmalarla da destekleniyor. Nesnelerin interneti, 3D baskı, bulut bilişim, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, akıllı fabrikalar, endüstriyel robotlar, otomasyon, makine öğrenimi ve siber güvenlik gibi temel

bileşenlerle şekillenen dördüncü sanayi devrimi hem olumlu hem de olumsuz açılardan değerlendirilmektedir. İyimser bakış açısına göre bu ileri teknolojiler yeni iş sektörleri yaratacak, yeni meslekler ortaya çıkaracak, robotların ve otomasyonun da desteğiyle tehlikeli işleri insanların elinden alarak iş güvenliği ve meslek hastalıkları konusunda avantajlar sağlayacaktır. Öte yandan, birçok iş ve mesleğin ortadan kalkacağı ve işlerin teknoloji aracılığıyla uzaktan kontrol edilebileceği argümanı ile desteklenen kötümser görüş ise işsizliğin ortaya çıkacağını büyük bir sorun olarak öngörmektedir.

Bu bağlamda, işyerinde, çalışan profilinde, iş modellerinde ve istihdamda yaşanan değişim ve dönüşümlerin nasıl değerlendirildiğini detaylı bir şekilde incelemek üzere konu enine boyuna değerlendirilmiş ve adeta nitel bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Endüstri 4.0 kavramının tanımında hem eleştirilere yer verilerek hem de potansiyel olumlu etkilere vurgu yapılmıştır. Aynı zamanda kavramın rekabetçi politik bir boyutu olduğu, verimliliği ve kârlılığı artıracığı bununla birlikte işsizliğe de yol açabileceği belirtilmiştir. Bu kavrama eşlik eden olumlu gelişmeler daha hızlı, daha az hataya açık, israf olasılığı daha düşük, verimli ve kaliteli bir üretim sürecine işaret etmektedir. Ayrıca, işçi sağlığı ve güvenliği konularında da kolaylık sağlanması ve yeni iş alanlarının ortaya çıkması beklenmektedir.

Endüstri 4.0'ın uygulanmasının avantajları arasında üretimde insan kaynaklı hataların azalması, kalite ve verimliliğin artması, maliyetlerin düşmesi, fiziksel olarak zorlayıcı işler için daha erişilebilir görevler, meslek hastalıklarının azalması, işyeri sağlığı ve güvenliğinin iyileşmesi, iş kazası riskinin azalması, yeni iş alanlarının ortaya çıkması, yönetim ve karar alma süreçlerinin

kolaylaşması ve hızlanması yer almaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte işyerinde öngörülen zorluklar arasında insan emeğinin süreçlerden uzaklaşması, uyum sağlayamayan ya da teknoloji tarafından değiştirilebilen çalışanların dışlanması, yeni teknolojiler nedeniyle işsizlik, teknolojinin yoğunlaştığı alanlarda artan iş yükü, yeni niteliklere duyulan ihtiyaç, ek eğitimler, yeni teknolojileri kullanmak isteyen firmalar için artan maliyetler, çalışanların bilgi ve becerilerinin yükseltilmesi gerekliliği, fiziksel emeğin azalması nedeniyle zihinsel zorlanma ve iş yapılarının genel olarak anlaşılmasını ve kişisel gelişim çabalarını gerektiren iş tanımlarındaki boşluklar ve değişikliklerden kaçınmak için bireylerin ilgili alanlarda kendilerini geliştirmeleri ihtiyacı yer almaktadır.

Endüstri 4.0'ın çalışma biçimleri üzerindeki etkisine ilişkin olarak, esnek çalışmanın üretim alanlarında zorlayıcı olabileceği ancak uygun birimlerde öne çıkacağı öngörülmektedir. Özellikle Ar-Ge, tasarım, finans, muhasebe ve pazarlama gibi üretimden bağımsız birimlerde çalışanların daha esnek çalışma olanaklarına sahip olacağı, yarı zamanlı, ev tabanlı ve uzaktan çalışmanın artması beklenmektedir. Bu durumun çalışma tarzlarını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir.

Endüstri 4.0'ın çalışanlar üzerindeki etkisi, yeni işler ve alanlar ortaya çıkacak olsa da gelecekte çalışan sayısında bir azalmaya işaret etmektedir. Artan iş hacmi nedeniyle bazı alanlarda çalışan sayısında azalma olmasına rağmen, diğer alanlarda büyüme görülmesi beklenmektedir. Kısa vadede bazı sektörler küçülerek çalışan sayılarını olumsuz etkileyebilir, ancak uzun vadede yeni alanların ortaya çıkmasının bu olumsuzluğu telafi edeceği

öngörülmektedir. İşgücü piyasasının içsel olarak beslenmesi, mevcut piyasanın dışında kalanların bu şekilde kalması, dönüşüme uyum sağlayanların ise iş bulmakta zorlanmaması beklenmektedir.

Endüstri 4.0'ın gelişile birlikte, raporlama işleri gibi roller yerini robotik hesaplama ile raporlama sistemlerine bırakırken, klasik mekaniklere olan talep devam edecek ve tasarım, kodlama, robotik otomasyon, PLC, kontrol otomasyonu gibi çeşitli programlama dilleri ile yazılım bilgisi konusunda yetkin bireylere olan ihtiyaç artacaktır. Tasarım, IT, mekatronik, kontrol otomasyon mühendisliği ve elektrik mühendisliği alanlarındaki profesyonellerin daha fazla öne çıkması beklenmektedir. Uzaktan veya evden çalışabilen, robotik otomasyon, yapay zekâ, kodlama, yazılım konularında yetenekli, programlama dillerine aşina, veri analizi, iletişim, iş birliği, problem çözme ile analitik becerilerin yanı sıra teknik yeterlilik, profesyonel ve dijital becerilere sahip bireylere yüksek talep olması muhtemeldir. Fizik, matematik, geometri, elektrik-elektronik bilgisi gibi sayısal uygulamalarda uzmanlık ve robotların programlanması ve bakımı için uygun becerilere duyulan ihtiyacın artması beklenmektedir.

Türkiye'nin Endüstri 4.0 alanındaki konumu genel olarak orta düzeyde kabul edilmekte ve bu alandaki bileşenlerin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için öncelik verilmesi gerekenin yüksek bir potansiyel olduğu belirtilmektedir. Gelişen teknolojilere uyum sağlamak için eğitime odaklanması ve hükümet ile özel sektör arasında iş birliği yapılması gerekliliği vurgulanmaktadır. Teknolojik yatırımlar için önemli kaynaklar ayrılmalıdır.

Bu araştırma ışığında, Türkiye'nin Endüstri 4.0'a adaptasyonu için aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Eğitim sistemi her düzeyde güncel teknolojilerle uyumlu olacak şekilde yeniden yapılandırılmalıdır.
- Başta üniversiteler, yükseköğretim kurulları, bakanlıklar ve sanayi ile ilgili kuruluşlar olmak üzere eğitim paydaşları ile iş sürecindeki paydaşlar arasında iş birliği ve iletişime çok önem verilmelidir.
- Ortaya çıkan yeni iş alanları ve meslekler üzerine araştırmalar artırılmalı ve nitelikli bireylerin yetiştirilmesine odaklanılmalıdır.
- Teknoloji nedeniyle ortadan kalkması muhtemel iş veya mesleklerdeki bireylere ek eğitim ve rehberlik sağlanmalı veya yeni alanlara yönlendirilmeleri için çaba gösterilmelidir.
- Tüm paydaşların yeni teknolojileri benimsemesini teşvik etmek için devlet desteği ve teşvikler sağlanmalıdır.
- Bireyler kendi alanlarındaki gelişmelerden haberdar olmalı ve kişisel gelişim çalışmalarına ağırlık vermelidir.

Her ne kadar Türkiye dördüncü sanayi devriminin başlangıç aşamasında olsa ve çeşitli sosyal, ekonomik ve siyasi nedenlerle hızlı bir ilerleme gösterememiş olsa da Türkiye'nin bu küresel eğilimin etkilerinden kaçınmayacağı kabul edilmektedir. Sunulan öneriler, Türkiye'nin bu sürece daha etkin bir şekilde uyum sağlayabilmesi için ilk adımlar olarak görülmekte, daha geniş kapsamlı çalışmalara temel oluşturmakta ve Türkiye'nin dördüncü sanayi devrimine aktif katılımını kolaylaştırmaktadır. Daha kapsamlı araştırmalara zemin hazırlayabilecek bir arka plan sunan bu çalışma, Endüstri 4.0'ı ve iş yaşamına etkisini tanımlamaya, Endüstri 4.0'ın

uygulanması sırasında veya sonrasında istihdamdaki değişim ve dönüşümlerin nasıl etkilendiğini araştırmaya ve “Endüstri 4.0 iş yaşamını nasıl değiştiriyor?” sorusuna ilişkin değerlendirmeler ele alınarak konuya odaklanılmaktadır. Bu nitel araştırma ile Dördüncü Sanayi Devrimi sürecinde çalışan profili, çalışma biçimleri ve istihdamda yaşanan değişim ve dönüşümler detaylı bir şekilde değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- AB (2012f). Türkiye 2012 Yılı İlerleme Raporu, AB Komisyonu Çalışma Dokümanı, http://www.abgs.gov.tr/files/AB_Iliskileri/AdaylikSureci/IlerlemeRaporlar/2012_ilerleme_raporu_tr.pdf, Erişim: 23.10.2012.
- Acet, H. ve Koç, Ş. (2020). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Dünyaya ve Türkiye'ye ekonomik yansımaları. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 7(58), 2243-2256.
- Alçın, S. (2016). Üretim için Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2), 19-30.
- Altınışik, E. (2017). Dijitalleşme söyleminin kamu yönetimi disiplinine olası etkisi: 1950 deneyiminden yola çıkan bir öngörü. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22, 1933-1943.
- Ansal, H. (2004). *Geçmiş ve Gelecekte Ekonomik Gelişmede Teknolojinin Rolü. Mahmut Kiper (Ed.). Teknoloji. Ankara: TMMOB 50. Yıl Yayınları. Sciences Research*, 7(58), 2243-2256.
- Apilioğulları, L. (2018). *Dijital Dönüşümün Yol Haritası: Endüstri 4.0 Değişimin Değiştirdikleri*. İstanbul: Aura Kitapları.
- Asiltürk, A. (2018). İnsan Kaynakları Yönetiminin Geleceği: İK 4.0. *Journal of Awareness*, 3 (Özel Sayı), 227-544.
- ATDE, (2015). Accenture dijitalleşme endeksi Türkiye sonuçları: Türkiye'nin en dijital şirketleri 2015. İstanbul: Türkiye Bilişim Vakfı.
- Aydın, E. & Demiral, G. (2019). İşgücü Farklılığını Dikkate Alarak Endüstri 4.0'ın Zorlukları ve Yararları: Kavramsal Bir Çerçeve. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(3), 1976-1990.
- Baheti, R. & Gill, H. (2011). *Cyber-Physical Systems. The Impact of Control*

Technology. 12(1), 161-166.

- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. Dorlion Yayınları. Ankara.
- Banger, G. (2018a). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. (İkinci baskı). Ankara: Dorlion Yayınları. Banger, G. (2018b). *Endüstri 4.0: Ekstra*. (İkinci baskı). Ankara: Dorlion Yayınları.
- Barham, L. (2013). *From hand to handle: the first industrial revolution*. OUP Oxford. Baur, C., & Wee, D. (2015). Manufacturing's next act. *McKinsey & Company*, 6, 1-5.
- Bayarçelik, E. B. (2020). *Dijital Dönüşümün İnsan Kaynakları Yönetimi Üzerine Etkileri. Dijital Dönüşüm ve Süreçler*, 59-76.
- Beaud, M. (2015). *Kapitalizmin Tarihi 1500-2010*. (Çev.: Fikret Başkaya). İstanbul: Yordam Kitap.
- Bingöl, B. (2018). Yeni Bir Yaşam Biçimi: Artırılmış Gerçeklik (AG). *Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi Etkileşim*. 1(1), 44-55.
- Bonina, C., Koskinen, K., Eaton, B., & Gawer, A. (2021). *Digital platforms for development: Foundations and research agenda*. *Information Systems Journal*, 31(6), 869-902.
- Bozkurt, V. (2005). *Endüstriyel ve Post-Endüstriyel Dönüşüm Bilgi, Ekonomi ve Kültür*. İstanbul: Aktüel Alfa Yayınları.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Akıllı Teknolojiler Devrinde Çalışma, İlerleme ve Refah*. (Çev. Levent Göktem). İstanbul: Türk Hava Yolları.
- Bujak, A. (2018). The Development of Telematics in the Context of the Concepts of "Industry 4.0" and "Logistics 4.0". In *Management Perspective for Transport Telematics: 18th International Conference on Transport System Telematics, TST 2018, Krakow, Poland, March 20-23, 2018, Selected Papers 18* Springer International Publishing, 509-524.

- Bukht, R. ve Heeks, R. (2017). *Defining, conceptualising and measuring the digital economy*. Development Informatics Working Paper No: 68. University of Manchester, Manchester, UK: Global Development Institute, SEED, Centre for Development Informatics.
- Bulut, E. & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*. 4(7), 55-77.
- Cherdantseva, Y. & Hilton, J. (2013). A Reference Model of Information Assurance & Security. Proceedings of 2013 International Conference on Availability, Reliability and Security. IEEE Computer Society, Washington, United States, 546-555.
- Crafts, N. (2011). Explaining the first Industrial Revolution: two views. *European Review of Economic History*, 15(1), 153-168.
- Çelik, N. (2006). *İş Hukuku Dersleri*. İstanbul: Beta.
- Çelik, N. (2019). *Sanayinin Geleceği Endüstri 4.0 ve İş Sağlığı ve Güvenliği. İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Çelikleş, M.S., Sonlu, G. Özgel, S. & Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. *Endüstri ve Mühendislik Dergisi*. 54(662), 24-34.
- Çevik, G. Z. (2018). *Endüstri 4.0 bağlamında Türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Çiğdem, S. (2019). Endüstri 4.0 ve Dijital Emek Platformlarının İnsana Yakınsır İş Bağlamında Değerlendirilmesi. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*. 77, 157-199.

- Davidsson, P., Hajinasab, B., Holmgren, J., Jevinger, A. ve Persson, J. A. (2016). The fourth wave of digitalization and public transport: opportunities and challenges. *Sustainability*, 8, 1-16.
- Deane, P. (1979). *The first industrial revolution*. Cambridge University Press.
- Derinöz, Z. ve Özkanlı, İ. (2018). *Sanayi 4.0'ın Türkiye'de Gelişimi. İstihdamda 3İ Dergisi*.(27). Türkiye İş Kurumu. 80-83. EBSO, (Ege Bölgesi Sanayi Odası) (2015).
- Eggers, W. D. ve Macmillan, P. (2015). *Deloitte, kamu 2020: Kamunun geleceğine yolculuk*. İstanbul: Deloitte
- Ekin, N. (1989). Endüstri İlişkileri. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadı Yayınları No: 104.
- EKOIQ Dergisi* Özel Eki, Aralık, 1-17. Eşiyok, B. A. (2017). *Dünyada ve Türkiye'de Bilim ve Teknoloji: Türkiye İçin Bir Kalkınma Stratejisi Önerisi*. İstanbul: HBT Akademi E- Kitapları 1.
- EKOIQ, (2014). "Akıllı" Yeni Dünya Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: *Bilişimin Endüstriyle Buluştuğu Yer Türkiye "Akıllı" Üretime Hazır mı?*
- Eldem, M.O. (2017). Endüstri 4.0. *TMMOB Emo Ankara Şubesi Haber Bülteni*. 2017/3, 10- 16.
- Erdut, T. (2019). Dijitalleşme ve işgücü piyasası. 20. Çalışma ekonomisi ve endüstri ilişkileri kongresi, 61.
- Freyer, H. (2018). *Sanayi Çağı*. (Çev.: Bedia Akarsu ve Hüseyin Batuhan). Ankara: Doğu Batı Yayınları.
- Fülberth, G. (2008). *Kapitalizmin Kısa Tarihi*. (Çev.: Sadık Usta). İstanbul: Yordam.

- Gawer, A. ve Cusumano, M. A. (2015). *Business platforms*. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 3, 37-42.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things*. Apress.
- Gökhan, Ö. (2020). Eklemeli Üretim Teknolojileri Üzerine Bir Derleme. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 9(1), 606-621.
- Göktaş, P., ve Kılıç, R. C. (2018). Possible effects of industry 4.0 on the entrepreneurship. *Journal of Social And Humanities Sciences Research*, 5(28), 3383-3393.
- Görçün, Ö.F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0* (Birinci basım). Beta Yayınevi. İstanbul.
- Güner, A. (2018). 4. Endüstri Devrimi Ülke İncelemesi: Amerika Birleşik Devletleri, <https://www.yonetimdeinsan.com/endustri40/4-endustri-devrimi-ulkeincelemesi-amerika-birlesik-devletleri>
- Güneri, Y. (2019). *Endüstri 4.0 ile çevirmenlik mesleğinin geleceği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Gür, N., Ünay, S. ve Dilek, Ş. (2017). *Sanayiye Yeniden Düşünmek: Küresel Teknolojik Dönüşümün Dünya ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları*. İstanbul: SETA.
- Gür, Y.E. Ayden, C.& Yücel, A. (2019). *Yapay Zekâ Alanındaki Gelişmelerin İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi*. Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 3(2), 137-158.
- Güven, S. (2001). *Sosyal Politikanın Temelleri*. 3.Baskı. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Heilmann, F., Reitzenstein, A., & Levick, K. (2020). *Is Germany Ready For The Future: The Case For Action In A Climate Changed World*. E3g.org

- Helfgott, R.B. (1986). America's Third Industrial Revolution. *Challenge*, 29(5), 41-46. Hoppit, J. (2011). The nation, the state, and the first industrial revolution. *Journal of British Studies*, 50(2), 307-331.
- Hughes, T. P. (1989). *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870–1970*. New York: Viking.
- ILO (International Labor Organization). (2019). ILO Centenary Declaration for the Future of Work. ILO.
- Jankowski, S., Covello, J., Bellini, H., Ritchie, J., & Costa, D. (2014). *The Internet of Things: Making sense of the next mega-trend*. Goldman Sachs.
- Johannessen, J.A. (2019). *The Workplace of the Future: The Fourth Industrial Revolution, The Precariat, and the Death of Hierarchies*. New York: Routledge.
- Kabaklarlı, E. (2019). Endüstri 4.0 ve dijital Ekonomi: Dünya ve Türkiye Ekonomisi için Fırsatlar, *Etkiler ve Tehditler*. (İkinci baskı). Ankara: Nobel.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion.
- Karabağ, S. F. (2008). *Strateji ve endüstrinin firma performansına etkisi: Türkiye'nin öncü sanayi işletmeleri üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Karadal, F. & Türk, M. (2008). İşletmelerde Teknoloji Yönetiminin Geleceği. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 59-71.

- Karahan Sönmez, P. (2019). Endüstri 4.0 & dijital dönüşümde çalışanların değişime açıklığı ile yöneticilerinin liderlik tarzları ilişkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kasa, H. & Arslan, G. (2020). Endüstri 4.0 Kapsamında Teorik Bir Analiz: Türkiye Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1810-1826.
- Kenney, M., & Zysman, J. (2016). The rise of the platform economy. *Issues in Science and Technology*, 32(3), 61-69.
- Kılıç, S. & Alkan, R.M. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 29-49.
- Koca, D. (2020). Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*. 16(31), 4531-4558.
- Kurtulmuş, N. (2001). *Sanayi ötesi dönüşüm: Küreselleşme ve insan kaynakları boyutuyla*. İz Yayıncılık.
- Kurz, H.D. (2018). *4. Sanayi Devriminin Eşiğinde (Auf der Schwelle zur Vierten Industriellen Revolution)*. (Çev.: Burak Ekmekçioglu). Karatahta İş Yazıları Dergisi. Ağustos 2018. Sayı 11.
- Küçükkalay, A.M. (1997). Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 2(2), 51-68.
- Lindgren, I. ve Veenstra, A. F. (2018). Digital government transformation: a case illustrating public e-service development as part of public sector transformation. 19th Annual International Conference on Digital Government Research. Delft, 30 May-1 June

- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. *Journal of Industrial Information Integration*. 6, 1-10.
- Mecek, M. (2017). E-devlet ve e-belediye: Kavramsal çerçeve ve Türkiye’de belediye web sitelerine yönelik yapılan çalışmaların incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22, 1815-1851.
- Metin, B. (2022). Dijitalleşen Dünyada Değişen İstihdam Modelleri: Dijital Emek Platformlarında Çalışanlar Açısından Tehditler ve Fırsatlar. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 917-950.
- Mohajan, H. (2019). The first industrial revolution: Creation of a new global human era. OECD (2019), OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9ee00155-en>
- OECD, (2017). *The Next Production Revolution: Implications For Governments and Business*. OECD Publishing, Paris.
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. Pusula Yayıncılık. İstanbul.
- Özdoğan, O. (2018). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. (İkinci baskı). İstanbul: Pusula.
- Özsoylu, A.F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Parlak, Z. (1999). Yeniden Yapılanma ve Post-Fordist Paradigmalar. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*. 1(1), 83-102.
- Pisching, M.A. Junqueira, F. Filho, D.J.S. & Miyagi, P.E. (2015). Service Composition in the Cloud-Based Manufacturing Focused on the Industry 4.0. In: *Technological Innovation for Cloud-Based Engineering Systems*.

Camarinha-Matos, L. Baldissera, T. Di Orio, G. & Marques, F. (ed.). Springer. Cham.

Planing, P. Pfoertsch, W. & Daimler, A.G. (2016). The Digital Business Transformation Paths From Manufacturer to Digital Ecosystem Provider - Analyzing the Strategic Options of Large Corporations Towards Digitalization. Allied Academies Summer Internet Conference Proceedings. 18(2), 66-70.

Pollitzer, E. (2019). Creating a Better Future: Four Scenarios for How Digital Technologies Could Change the World. *Journal of International Affairs*, 72(1), 75-90.

Rangaswamy, A., Moch, N., Felten, C., Van Bruggen, G., Wieringa, J. E., & Wirtz, J. (2020). *The role of marketing in digital business platforms*. *Journal of Interactive Marketing*, 51, 72-90.

Rifkin, J. (2014). *Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiye ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor?* Sıral, P. & Başhekim, M. (çev.). İletişim Yayınları. İstanbul.

Ritzer, G. (2011). *Toplumun McDonaldlaştırılması: Çağdaş Toplum Yaşamının Değişen Karakteri Üzerine Bir İnceleme*. (Çev.: Şen Süer Kaya). İstanbul Ayrıntı Yayınları.

Romero, D. (2016). The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation Towards Human-Automation Symbiosis Work Systems. IFIP Advanced in Information and Communication Technology Conference Paper.

Ruyter, A., Brown, M. ve Burgess, J. (2019). Gig Work and the Fourth Industrial Revolution: Conceptual and Regulatory Challenges. *Journal of International Affairs*, 72(1), 37-50.

- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston consulting group, 9(1), 54-89.
- Salgues, B. (2018). *Society 5.0: Industry of the Future, Technologies, Methods and Tools*. USA: Wiley.
- Sanders, A. Elangeswaran, C. & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 9(3), 811-833.
- Santos, B.P. Charrua-Santos, F. & Lima, T.M. (2018). Industry 4.0: An Overview. Lecture Notes in Engineering and Computer Science, 2236(July), 1-7.
- Sayar, M. & Yüksel, H. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*. 10(2), 83-98.
- Sayar, S. (2019). *Dijitalleşme ile yeni oluşan kavramlar: Endüstri 4.0, Iot ve blockchain uygulamaları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Schou, J. ve Hjelhot, M. (2018). *Digitalization and public sector transformations* (1.Edition). Palgrave Macmillan.
- Schumpeter, J. A. (2010). *Kapitalizm, Sosyalizm ve Demokrasi*. (Çev.: Hasan İlhan). Ankara: Alter.
- Schwab, K. (2016). Dördüncü Sanayi Devrimi. (Çev.: Zülfü Dicleli). İstanbul: Optimist.
- Sedefçi, K. (2018). *Endüstri 4.0 bakış açısıyla nesnelere interneti ve müşteri deneyimi açısından incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi,

Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Sicular, S. (2013). Gartner's big data definition consists of three parts, not to be confused with three" v" s. Gartner, Inc, 27.

Siemens. (2022). Siber Fiziksel Sistemler. <https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/>.

Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*. 32, 43-57.

Sözen, M. ve Mescioğlu, T. (2019). Endüstri 4.0'ın İtici Güçlerinin Türkiye ve Çin Üzerindeki Etkileri. *International Journal of Social Inquiry*, 12(1), 287-315.

Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., & Kohnová, L. (2019). External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges. *Sustainability*, 11(2), 345.

Strange, R. & Zucchella, A. (2017). Industry 4.0, Global Value Chains and International Business. *Multinational Business Review*. 25(3), 174-184.

Şekkeli, Z. H. & Bakan, İ. (2018). Akıllı Fabrikalar. *Journal of Life Economics*. 5(4), 203- 220.

Şendoğdu, A. A. (2020). Endüstri 4.0 Devriminde Robotik Kaynaklar Yönetimi Bağlamında İnsan Kaynakları Yönetiminde Yeni Açılımların Kaçınılmazlığı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 34(1), 168-184.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2019). *2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi (18 Eylül 2019)*.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2019). *Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Stratejik Plan 2020-2024. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı*.

- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2023). *Ar-Ge Merkezleri ve Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB)*. <https://www.sanayi.gov.tr/arge-tasarim-merkezleri-vetgb> Erişim Tarihi: 27.02.2023.
- Tanili, S. (1979). *Uygarlık Tarihi Ders Notları*. Yalkın Ofset, İstanbul.
- Tektaş, M., Akbaş, A., & Topuz, V. (2002). Yapay zekâ tekniklerinin trafik kontrolünde kullanılması üzerine bir inceleme. Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Thompson, E.P. (2012). *İngiliz İşçi Sınıfının Oluşumu (The Making of the English Working Class)*. (Çev. Uygur Kocabaşoğlu). İstanbul: Birikim Yayınları.
- Tilly, R. H. (1989). Banking institutions in historical and comparative perspective: Germany, Great Britain, and the United States in the nineteenth and early twentieth century. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 189-209.
- Tiryakioğlu, M. (2008). Emeğin Bilgi ile Dönüşümü. *İktisat Dergisi*. 494/495, 91-96. Tokol, A. (2001). *Endüstri İlişkileri ve Yeni Gelişmeler*. Bursa: Vipaş.
- Tokol, A. ve Kara, E. (2022). Dördüncü sanayi devrimi ve kadın istihdamı. *Bursa Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(1), 1-18.
- Trappey, A. J. C. Trappey, C. V. Govindarajan, U. H. Chuang, A. C. & Sun, J. J. (2017). A Review of Essential Standards and Patent Landscapes for the Internet of Things: A Key Enabler for Industry 4.0. *Advanced Engineering Informatics*. 33, 208-229.
- Troxler, P. (2013). *Making the 3rd Industrial Revolution. The Struggle for Polycentric Structures and a New Peer Production*. Transcript Publishers. Bielefeld.

- TÜİK, (2015). Türkiye'nin İnternet Kullanım Alışkanlıkları, www.tuik.gov.tr
- TÜRK-İŞ, (2012). Ulusal İstihdam Stratejisi: Eleştirel Bir Bakış, Ulusal İstihdam Stratejisi Sempozyumu, 5.
- TÜSİAD (Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği). (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. Tüsiad. Mart. İstanbul.
- TÜSİAD. (2017). *Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği- Türkiye'nin 4. Sanayi Devrimi. TÜSİAD, 12-589.*
- Uyar, A. (2018). *Made In China 2025 Stratejisi*, <https://hbrturkiye.com/blog/made-inchina-2025-stratejisi>
- Wang, S. Wan, J. Zhang, D. Li, D. & Zhang, C. (2015). Towards Smart Factory for Industry 4.0: A Self-Organized Multi-Agent System With Big Data Based Feedback and Coordination. *Computer Networks. 101*, 158-168.
- WEF (World Economic Forum). (2015). Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, World Economic Forum.
- WEF (World Economic Forum). (2020). Future of Jobs 2020. WEF.
- Yeliseyeva, N.V. (2010). *Yakın Çağlar Tarihi*. (Çev.: Özdemir İnce). İstanbul: Yordam Kitap.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2)*, 546-556.
- Yıldız, T. (2013). *Sanayi devriminin doğurduğu sanat anlayışları ve grafik tasarımın bu süreç içerisindeki gelişimi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, F. (2019). *Endüstri 4.0 - iş sağlığı ve güvenliği entegrasyonu: İmalat sektörü üzerine bir inceleme*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak

Yılmaz, G. (2008). *Kuzey Amerika Sanayi Devrimi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.

Yoşumaz, İ. (2018). *Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde kurumsal hafızanın rolü*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Zencirkıran, M. ve Baştürk, Ş. (2019). *Çalışma ve Endüstri Sosyolojisi*. Bursa: Dora Basım Yayın.