



T. C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ ANABİLİM DALI  
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ BİLİM DALI

**ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİSİ:  
BURSA ÖRNEĞİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**HALİL İBRAHİM AKKUŞCU**

**BURSA – 2019**





**T. C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ ANABİLİM DALI  
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ BİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİSİ:  
BURSA ÖRNEĞİ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

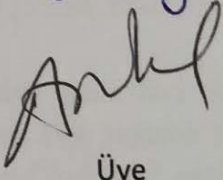
**HALİL İBRAHİM AKKUŞCU**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. AYSEN TOKOL**

**BURSA – 2019**

T. C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE  
TEZ ONAY SAYFASI

Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bilim Dalı'nda 701613007 numaralı Halil İbrahim Akkuşcu'nun hazırladığı "Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği" konulu Yüksek Lisans ile ilgili tez savunma sınavı, 30.07/2019 günü 13-14 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının Basarılı (başarılı / başarısız) olduğuna oybirliği (oybirliği / oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

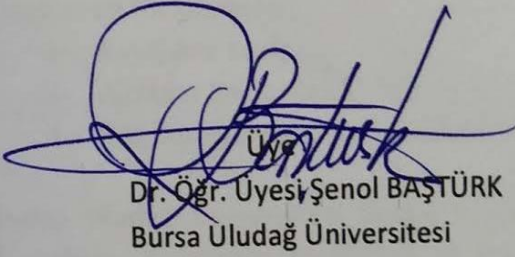


Üye

Prof. Dr. Aysen TOKOL  
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Elif Yüksel OKTAY  
Yalova Üniversitesi



Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Şenol BAŞTÜRK  
Bursa Uludağ Üniversitesi

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih: 18/06/2019

Tez Başlığı / Konusu: Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 109 sayfalık kısmına ilişkin, 18/06/2019 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından (Turnitin)\* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 16 'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

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

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

18.06.2019

*Halil İbrahim Akkuşcu*

Adı Soyadı: Halil İbrahim Akkuşcu  
Öğrenci No: 701613007  
Anabilim Dalı: Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri  
Programı: Çalışma Ekonomisi  
Statüsü:  Y.Lisans  Doktora

Danışman  
(Adı, Soyad, Tarih)

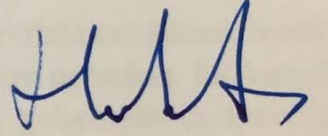
*Arslan*

## Yemin Metni

Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak sunduğum “Endüstri 4.0’in Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

18.06.2019

Tarih ve İmza



**Adı Soyadı:** Halil İbrahim Akkuşcu

**Öğrenci No:** 701613007

**Anabilim Dalı:** Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri

**Programı:** Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri

**Statüsü:** Yüksek Lisans



## ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı	: Halil İbrahim Akkuşcu
Üniversite	: Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü	: Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	: Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri
Bilim Dalı	: Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri
Tezin Niteliği	: Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı	: VIII + 152
Mezuniyet Tarihi	: .... / .... / 20.....
Tez Danışman(lar)ı	: Prof. Dr. Aysen Tokol

### ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİSİ: BURSA ÖRNEĞİ

Endüstri 4.0; nesnelerin interneti, internet hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir bütündür. Bu teknolojilerle birlikte kimi iş kolları ortadan kalkacak, kimi iş kolları ise faaliyet alanını genişletecektir. Teknolojik gelişmelerin işsizliğe neden olmalarının yanı sıra katma değeri yüksek ürünler ve hizmetler sunmaları, ülkelerin refah düzeylerinin artmasını ve toplumsal yaşam standartlarının yükselmesini sağlamaları beklenmektedir.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın; iyimser ve kötümser görüşler çerçevesinde, çalışma hayatında oluşturacağı etkiler incelenmiştir. Türkiye sanayii üzerindeki etkisi ve Türkiye sanayisinin bu dönüşümdeki konumu ortaya konulmuştur. Ayrıca Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojik bileşenlerin Bursa ilindeki yerel şirketlerde ne düzeyde kullanıldığı ve etkileri üzerine nitel bir araştırma yapılmıştır. “Endüstri 4.0 çalışma hayatını nasıl etkiler” sorusu üzerinden Türkiye'nin istihdam yapısına olası etkileri açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde; günümüze kadar gerçekleşen Endüstri Devrimleri ve Endüstri 4.0 ile bileşenleri, ikinci bölümünde; Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri, üçüncü bölümünde; Türkiye'nin çalışma ilişkileri bakımından Endüstri 4.0 çerçevesindeki konumu ve istihdam yapısına olası etkileri literatür bağlamında açıklanmış, dördüncü bölümünde ise Bursa'da farklı sektörlerde üretim yapan sanayi şirketlerinin Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma düzeylerini ölçülmesi ve bu teknolojilerin ilk etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla nitel araştırma yapılarak sonuçları sunulmuştur.

Nitel araştırma sonucunda Bursa ilinde Endüstri 4.0 farkındalığının yüksek olduğu buna karşın; yeni teknoloji kullanımının yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Robotik, Çalışma Hayatı, İstihdam

## ABSTRACT

Author Name and Surname : Halil İbrahim Akkuşcu  
University : Bursa Uludağ Üniversitesi  
Institute : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Department : Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri  
Discipline : Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri  
Quality of Thesis : Master Degree  
Number of pages : VIII + 152  
Date of graduation : .... / .... / 20.....  
Thesis Advisor (s) : Prof. Dr. Aysen Tokol

### THE EFFECT OF INDUSTRY 4.0 ON WORK LIFE: THE CASE OF BURSA

**Industry 4.0; the Internet of things, internet services and cyber-physical systems. With these technologies, some lines of business will disappear and some lines of business will expand. Although technological developments are thought to cause unemployment, it is thought that providing high added value products and services will increase the welfare levels of the countries and increase the standards of social life.**

**In this study, Industry 4.0; In the framework of optimistic and pessimistic views, the effects of work life will be examined. The impact on industry of Turkey and Turkey has put forward position in this industry transformation. In addition, a qualitative research has been conducted on the extent to which the technological components constituting Industry 4.0 are used in local companies in Bursa and their effects. "How it affects the industry working life 4.0" out of the question for Turkey's employment structure it has tried to explain the possible effects.**

**In the first part of this study; In the second part of the Industrial Revolutions and its components with Industry 4.0; the third part of the effects on work life; Turkey's labor relations in terms of industrial location in the 4.0 framework and described in the literature in terms of their potential impact on the employment structure, measuring the level of use of the industry 4.0 technology of industrial companies engaged in production in various sectors in Bursa In the fourth chapter and the results made qualitative research to assess the initial effects of this technology were presented.**

**As a result of the qualitative research, awareness is high in Bursa; the use of new technology was not sufficient.**

**Keywords: Industry 4.0, Robotics, Working Life, Employment**



# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLolar</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>BİRİNCİ BÖLÜM ENDÜSTRİYEL GELİŞİM VE ENDÜSTRİ 4.0</b> .....	<b>5</b>
1.1. TARİHSEL AÇIDAN ENDÜSTRİYEL GELİŞİM .....	5
1.1.1. Endüstri Devrimi Döneminin Başlangıcı .....	5
1.1.2. Birinci Endüstri Devrimi ( Endüstri 1.0 ) .....	9
1.1.3. İkinci Endüstri Devrimi ( Endüstri 2.0 ) .....	11
1.1.4. Üçüncü Endüstri Devrimi ( Endüstri 3.0 ) .....	12
1.1.5. Dördüncü Endüstri Devrimi (Endüstri 4.0) .....	15
1.2. ENDÜSTRİ 4.0'IN YAPISI VE BİLEŞENLERİ .....	19
1.2.1. Endüstri 4.0'ın Yapısı ve Getirileri.....	19
1.2.2. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri.....	22
1.2.2.1. Nesnelerin İnterneti.....	22
1.2.2.2. Büyük Veri ve Analizi .....	26
1.2.2.3. Siber Fiziksel Sistemler.....	26
1.2.2.4. Otonom Robotlar .....	28
1.2.2.5. Simülasyon .....	32
1.2.2.6. Bulut .....	33
1.2.2.7. Siber Güvenlik.....	34
1.2.2.8. 3D Yazıcılar .....	35
1.2.2.9. Arttırılmış Gerçeklik ve Endüstride Kullanımı.....	36
<b>İKİNCİ BÖLÜM ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ</b> .....	<b>37</b>
2.1. İSTİHDAMA ETKİSİ .....	37
2.1.1. İyimser Görüş .....	39
2.1.2. Kötümser Görüş.....	42
2.2. MESLEKLERİN DÖNÜŞÜMÜ .....	46
2.3. SEKTÖRLERE ETKİSİ .....	53
2.4. GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERİN İŞGÜCÜ PİYASALARINA ETKİSİ.....	54
2.5. ÇALIŞMA KOŞULLARINA ETKİSİ.....	56
2.6. ŞİRKETLERE ETKİSİ.....	57
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM TÜRKİYE'NİN ENDÜSTRİ 4.0 DÖNÜŞÜMÜ</b> .....	<b>59</b>
3.1. TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİNİN YAPISI VE ENDÜSTRİ 4.0 KARŞISINDAKİ KONUMU.....	59
3.2. ENDÜSTRİ 4.0'IN TÜRKİYE'DE İSTİHDAM ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ .....	68
3.2.1. Türkiye'de İstihdamın Yapısı .....	68
3.2.2. Endüstri 4.0'ın Türkiye'de İstihdam Üzerine Olası Etkileri .....	71
3.2.3. Türkiye İstihdam Yapısında Değişmesi Olası Çalışma Anlayışı .....	72
3.2.4. Türkiye'de Endüstri 4.0'ın Getireceği Ekonomik Büyümenin İstihdam ile İlişkisi .....	77

<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM BURSA'DA SANAYİ ŞİRKETLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 HAKKINDA GÖRÜŞLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA .....</b>	<b>83</b>
4.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	83
4.2. ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ.....	83
4.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	85
4.4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI.....	86
4.5. ARAŞTIRMA ÖRNEĞİNE İLİŞKİN BULGULAR.....	86
4.5.1. Araştırmaya İlişkin Soru ve Bulgular.....	86
4.5.2. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi .....	98
<b>SONUÇ .....</b>	<b>106</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>110</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>121</b>



## TABLÖLAR

**Tablo 1.** Endüstri Devrimleri Basamakları

**Tablo 2.** İş Dünyasında Talep Edilen Beceriler

**Tablo 3.** Mesleklerin Dönüşümü

**Tablo 4.** Türkiye'deki İş Kolları ve Mevcut İşçi Sayısı

**Tablo 5.** Mevsim Etkilerinden Arındırılmış Temel İşgücü Göstergeleri

**Tablo 6.** Bilgisayar Tarafından Gerçekleştirilebilme Olasılıklarına Göre Meslekler ve Bu Mesleklerin Türkiye'de İstihdamdaki Payları

**Tablo 7.** Yıllara Göre Otomotiv Sektöründe İstihdam

**Tablo 8.** Yıllara Göre Otomotiv Sektöründe İhracat Değeri ve Adedi

**Tablo 9.** İmalat Sanayi İstihdam-Üretim-Maaş Değerlerinin Büyüme ile Karşılaştırılması

**Tablo 10.** Araştırma Evreninin Özellikleri

## ŞEKİLLER

Şekil 1. Endüstri Devrimlerinin Kilit Olayları

Şekil 2. Endüstri 2.0 ile Seri ve Kitle Üretimi

Şekil 3. Endüstri 3.0 ile Otomasyonun Üretime Girmesi

Şekil 4. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi

Şekil 5. Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri

Şekil 6. İnsanların ve Makinelerin Çalışma Saati Oranı 2018 vs. 2022 (Öngörülen)

Şekil 7. Şirketlerin Değişen Beceri İhtiyaçlarına Yönelik Geliştirecekleri Stratejiler (%)

Şekil 8. İşgücü Dönüşümü ve Yeni Teknolojileri Yapılan İşlere Entegre Etmek İçin Tercih Edilen Paydaşlar

Şekil 9. Teknoloji Gruplarına Göre Kapasite Rapor Dağılımı

Şekil 10. Sektörlerin Dijitalleşme İçin Yaptıkları Yatırım Yüzdeleri

Şekil 11. Dijital Teknolojilere Yatırım Yapan ve 2 yıl İçinde Yatırım Yapacakların Oranları

Şekil 12. Şirketlerin İlgili Teknolojileri Seri Üretim Hatlarına Entegre Etme Durumları

Şekil 13. BCG Üretim Maliyetleri Endeksine Göre Ülkelerin Üretim Maliyetleri

Şekil 14. Sektörlerin Türkiye Ekonomisine Katkısı, İhracatın İthalatla İlişkisi ve İleri Teknoloji Ürünlerinin İhracattaki Yeri

Şekil 15. Türkiye İçin İşgücü Öngörüsü

Şekil 16. Hype Döngüsü

Şekil 17. Gartner Teknoloji İlerleme Döngüsü, 2018

## KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BCG	: Boston Consulting Group
BİSİAD	: Bilişim Teknolojileri İş Adamları Ve Profesyonelleri Derneği
BT	: Bilgi Teknolojileri
BTSO	: Bursa Ticaret Ve Sanayi Odası
CPU	: Merkezi İşlemci Birimi
EPC	: Elektronik Ürün Kodu
GFK	: Growth From Knowledge
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IAB	: İstihdam Araştırmaları Enstitüsü
İKY	: İnsan Kaynakları Yönetimi
IOT	: Nesnelerin İnternet
IP	: İnternet Protokol Adresi
KOBİ	: Küçük Ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
NIST	: Ulusal Standartlar Ve Teknolojiler Enstitüsü
PAC	: Programlanabilir Otomasyon Control Cihazı
PLC	: Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
RFID	: Radyo Frekans İle Tanımlama Etiketleri
RPA	: Robotic Süreç Otomasyonu
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
TEMA	: Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma Ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
TOBB	: Türkiye Odalar Ve Borsalar Birliği
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayici Ve İş Adamları Derneği

## GİRİŞ

İnsanlık, tarih boyunca elde ettiği ekonomik büyümeyi, büyümenin sağladığı refahı ve tüm bunların ötesinde uygarlığın kendisini, teknolojiye borçludur. Her yeni teknoloji, kelebek etkisiyle, farklı alanları da kapsayan bir yapıya dönüşmüş ve insanlığı etkilemiştir. Ancak bu kelebek etkisinin, özellikle Endüstri Devrimi'yle birlikte çift taraflı olumlu ve olumsuz etkileri birlikte yaşanmaya başlanmıştır. Endüstri 1.0'da buhar motorunun icat edilmesiyle köylü topluluklar, işçilere dönüşmüş ve düzenli bir gelir imkânı bulmuştur. Düzenli bir gelir de ekonomik refahın artmasını sağlamıştır. Ancak burjuva sınıfı bu refahtan payını toplumun diğer kesimlerine göre çok daha fazla almıştır. Endüstri Devrimi'nin gerçekleştiği ülke olan İngiltere, endüstrinin gelişmesi için gereken teknolojiye sahip olduğundan, 19.yüzyılın öncüsü olmuştur. Endüstri 2.0 ile Fordist üretim modeline geçilip, içten yanmalı motora sahip araçlar yayılmaya başladıkça, at arabaları gözden düşmüştür. Bu motorlu araçlar, tarımda makineleşmeyi sağlayarak, verimliliğin artmasında, maliyetlerin düşmesinde önemli bir rol oynamıştır. Ancak tarımda çalışanların sayısı ciddi oranda azalmıştır. İçten yanmalı motorun ata yaptığını, traktörler tarım işçisine yapmıştır.

Yıllar sonra telefonlar evlerde kullanılmaya başlanmış ve her telefon, bir santral operatörünü piyasadan silmiştir. Aynı şekilde ATM'ler kullanılmaya başlandığında da veznedarların bir kısmı işini kaybetmiştir. Günümüzde ise robotlar fabrikalara girmeye ve sanayi işçilerini tehdit etmeye başlamışlardır. Ancak tüm bu etkilere karşılık, belirli kitlelerin, üretim ve hizmete yönelik her bir yeniliği faydalarına kullanmaları, yeniliğin kolayca benimsenmesini de beraberinde getirmiştir. Tarih boyunca yaşanan Endüstri Devrimlerinde insanlık, yaratım ile yıkım arasında kalmış ve devrimin yaratımı, yıkımını her zaman telâfi etmiştir. Ancak günümüzde yaşanan veya yaşanmakta olan endüstri devriminin, insanlığı geçmişte yaşanan endüstri devrimleriyle karşılaştırılmayacak kadar derin bir ikileme karşı karşıya bırakacağı yönünde derin bir endişe bulunmaktadır. Zira önceki devrimlerde olduğu gibi günümüzde de her bir yenilik, piyasada emeğin payını azaltmaktadır. Ancak ilk defa emeğin azalan payı, telâfisi olmayan bir boyuta ulaşmaktadır. İlk defa hiçbir görüş, yaratımın yıkımını nasıl telâfi edeceğine yönelik bir öngöründe bulunmakta zorlanmaktadır.

Bu tez çalışması, Endüstri 4.0'ın çalışma hayatı üzerinde yaratacağı sosyo-ekonomik etkileri incelemektedir. Endüstri 4.0; 1790'larda başlayan Endüstri Devrimlerinin dördüncüsüdür. Endüstri 1.0'da buhar makinesinin kullanımıyla mekanik üretime başlanmış, 1900'lerin başında Endüstri 2.0 ile elektrik gücünden yararlanılarak seri üretime geçilmiş, 1970'lerde yaşanan Endüstri 3.0 ile üretimde bilgisayarlı otomasyon sistemleri kullanılabilir olmuştur. 2011 yılında başlayan ve günümüzde halen gelişimini sürdüren Endüstri 4.0 ise; farklı teknolojilerin, birlikte ve internet ile kontrol edilebilen nesnelere aracılığıyla dijital üretimin gerçekleştirilmesini ifade etmektedir. Endüstri 4.0 ile endüstrideki üretim süreçlerinin tümüne yeni teknolojiler adapte edilerek, fabrikaların '*akıllı fabrikalara*' dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerinin etkileri, sanayi üretimi yanında tarımsal üretim ve hizmetler sektöründe de önemli sonuçlar doğurmakta, bu nedenle Endüstri 4.0 tüm sektörler için büyük önem taşımaktadır.

Endüstri 4.0'ın siyasi, ekonomik ve sosyal sonuçlarının piyasaları dönüştüreceği ve 21. yüzyıla damgasını vurup, dünyayı yeniden şekillendireceği düşünülmektedir. Günümüz bu nedenle kapitalist ekonomik düzenin, küresel siyaseti ve toplumsal ilişkileri değiştirmeye ve dönüştürmeye başlayacağı yeni bir yüzyılın başlangıcını oluşturmaktadır.

Halen iş dünyası sürecin ekonomik boyutunda marjinal fayda üzerine, teknoloji yazarları Endüstri 4.0 teknolojilerinin sunduğu yeni imkânlarla odaklanmış durumdadır. Fütüristler ise; sadece Endüstri 4.0'ın imkân ve fırsatları üzerine yoğunlaşmaktadırlar. Ancak bu kesimler Endüstri 4.0'ın olumsuzlukları üzerinde durmamakta veya durmaktan kaçınmaktadırlar. Bu nedenle Endüstri 4.0 olumlu ve olumsuz tüm yönleri ile birlikte ele alınmalı ve incelenmelidir. Endüstri 4.0 üzerine, yapılmış akademik çalışmaların sayısı çok olmamakla birlikte, dönüşüm sürecine yönelik farklı disiplinlerden vizyoner çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmına tezde yer verilmiş, bu kaynaklar tezin temelini oluşturmuştur.

Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojik bileşenler, üretim süreçlerindeki maliyet unsurunu azaltarak, verimliliği arttıracaktır. Bu teknolojilerin verimlilikte sağlayacağı artış, ekonomik büyümeyi de olumlu yönde etkileyecektir. Ancak üretim süreçlerindeki maliyet unsuru, istihdamda sağlanacak bir azalmayla düşürülecektir. Endüstri 4.0'ın yaratacağı bu zincirleme etkiyle, yeni iş kollarının oluşması, bazı iş kollarının ise yok



olması istihdam dağılımını değiştirecektir. Bylece insan faktörü dışarda bırakılarak sağlanacak verimlilik, ekonomik büyümeye sağlayacaktır. Ancak bu noktada sosyo-ekonomik olumsuzluklar da beraberinde gelecektir. Üretim süreçlerinin dijitalleşmesinde, sermaye yoğun bir ekonomi anlayışı gelişecek, sermaye sahipleri, daha az maliyet ile daha fazla veya daha verimli ürün sağlayarak ekonomideki sermaye getiri oranlarını arttıracaklardır. Bu karşılık özellikle rutine dayalı iş yapan, vasıfsız işgücünün istihdamının daralması söz konusu olacaktır. Çalışma hayatında kalmayı başaran vasıflı işçilerin ise; teknolojinin gelişmesiyle vasıfsızlaşma tehlikesi ile karşı karşıya kalacağı istenilen ücret seviyesinde istihdam edilemeyecekler öngörülmektedir. Bu doğrultuda; Endüstri 4.0'in neden olacağı azalan istihdam, artan işsizlik sorunu toplumsal eşitsizliklerinde artmasına neden olacaktır.

Diğer taraftan özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önemli iki üretim şekli olan fason ve montaj üretimi; vasıf gerektirmeyen üretim şekilleri olduğundan, bu alanlar Endüstri 4.0'in emeğin payını en etkili şekilde tehdit ettiği üretim alanları olacaktır. Dolayısıyla Endüstri 4.0'ın, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için daha büyük bir tehdit olduğu söylenebilir. Bu ülkelerdeki emek gücüne dayalı üretim süreçleri, Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerine dayalı yeni üretim süreçleri ile rekabet edemeyecek kadar vasıfsızdır. Buradan hareketle, Endüstri 4.0'ın bazı ülkeleri ve şirketleri geliştirmesine karşın, diğer ülkeleri fakirleştirmesi bir yaratıcı yıkım olarak görülebilir. Endüstri 4.0 sürecinin kazanan ve yaratım yönünden faydalanan kesimi, endüstri devrimi ile birlikte üretkenlik-verimlilik sağlamış olan ülkeler olacaktır. Kaybeden ve yıkım yönünü oluşturanlar ise, Endüstri 4.0'ın üretkenliğinden hiç pay alamamış, rekabetten ve üretimden düşmüş, ağır bir nüfus yükünü çekmek zorunda kalan, işsiz ve tamamen bağımlı hale gelmiş ülkeler olacaktır.

Ekonomik boyutları itibariyle iktisat ve teknik altyapısı itibariyle mühendislik disiplinlerinin alanına giren Endüstri 4.0'ın; bu tez çalışmasında odak noktasını ağırlıklı olarak çalışma hayatı oluşturacaktır. Ancak Endüstri 4.0 henüz başlangıç aşamasında olduğundan ve etkileri net biçimde ortaya çıkmadığından Endüstri 4.0'ın sendikalar ve toplu pazarlık sistemi üzerindeki etkileri tezde inceleme alanı dışında bırakılacaktır.

Bu doğrultuda; çalışmanın birinci bölümünde günümüze kadar gerçekleşen Endüstri Devrimlerinin ortaya çıkışı, gelişimi ve Endüstri 4.0 ile teknolojik bileşenleri

üzernde durulacaktır. Tezin ikinci bölümünde Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına etkileri, üçüncü bölümünde Türkiye'nin çalışma ilişkileri bakımından Endüstri 4.0'daki konumu ve Endüstri 4.0'ın istihdam yapısına olası etkileri literatür bağlamında incelenecektir. Tezin dördüncü bölümünde ise; Bursa'da yerel düzeyde üretim yapan sanayi şirketlerinin Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerine uyumluluğunun değerlendirilmesi amacıyla yapılan nitel araştırmanın sonuçları yer alacaktır.



# BİRİNCİ BÖLÜM

## ENDÜSTRİYEL GELİŞİM VE ENDÜSTRİ 4.0

### 1.1. TARİHSEL AÇIDAN ENDÜSTRİYEL GELİŞİM

#### 1.1.1. Endüstri Devrimi Döneminin Başlangıcı

Temelinde teknolojinin yer aldığı Endüstri Devrimi'nin başlangıcında endüstride yaşanan değişimler gelmektedir. Endüstri Devrimi, dönemseller özellikler ve teknolojiye ortaya çıkan yenilikler doğrultusunda farklı gelişim evreleri barındırmaktadır. Söz konusu devrim, modern dönemde ortaya çıkan birçok yeniliğin de kaynağında yer almaktadır. Devrime dair ilk izler 1760'lı yıllarda İngiltere'de ortaya çıkmış ardından tüm Avrupa üzerinde zamanla etkisini göstermeye başlamıştır. Bilimsel açıdan 16. ve 17. yüzyıllarda yaşanan gelişmeler sonrasında denizcilikte ortaya çıkan ilerlemelere bağlı olarak yeni yerlerin keşfedilmesi sonrası ivmelenen Endüstri Devrimi'nin bir sonucu olarak, kültürel ve dini alanlarda da birçok değişim yaşanmıştır. Söz konusu değişimlerin yaşandığı dönemde tarım ve hayvancılık ekonomik yapının ana unsurunu oluşturmaktadır. Tarım ve hayvancılık dışında kalan marangozluk, demircilik ve dokumacılık gibi faaliyetler ise ufak el tezgâhlarında gerçekleştirilmektedir. Kaynağında buhar makinesinin icadının yer aldığı Endüstri Devrimi'nin ekonomide yarattığı ana etkiye bakıldığında; tarım ve insan gücüne dayalı üretim anlayışının yerini seri üretim ve makineleşmeye bıraktığı görülmektedir. Üretim süreçlerinde buhar gücünden faydalanan makinelerin kullanılmaya başlanması doğrultusunda ortaya çıkan modern anlayış çerçevesinde üretim miktarlarında önemli artışlar yaşanmıştır. Dönem içinde sınırlı sayıda üretim gerçekleştiren atölyeler yerlerini seri üretim gerçekleştiren fabrikalara bırakmıştır. Üretim imkânlarının gelişmesine bağlı olarak; üretimin gerçekleşmesi adına oldukça önemli bir kavram olan hammadde üretiminde de artışlar sağlanmıştır. Piyasa içinde fazla ürünün ortaya çıkması sonucu öne çıkan bir diğer kavram ise satış olmuştur. Gelir artışlarının yaşanması, elde edilen gelirlerin tüketimden ziyade makine gücünü ve beşeri sermayeyi arttırabilmek için yatırım amacı ile kullanılması büyük üretim şirketlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yaşanan tüm bu gelişmeler sonucunda şehir nüfusunda oldukça önemli artışlar meydana gelmiş ve yaşam standartlarında gerçekleşen

değişimlere paralel olarak tüketim kalıplarında da farklılaşmalar ortaya çıkmıştır (Görçün, 2016: 4 - 5).

Endüstri Devrimi'nin tarih içindeki gelişimine bakıldığında ilk olarak İngiltere'de ortaya çıktığı görülmektedir. Devrimin ilk olarak İngiltere'de yaşanmasının en önemli nedeni, kıtalararasında meydana gelen ticaretin bir sonucu olarak, toplumsal ve ekonomik değişimler üzerinde oldukça önemli etkileri bulunan burjuva sınıfının İngiltere'de ortaya çıkmış olmasıdır. Burjuva sınıfının içinde, köylüler, soylular ya da işçiler bulunmamaktadır. Bu sosyal sınıf içinde yer alanların gücünün kaynağında almış oldukları eğitim, işveren olması veya maddi imkânlar yer almaktadır. Bu grup genel olarak burjuvazi adıyla anılmaktadır. Toplum içinde burjuva sınıfının ortaya çıkmasından önce toplum, din adamlarından, köylülerden, aristokrasiden ve askerlerden oluşmaktadır. Toplumun oluşturan din adamları, askerler ve aristokratlar mevcut sistemin devam etmesi gerektiğine inanmaktadırlar. Köylüler ise yaşanabilecek bir değişimin taraftarı olsalar dâhi, bu değişimin içinde etkin bir şekilde yer alabilecek alt yapıya sahip değildirler. Bu değişimin gerçekleşmesi için toplum içinde etkinliği yüksek, bilgi birikimi geniş ve aristokratların iktidarına ortak olabilecek güçte bir sosyal sınıfa gereksinim duyulmaktadır. Bu dönemde burjuvazi daha sonra elde edeceği gücün uzağındadır. Ancak İngiltere'de köleliğin kaldırılması sonucunda işçi sınıfının doğması burjuvazi için bir fırsat haline gelmiştir (Görçün, 2016: 6).

Dönem içinde İngiltere'de köleliğin kaldırılması yönünde yoğun istekler, iktidar üzerinde güçlü baskılar yaratmıştır. Oluşan baskılarla daha fazla mücadele edemeyen İngiliz hükümeti 1807 yılında köle ticaretini yasal olmaktan çıkaran yeni bir kanun çıkarmıştır. Bu düzenleme sonrasında köle ticaretinde önemli azalmalar meydana gelse de, köleliğin fiili olarak tamamen ortadan kalkması 1833 yılında çıkarılan kanun ile mümkün olabilmıştır (Schwab, 2016: 13 - 15).

Temelleri atılmış olan Endüstri Devrimi'nin yeni bir boyuta geçmesi ve belki de sürecin hız kazanmasında köleliğin önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir. Önceleri köle olarak hayatını sürdüren insanlar, köleliğin kaldırılmasından sonra köylere yerleşerek hayatlarını sürdürmüşlerdir. Bu durumun bir sonucu olarak köylerde yaşanan

nüfus artışı ve bu artışa bağlı olarak köy içinde toprak sahibi olanlar ve olmayanlar şeklinde bir ayırım ortaya çıkmıştır. Bu dönemde köylerde yaşayan ve toprağı olmayanlar, hayatlarını devam ettirebilmek adına oldukça zor şartlar altında çalışmaya devam etmektedirler. Köylere yeni gelenler, oldukça düşük ücretler karşılığında köylerdeki toprak sahiplerinin yanında çalışmaya başlamışlardır. Toprak sahipleri bu sayede üretim ölçeklerini büyütmüş ve bu gelişim sırasında çok düşük işçi maliyetlerine katlandıkları için gelirlerinde hızlı ve önemli bir artış yaşanmıştır. Toprak sahipleri bu dönemde elde ettikleri gelirin bir kısmını ticari eylemlerde kullanmakta, diğer taraftan ürettikleri hammaddeleri çeşitli atölyelerde işleyip daha yüksek ücretlerle satarak gelirlerini arttırmaya devam etmektedirler (Görçün, 2016: 7). Geline son noktada; ekonomik durumları iyi olan toprak sahipleri güçlerini daha da arttırmış, kendilerine ait toprağı olmayan köylülerin ekonomik durumlarında bir iyileşme meydana gelmediğı gibi daha da kötüye gitmiştir.

Ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak İngiltere ve Avrupa ülkeleri arasında ticari hareketlilikler artış göstermiştir. İhracat payının önemli bir kısmı İngiltere'ye ait olsa da, mevcut üretim miktarları ortaya çıkan talebe karşılık vermediğinden, toprak sahipleri daha büyük ölçekli üretim gerçekleştirme arayışlarına girişmişlerdir (Akbulut, 2011). Ortaya çıkan yeni düzen doğrultusunda toprak sahiplerinin servetleri hızla artmaya devam ederken, ticari alanda da birçok gelişme yaşanmıştır. Bu dönemde tekstil sektörü, uluslararası anlamda en çok gelirin elde edildiğı sektör haline gelmiştir. Bu gelişmeden dolayı İngiltere'de tekstil alanında birtakım yenilikler ortaya çıkmıştır. İlk olarak devlete ait topraklarda tarımla uğraşan köylüler bu topraklardan çıkarılmış ve bu alanlara tekstil sektörünün hammadde gereksinimlerini karşılamak üzere geniş çiftlikler kurulmuştur. Bu alanlarda tekstil sektörünün gelişmesine bağlı olarak hammadde gereksinimi ile karşılaştığından, yün elde edebilmek için küçükbaş hayvancılık faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Bu durum geniş arazilere olan gereksinimi arttırmıştır. Ortaya çıkan bu ihtiyaç doğrultusunda köylerde toprağı olmayan köylüler, toprak sahipleri tarafından köylerden uzaklaştırılmışlardır. Köylerden uzaklaştırılan köylüler ise şehirlere göç etmeye başlayarak, daha sonra Endüstri Devrimi ile ortaya çıkacak işçi sınıfının zeminini hazırlamışlardır.

Bu doğrultuda tarihsel süreçte endüstrideki gelişmeler de durmamış, teknolojinin gelişimi ve ihtiyaçların da değişimi ile Endüstri Devrimleri'nin devamlılığı ortaya çıkmıştır. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında daha net incelenecek olan bu devrimler, bir temel oluşturması adına aşağıda Tablo 1'de özetlenmiştir.

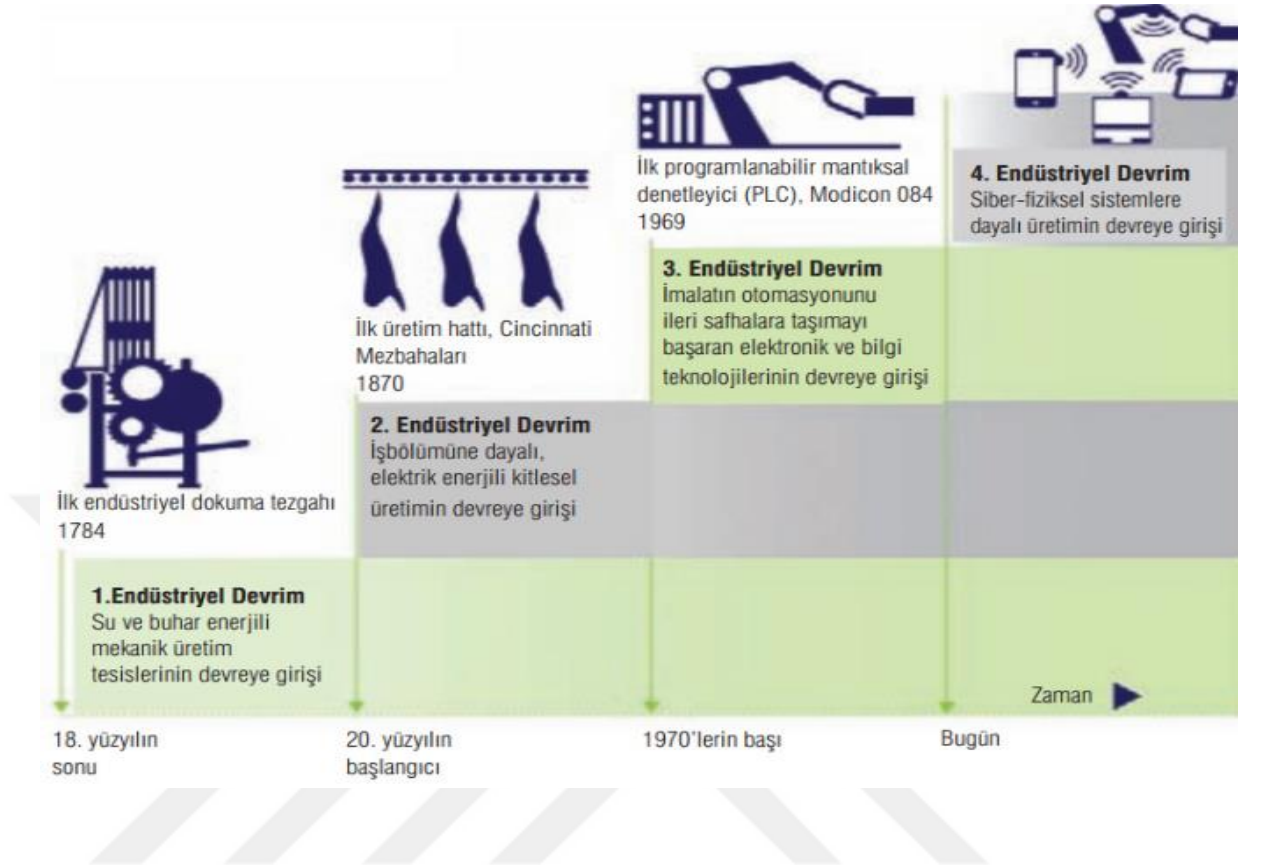
**Tablo 2.** Endüstri Devrimleri Basamakları

Endüstri 1.0	Endüstri 2.0	Endüstri 3.0	Endüstri 4.0
Su ve buhar gücünü kullanarak mekanik üretim sistemleri ile ortaya çıkmıştır.	Elektrik gücünün yardımıyla seri üretime geçilmiştir.	Dijital devrim, elektronik makine kullanımı ve BT (Bilgi Teknolojileri)'nin gelişmesiyle üretim daha da otomatikleştirildi.	Nesnelerin interneti ile birbirine bağlı hale gelen makineler ve büyük veri, otonom robotlar bulut bilişim gibi teknolojilerin endüstride kullanımı.
Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. Yüzyıl)	Elektrik ve İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi	Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl)	Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. Yüzyıl)
1712 Buhar Makinesinin İcadı	(19. Yüzyıl) 1840 Telgraf ve 1880 Telefon İcatları 1920 Taylorizm (Bilimsel yönetim)	1971 İlk mikro bilgisayar (Altair 8800) 1976 Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak)	1988 AutoIDLab. (MIT) 2000 Nesnelerin interneti 2010 Hücresel Taşıma Sistemi 2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

**Kaynak:** Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıdaki tablonun tarihsel öneme sahip gelişmeler bağlamında gösterimi aşağıda Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 7. Endüstri Devrimlerinin Kilit Olayları



Kaynak: <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 2018

### 1.1.2. Birinci Endüstri Devrimi ( Endüstri 1.0 )

Endüstri Devrimi'nin başlangıç evresinde ortaya çıkan kentlere göç, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin değişimi, işçi sınıfının ortaya çıkması gibi etkenler sonrasında yeni teknolojik arayışlar başlamıştır. Bununla birlikte su ve buhar enerjisini kullanan mekanik ürünlere ve teknolojilere gereksinim duyulmuş, Endüstri 1.0 bu gereksinimler sonucunda ortaya çıkmıştır (Ashton, 1997: 29).

1760-1840 yılları arasında İngiltere'de "James Watt" isimli bir İskoç'un buhar makinesini icat etmesi ve bu makineyi üretim sürecine adapte etmesi sonucunda Endüstri Devrimi süreci başlamıştır (Üskent, 2006: 2). Bu sürecin genel olarak, üretim süreçlerinde kas kuvvetinden makine kullanımına geçiş olarak ifade edilmesi sözkonusudur (Özdemir, 2014).



Endüstri Devrimi'nin İngiltere'de ortaya çıkmış olması bir şans veya tesadüften öte bir durumdur. İngiltere'de hüküm sürmekte olan monarşi ve İngilizlere ait anayasa, mülkiyet ve bireysel haklar konusunda vatandaşlarına önemli özgürlükler tanımıştır. Sömürge faaliyetlerinin yoğun olarak yürütüldüğü İngiltere, finansal yeterliliklerden kaynaklı olarak ticari hayatta oldukça canlı bir görüntüye sahip olmuştur. Anayasadan kaynaklı haklar doğrultusunda ticaret hayatında rekabet ortamı etkinliğini korumuştur. Sömürge faaliyetlerinden elde etmiş olduğu hammaddeleri üretim süreçlerinde etkili bir şekilde değerlendiren İngiltere, ada ülkesi olmanın kazandırmış olduğu izole durum nedeniyle Avrupa'da yaşanan çatışmalardan ve gerilim ortamından da etkilenmemiştir (Blinder, 2006).

Endüstri Devrimi'nin temelinde dönem içinde yaşanan bazı olaylar da etkili olmuştur. Özellikle Avrupa'nın ekonomik seviyesinin hızla gelişim göstermesi devrimin yaşanmasını tetiklemiştir. Bu gelişimin kökeninde 16. ve 17. yüzyıllarda Avrupa devletlerinin sömürge arayışlarına hız vermesi yatmaktadır. Özellikle İngilizler tarafından, Orta Amerika'da yer alan İspanyol kolonilerinin ve bunlara ait gemilerin yağmalanması ve sömürülmesi Avrupa kıtasına giriş yapan altın miktarını arttırmıştır (Pollard, 1963: 256 - 261). Avrupa kıtasında yaşanan zenginleşme, kapitalist eğilimlerinde artmasına neden olmuştur. Kapitalist eğilimlerin artması sonucunda ise burjuva sınıfı ortaya çıkmıştır.

Bunlara ek olarak; Avrupa ülkelerinde yaşayanların tüketim eğilimlerinde meydana gelen değişimler Endüstri Devrimi'nin ilk aşamasının yaşanmasına neden olmuştur. Daha sonra James Watt'ın geliştirmiş olduğu Newcomen buhar makinesinin daha verimli çalışabilen bir buhar makinesi haline getirilmesiyle devrim hız kazanmış ve başta endüstri olmak üzere insan hayatının her alanında önemli değişimler meydana gelmiştir (BBC, 2018).

### 1.1.3. İkinci Endüstri Devrimi ( Endüstri 2.0 )

Zaman için üretimin seri halde ve kolektif biçimde yapılma zorunluluğu ortaya çıkmış, elektriğin endüstride kullanımıyla beraber sonraki basamağa geçilmiştir (Berman, 2012: 155 - 162). İlk kolektif üretim hattı bu dönem içinde yapılmış, kitlesel üretimin ilk tohumları atılmıştır. Bu aşamalar Endüstri 2.0'ın, ilk basamaktan ayrılmasına neden olmuştur.

Bu dönemin ortaya çıkmasındaki ana nedenler; çelik sektöründeki üretim yöntemlerinde ortaya çıkan yeni yöntemler, içten yanmalı motorların endüstriye girmesi, elektrik, deniz aşırı telgraf kullanımının başlaması ve radyo gibi yeni teknolojilerin ortaya çıkmasıdır (De Vries, 1994: 255 - 261).

Şekil 8.Endüstri 2.0 ile Seri ve Kitle Üretimi



**Kaynak:** <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 2018

Bu dönemde makineleşme ile birlikte, işçi sınıfı yeni sürece uyum sağlamaya çalışmış ve mekanikleşmenin meydan okuması ile karşı karşıya kalmıştır. Neredeyse her sektör, yeni teknolojilerin iş modellerine entegre edilmesiyle daha az emek-yoğun hale gelmiştir ve bu geçiş de oldukça hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Ford, 2015: 151).

Endüstri Devrimi'nin ilk basamağının son bulduğu 1870 ile 1914 yılları arasında yaşanan teknolojik ilerlemeler ve bu ilerlemelerin sosyolojik ve iktisadi alanlarda getirdiği değişimler; Endüstri 2.0 dönemi içinde değerlendirilmektedir (Kavrakoğlu, 2014). Bu dönemde, Endüstri 1.0'm bir sonucu olarak gelişen demiryolları ağı üzerinden ticaretin hız kazanması ve demiryolları adına ortaya çıkan dayanıklı çelik arzı, ikinci aşamanın temel dinamiği olarak ortaya çıkmıştır.

Bu dönemdeki önemli diğer gelişmeler ise; petrol ve benzeri maddelerin öneminin artması, elektrik kullanımının başlaması, petrol ile çalışan motorların icat edilmesi ve bu icat doğrultusunda otomotiv sektörünün gelişme göstermesidir. Bunlara ek olarak; dönem içinde radyo ve telgraf cihazlarının etki alanının genişlemesine bağlı olarak menkul kıymet piyasası da ortaya çıkmıştır (Engelman, 2017). Dönem işçi açısından değerlendirildiğinde ise; sendikalaşmanın arttığı görülmektedir. Bilgi akışının kuvvetlenmesi doğrultusunda üretim süreçlerinde çalışan beyaz yakalılarının sayısında artış meydana gelmiştir.

Birçok görüş, Endüstri 2.0'ın birtakım olumsuzlukları beraberinde getirdiğini ileri sürmektedir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak karbon tüketiminin artması ve dünya genelinde kaynakların kontrolsüz bir şekilde kullanılması, çevresel şartlarda zaman içinde belirli olumsuzluklar ortaya çıkarmaya başlamıştır.

#### **1.1.4. Üçüncü Endüstri Devrimi ( Endüstri 3.0 )**

Üçüncü Endüstri Devrimi'nde rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklar ön plana çıkmaktadır. Bu dönemin çerçevesini, yarı iletkenler, bilgisayarlar ve internet oluşturduğundan bu devrimin "*Dijital Devrim*" olarak da adlandırılması mümkündür. Dijital devrim, elektronik makinelerin kullanımı ve Bilgi Teknolojilerinin (BT)'nin gelişmesiyle üretimi daha otomatik bir hale getirmiştir. 1971 yılında, ilk mikro bilgisayar olan "Altair 8800'ün" icadı, bu ve bunun gibi elektronik makinelerin icadı ile üretim süreçlerinin otomasyonlaşması ve 1976'da da "Apple I'in" endüstriye kazandırılması Endüstri 3.0'm başlangıcını oluşturmuştur (Rifkin, 2011).

**Şekil 9.** Endüstri 3.0 ile Otomasyonun Üretime Girmesi



**Kaynak:** <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 2018

Endüstri 3.0'ın en önemli nedeni, 1960'lı yıllardan itibaren bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile endüstride otomatikleşme ihtiyacının artmasıdır. Özellikle Endüstri 3.0 ile birlikte teknik ve teknolojik gelişmeler, endüstride daha nitelikli biçimde kullanılabilir hale gelmiştir (Smelser, 2013). Bu durumla birlikte, hem şirketler hem de devletler; bilimsel araştırmalara geçmişe nazaran daha fazla yatırım yapmış, daha fazla önem vermişlerdir. Endüstri 3.0 ile birlikte teknolojik gelişmeler ve bilimsel adımlar adeta patlama yapmıştır (Jensen, 1993).

Gerçekleşen tüm devrimlerin insanoğlunun medeniyet yolunda ilerlemesini sağladığı düşünülse de, bu devrimler kimi zaman birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Özellikle Endüstri 1.0 ve Endüstri 2.0'da doğal kaynakların ve hammaddelerin bilinçsiz bir şekilde kullanılması birtakım risklerin doğmasına neden olmuştur. Bu dönemde birçok bölgede doğal yaşam ve çevre şartlarında olumsuzluklar ortaya çıkmıştır.

Küresel ölçekte sürdürülebilirliğin risk altında olduğu fikrinin kabul görmesi sonrasında teknolojik gelişmeler çevre dostu üretimlerin gerçekleştirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu arayışlar Endüstri 3.0'ın ortaya çıkmasının temelinde yer almaktadır. Devrimin ekonomik bir boyutunun da olması için yeni bir enerji kaynağının ortaya çıkarılması ve iletişim teknolojilerinde bir yeniliğin yaşanması

gerekmektedir. Söz konusu iki gelişmenin bir arada yer alması ise insan yaşamının farklı bir basamağa geçmesine neden olacaktır. Örnek vermek gerekirse; Endüstri 1.0'ın bir patlama gerçekleştirilmesinin en önemli nedeni kömür kullanımı ve matbaanın aynı anda gelişim göstermesidir. Endüstri 2.0'da petrolün kullanılması ve iletişim alanında yeniliklerin yaşanması; Endüstri 3.0'da ise yenilebilir enerji kaynakları ve internet kullanımının ortaklığı etkili olmuştur (Rifkin, 2014: 57 - 60).

Endüstri 2.0 sonrasında 1970'li yıllardan sonra, ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin ve sonucunda meydana gelen olayların Endüstri 3.0 adı altında değerlendirilmesinde Jeremy Rifkin tarafından kaleme alınan "*Üçüncü Endüstri Devrimi*" isimli kitap etkili olmuştur. Buna ek olarak konu ile ilgili "*The Economist Dergisi'nde*" kaleme alınan etkileyici bir makale, kavramın zihinlere kazınmasına katkı sağlamıştır. Bu makalede, ortaya çıkan yeni dönem doğrultusunda üretim süreçlerinin dijitalleşmesi üzerinde durulmuştur. Bu doğrultuda çok fazla insanın görev aldığı, verimlilik oranlarının çok düşük olduğu fabrikaların bu anlayış içinde faaliyetlerini sürdürebilmesi pek mümkün görülmemektedir. Üretim süreçlerinde kullanılan üç boyutlu yazıcılar, kullanışlı üretim robotları, yeni üretim materyalleri ve üretim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler doğrultusunda oldukça az insanın çalıştığı ancak verimliliğin oldukça yüksek olduğu bir döneme geçilmiştir. Ayrıca makalede, üretim maliyetlerinin daha düşük olması nedeniyle üretim süreçlerinin az gelişmiş ülkelere kaydırılması sonucunda gelişmiş ülkelerde yeni meslek dallarının doğabileceği öngörülmüştür (Economist, 2018).

Endüstri alanında gerçekleşen Endüstri 3.0, diğer devrimlere kıyasla çok daha fazla değişime ve birçok yeni koşulun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Üretim süreçlerinde kullanılan materyaller eskisine göre daha hafif daha kullanışlı ve çok fonksiyonlu olmaya başlamıştır. İnternet erişiminde yaşanan gelişmeler sonucunda ise tasarım yapan insanların daha fazla işbirliği yapmalarına imkân sağlanmıştır. Ortaya çıkan bu denli önemli değişimlerin toplumsal yaşam içinde karşılık bulmaması ise söz konusu değildir.

Üretim süreçlerinde kullanılan otomasyon sistemlerinin gelişmesine bağlı olarak verimlilik oranlarında ciddi artışlar yaşanmıştır. Örnek vermek gerekirse; Nissan

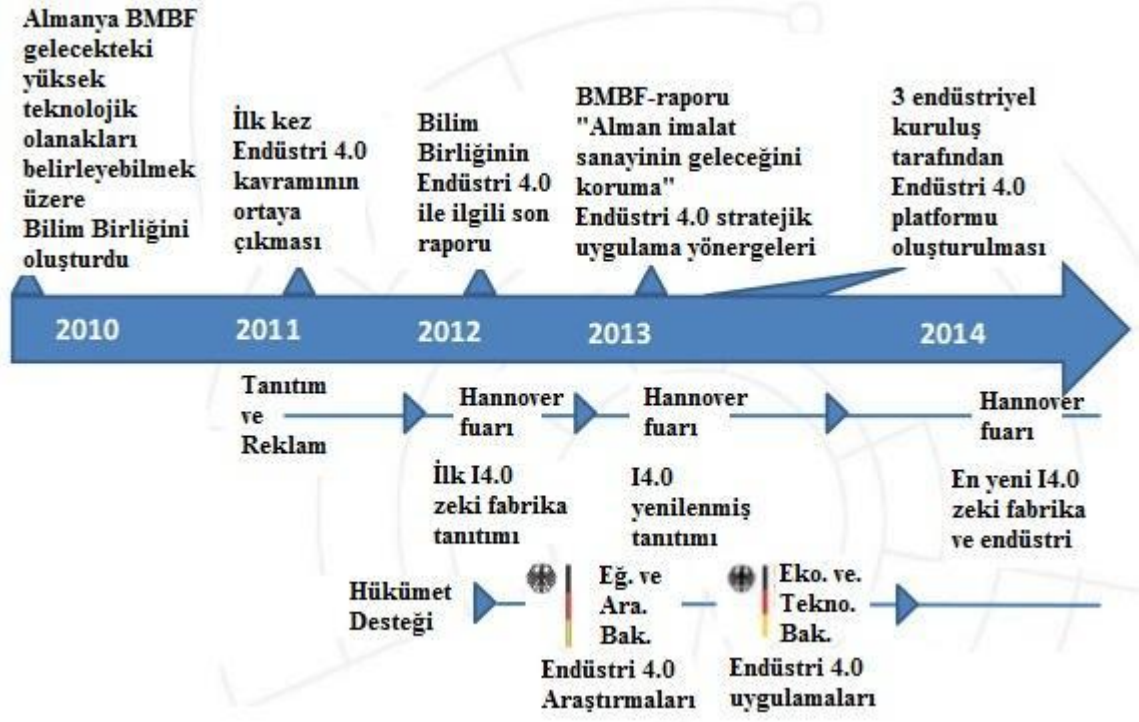
Şirketine ait Sunderland'daki fabrikada 1996 yılında işçi başına 59 arabanın üretimi gerçekleşmekte iken, 2016 yılına gelindiğinde bu rakam 88'e çıkmıştır. Bu rakamlar kişi başına düşen üretim miktarında %49'luk bir artışın gerçekleştiğini göstermektedir (Tandoğan, 2012).

#### **1.1.5. Dördüncü Endüstri Devrimi (Endüstri 4.0)**

Önceki bölümlerde ifade edilen Endüstri Devrimi ve sonraki basamakları, teknolojik gelişmelerin endüstriye yansımaları doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Teknolojideki gelişmeler ilk olarak buhar makinelerini, sonrasında petrol ve elektriği ve Endüstri 3.0'da ise rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte endüstride otomatikleşmeyi / otomasyonu ortaya çıkartırken, günümüzde de süregelen Endüstri 4.0'ın yolunu açmışlardır (Qin vd., 2016: 173 - 174).

Elektriğin, makineleşmenin, seri üretimin ve kolektif çalışma sistemlerinin artık içselleştirildiği endüstride, kullanılan cihaz ve makinelerin birbirleri ile iletişimleri, otomasyon hatlarının daha etkin ve hızlı biçimde kontrolü, teknoloji ile birlikte ortaya çıkan artırılmış gerçeklik, bulut bilişim gibi bileşenlerin endüstride kullanıma açılması Endüstri 4.0'la birlikte olmuştur.

Şekil 10. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi



**Kaynak:** <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 2018

\* BMBF: Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı

Otonom sistemlerin ve sanal ortamların 21. yüzyılda kullanımının artması, 1988 yılında “Auto-ID Labs” ağının ve 2000 yılının ardından nesnelerin interneti üzerine geliştirici çalışmaların ve uygulamaların artması, 2010 yılından itibaren ise hücresel taşıma sistemlerinin devreye alınması, Endüstri 4.0'ı önceki Endüstri Devrimi basamaklarından keskin çizgilerle ayırmıştır. 2020 yılında ve sonrasında ise temel vizyonun otonom etkileşim ve sanallaştırma üzerinde yoğunlaşması beklenmektedir (Rübmann vd., 2015; Wang vd., 2016: 158 - 168).

Teknolojide yaşanan gelişmelere bağlı olarak insanlara bir imkân şeklinde ortaya çıkan Endüstri Devrimleri sürekli yeni biçimleri ile karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde ise yaşanan gelişmelerin bir sonucu olarak Endüstri 4.0, yaşamın merkezinde yer almaya başlamıştır. Bu son nesil devrimin ortaya çıkmasında geçmiş dönemlerde yaşanan devrimlerin kaynaklarına benzer toplumsal gelişmeler henüz yaşanmamıştır. Bu devrimin ortaya çıkmasının en önemli nedeni bir önceki dönemde temelleri atılan yeniliklerin



gelişim göstererek farklı boyutlara ulaşmasıdır. Endüstri 4.0'ın ilk ortaya çıkışı; 2011 yılında Almanya'nın Hannover şehrinde düzenlenen fuar ile gerçekleşmiştir. Bu fuar sonrasında üretim süreçlerinde insanların yer almadığı, robotların kullanımında önemli bir artış sağlayacak ve bu robotları hayatın merkezine sokacak adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu fuar sonrasında Alman Hükümeti'nin mevcut gelişmeleri sanayi politikalarının merkezine alması Endüstri 4.0'ın başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda Alman Hükümeti tarafından, yıllık düzenli raporları hazırlamak ve Sanayi Bakanlığı'na sunmak ile görevli bir kurul oluşturulmuştur (Görçün, 2016: 141).

Buharın ortaya çıkardığı gücün makineleri harekete geçirmesi ile başlayan Endüstri Devrimi süreci, üretim süreçlerinde kullanılan akıllı makinelerden, bilişim yeniliklerine ve nesnelere tarafından internetin algılanmasına kadar birçok alanda insanoğlunu gelecek dönemlere taşımaktadır. Endüstri 3.0'da üretim süreçlerinde karşılaşılan otomasyon sistemleri, Endüstri 4.0 ile daha akıllı ve fonksiyonel hale gelmektedir. Geliştirilen siber fiziksel sistemler çok daha hızlı ve yüksek kaliteli üretim süreçlerinin yaşanmasını sağlamaktadır. Gelişen noktada fiziksel sistemlerin önemli bir kısmının uzaktan kontrol edilmesi mümkün hale gelmiştir. Üretim süreçlerinde öğrenme becerilerini ortaya çıkaran algoritmaların kullanıldığı robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu üretim süreçleri içinde yeni bir anlayışın oluşması ve buna bağlı olarak yapay zekâ uygulamalarının yaygınlığının artması sonucunda üretim alanında oldukça baskın şirketler ortaya çıkmıştır (Özdoğan, 2017: 28).

Yüksek gelir elde etme amacıyla hareket eden şirketlerin karşılaştıkları en büyük sorun, müşterilerin zihinlerinde canlanan olumlu kalite algısının korunması ve müşteri memnuniyetinin olabilecek en üst düzeyde sağlanmasıdır. Çoğu zaman şirketlerin kârlılıklarını arttırmak adına giriştikleri faaliyetler kalite standartlarının yakalanamamasına ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır. Beklentilerin altında kalan üretimler sonucunda ilk olarak müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkmakta daha sonra ise müşteriler kaybedilmektedir.

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkarmış olduğu yeniliklerin tam olarak şirketlerle uyumlu hale gelmesi, ürünlerin ortaya çıkışından müşterilere ulaşıncaya kadarki süreç içinde

hedeflenen tüm kalite standartlarının otonom sistemler tarafından kontrol altında tutulabilmesine imkân tanımaktadır. Bu sayede hem müşterilerin memnuniyetleri sağlanmakta hem de beklentilerine karşılık verilmektedir. Geliştirilen sistemler sonucunda hem yüksek kârlılık elde edebilmek hem de müşterilerin beklentilerine karşılık verecek kalitenin sağlanması mümkün olmaktadır. Ayrıca bu sistemler insanlarla makineler arasında etkileşimi üst düzeyde sağlamaktadır. Yürütülen üretim süreçleri içinde elde edilecek katma değer ise maksimum düzeyde tutulabilmektedir (Öztuna, 2017: 51; Görçün, 2016: 144).

Endüstri 4.0 incelendiğinde, onu diğer Endüstri Devrimleri'nden ayıran 4 temel unsur ön plana çıkmaktadır. Bunlar; “sensörler”, “veriler”, “bilgi” ve “işlem” olarak sayılabilmektedir. Bu unsurlar sonucunda üretim süreçlerinde karşılaşılabilecek hata paylarının sıfıra indirilmesi ve verimsiz üretim süreçlerinin engellenmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca bu sistemler üretim süreçlerinde devamlılığın sağlanması noktasında da önem taşımaktadır. Üretim süreçlerinde kullanılan makinelere yerleştirilen sensörler sayesinde, elektrik, kuvvet, basınç, ivme, pH, ışık, nem gibi kavramlarla ilgili ortaya çıkan sinyaller otomasyon sisteminde veri haline getirilebilmektedir. Ayrıca geliştirilen bu sistemler aracılığı ile elde edilen veriler faydaları çerçevesinde sistem içinde sınıflandırılabilmektedir. Bir ortamda sonsuz veri elde edilebileceği göz önüne alındığında; sistem tarafından verilerin anlamlı bir şekilde analiz edilmesi oldukça önemli bir gelişmedir. Sistem içinde elde edilen veriler üretim sürecinde ortaya çıkan amaçlar doğrultusunda yüksek etkinlikle kullanılmaktadır. Bu faydanın ortaya çıkmasında otomasyon sistemleri için hazırlanan bilgisayar yazılımlarından yararlanılmaktadır. İlgili veriler sonucunda makinelerin otomatik olarak eyleme geçmesi ise işlemler aracılığı ile sağlanmaktadır. Yazılım programları tarafından elde edilen veriler ışığında sağlanan işlemlerle, makineler içindeki uygun donanımlar faaliyete geçmektedir. Üretim bandındaki bir robotun hareketleri, bandın doğru zamanda harekete geçmesi, boya haznesi boşalmış bir deponun otomatik olarak dolması vb. işlemler bu sayede gerçekleşmektedir (Sener ve Eevli, 2017: 26 - 28).

“*Inglobe Technologies Şirketinin*” gerçekleştirmiş olduğu bir araştırmada yedi önemli teknolojinin üretim süreçlerinde farklılaşmayı sağladığı öne sürülmüştür. Söz

konusu teknolojiler; nesnelere tarafından algılanan internet, 3D yazıcılar, yapay zekâ uygulamaları, robot tasarımları, sanal gerçeklik teknolojisi, nanoteknoloji, sosyal üretim süreçleri ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıdır. Söz konusu teknolojilerin bir kısmının uygulamalarına Endüstri 3.0 ile başlanmıştır. Ancak bazı teknolojilerin kullanılmaya başlanması Endüstri 4.0 ile gerçekleşmiştir (Inglobetechnologies, 2018).

Endüstri 4.0 gelişimini tamamlamamış ve asıl yeniliklerini ilerleyen yıllarda gösterecek bir devrimdir. Ortaya çıkması beklenen yeniliklerin odak noktasında veri üretimi gerçekleştirme becerisine sahip teknolojiler yer almaktadır. Söz konusu devrim döneminde verilerin elde edilmesinin ve kullanılmasının oldukça önemli bir yere sahip olması dönemi siber bir dönem haline getirmektedir. Bu dönemden önceki Endüstri Devrimleri'nde geliştirilen fiziksel sistemler Endüstri 4.0 ile akıllı hale gelmektedir. Geliştirilen sistemler, veri toplayabilmekte, toplanan verileri analiz edebilmekte ve analiz sonuçlarına göre işlemler gerçekleştirebilmektedirler (Özdoğan, 2017: 35).

Süreç içinde daha önceki dönemlerde de gelişim göstermekte olan internet kavramı endüstriyel bir biçime dönüşmektedir. Bu nedenlerle Endüstri 4.0 dönemini sadece endüstriyel bir devrim olarak nitelendirmek sığ bir bakış açısı olarak değerlendirilebilir. Dönem içinde öne çıkan önemli bir kavram ise geliştirilen vizyondur (Banger, 2016: 89).

## **1.2. ENDÜSTRİ 4.0'IN YAPISI VE BİLEŞENLERİ**

### **1.2.1. Endüstri 4.0'ın Yapısı ve Getirileri**

Endüstri 4.0 üretim ortamında, her bir verinin çevrimiçi biçimde toplanmasına, verilerin çevrimiçi analiz edilip, kararların çevrimiçi verilmesine, çevrimiçi olarak verilen kararların yine çevrimiçi olarak uygulanmasına imkân sağlayacağı için daha verimli iş modelleri ortaya çıkaracaktır. Bu devrim nesnelere interneti, internetin hizmetleri ve siber fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünüdür. Aynı zamanda bu yapı akıllı fabrika sisteminin oluşmasında büyük rol oynamaktadır. Endüstri 4.0 büyük ölçüde kendi kendini yöneten üretim süreçlerini mümkün kılan, akıllı, dijital olarak ağıba bağlı sistemler

tarafından sağlanmaktadır. Endüstri 4.0 dünyasında, insanlar, makineler, teçhizatlar, lojistik sistemleri ve ürünler doğrudan birbirleriyle iletişim kurmakta ve işbirliği yapmaktadır. Üretim ve lojistik süreçleri, imalatın daha verimli ve esnek hale getirilmesi için şirket sınırları boyunca akıllıca entegre edilmiştir.

Klasik üretim sistemlerinde veriler günde birkaç kez gözden geçirilir. Birkaç kez durum değerlendirilmesi yapılarak yeni kararlar alınır ve uygulanır. Endüstri 4.0 ile veriler “*Merkezi İşlemci Birimi (Central Processing Unity – CPU)*” hızında toplanıp, gözden geçirilmekte, değerlendirilip, karar verilmekte ve bu kararlar uygulanarak sonuçları tekrar CPU hızında gözden geçirilmektedir. Bu döngü klasik metoda kıyasla bir günde sonsuz defa yapılmaktadır.

Aşağıdaki özellikler uzak doğulu üreticileri Avrupalı üreticilerin önüne geçirmektedir. Endüstri 4.0, şirketlerin maliyet bazlı yalınlaşmasını ve operasyon bazlı hızlanmasını hedeflemektedir. Uzakdoğu’da işçilik maliyetlerinin düşük olması Avrupa üzerinde üstünlük sağlanmasında, çok küçük bir etkidir. Zira aşağıdaki başlıklardan da görüleceği gibi üstünlük sağlayabilmek için gerekli olan ucuz işgücü değil, çalışma metotlarıdır. Buradan hareketle Endüstri 4.0’ın sağlayacağı verimlilik artışı için aşağıda açıklanan metotların geliştirilmesi gerekmektedir (Roblek vd., 2016; Zhou vd., 2015: 2147 - 2152):

- **Daha az kaynak ile daha fazla üretim:** Hem teknolojik gelişim hem de kaynakların doğru kullanımının sağlanması ve bu dengenin kurulması adına, daha az kaynak kullanımı ile birlikte daha fazla üretimin yapılabilmesi, güçlü rekabet şartları ve ekonomik koşullarda büyük bir öncelik olarak ortaya çıkmaktadır.
- **Enerji verimliliği:** Endüstri 3.0 ile değişmeye başlayan yenilenebilir enerjilere yönelim, enerji kaynaklarının da gerektiği ölçüde ve optimum fayda ile kullanılmasını şart koşmaktadır.

- **Gereksiz eylemler için robot kullanımı:** İnsan gücünün niteliği gereği, insansız gerçekleştirilebilecek proseslerde robot ve robotik sistemlerin kullanımı verimlilik ve süreçlerin doğruluğu açısından önemlidir.
- **Daha yalın ve daha esnek imalat:** Yalın düşüncenin ve yalın üretimin literatüre geçmesi ile birlikte, iş ve üretim süreçlerinde esnek, hata payının ve gereksiz enerji kaybının önüne geçilmesi verimliliği artırmaktadır.
- **Piyasaya sürme süresini kısaltmak:** Üretim sonrasında ortaya çıkan ürünlerin, piyasaya sürülme sürelerinin kısaltılması ve sağlıklı işleyen tedarik zinciri kurulması, daha kısa inovasyon döngülerinin kurulması ve kullanılması ile daha kolay bir hale gelmektedir.
- **Çok hızlı değişen pazarlar:** Endüstri 4.0 ve teknolojinin endüstriye daha etkin ve nitelikli girmesi ile birlikte pazarlarda ve rekabet gücünde köklü değişimler meydana gelmiştir. Şirketler, inovasyonlarında ve üretim süreçlerinde pazarlarda ortaya çıkan dönüşümleri göz ardı etmemelidirler.
- **Maksimum otomasyon:** Endüstri 4.0 ile birlikte endüstriyel süreçlere katılan otomasyonun daha etkin kullanımı ve teknolojinin –özellikle de nesnelerin interneti ile- geliştirilmesi, üretim süreçlerinde insangücünün yerini almasına zemin hazırlamıştır. Bu süreç içinde otomasyonun ne kadar yoğun kullanıldığı, verimliliğin o kadar yükselmesi ve hata payının o kadar azalması olarak görülmektedir.
- **Kişiselleştirilmiş seri üretim ihtiyacı:** Seri üretimde otomasyonun da kullanımı ile birlikte özellikle tüketim alışkanlıkları ve dönemin getirilerindeki dönüşümler, kişiselleştirilmiş seri üretimlerin yapılabilmesini bir zorunluluk haline getirmiştir.

## 1.2.2. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri

Endüstri 4.0 oldukça kapsamlı dönüşümlerin olduğu bir Endüstri Devrimi basamağıdır. Bu basamağın en önemli bileşenleri (Schmidt, 2013; Lee, 2014; Lee vd., 2015: 38 - 41) aşağıda Şekil 5'te gösterilmektedir.

Şekil 11. Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri



**Kaynak:** <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, 2018

Bu başlık altında hem yukarıda belirtilen bu argümanlara hem de bunların dışında kalan diğer Endüstri 4.0 bileşenlerine yer verilmiştir.

### 1.2.2.1. Nesnelerin İnterneti

“Nesnelerin İnterneti (Internet Of Things - IoT)” tekrarlanmaz şekilde “İnternet Protokol Adresi (Internet Protocol Address – IP)” alan nesneler ve bu nesnelerin “ağda (network)” bulunmasıdır. Bağlı bulunan nesneler birer “Kablosuz Erişim Noktası (Accesspoint)” olabilmekte ve online veri iletişimi yapabilmektedir (Aggarwal vd., 2012: 383 - 428).

Nesnelerin kapsamı sensörler, veri tabanları, diğer cihazlar veya yazılım olabilir. Sensörler; “Kalp Pilleri”, “Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System – GPS)”, “Radyo Frekans İle Tanımlama etiketleri (Radio Frequency Identification

*Technology - RFID*)” gibi bireysel tanımlama cihazlarını içerebilir. Sensörler, genellikle belirli bir ortamla ilgili farklı bilgiler sağlamaktadır. Örneğin; RFID sensörleri saati ve konum bilgilerini gösterebilir. Kalp pilleri kalp atım hızı hakkında bilgi yakalar. Farklı türde sensörler bir ögenin durumunu izleyebilir. Nesnelere akıllı olabilmekte, diğer nesnelere haberdar olabilmekte ve onlarla iletişim kurmaları gerekebilmektedir. Bir nesne diğerinin yerini belirleyerek bir haberleşme başlatabilir. Ondan aldığı verileri de toplayarak, bir karar verebilir. Örneğin; güvenli depolama koşullarının sağlanması için içinde tehlikeli yanıcı kimyasal olan ve yan yana durması sakıncalı olan depolama üniteleri önceden içerikle ilgili etiketlenip, haberleşmesi ile olası bir kazanın önlenmesi sağlanabilir (Aggarwal vd., 2012: 383 - 428).

RFID, genellikle “*Elektronik Ürün Kodu (Electronic Product Codes - EPC)*” ile çok sayıda benzersiz tanımlanabilir nesnelere izleme kabiliyeti ile nesnelere interneti için anahtar konumundadır. Ancak, her yerde hazır bulunan sensör cihazlar, barkod veya 2D kodları da tüm büyük ölçekli gömülü sensörler ile nesnelere interneti için kullanılabilir. Ayrıca, nesnelere benzersiz adreslenebilir ve internete bağlı olduklarından, onlar hakkında veri de internete bağlı diğer bilgisayarlar üzerinden akabilir. Bu nesnelere; çevrelerini algılayıp iletişim kurabilmek ve karmaşıklığı çözümlenmek için araçlar haline gelmiştir. Genellikle insan müdahalesi olmadan zorlu senaryolar ile otonom cevapları sağlayabilmektedirler (O’Leary vd., 2013: 53 - 65).

IoT kavramı ilk kez “*Kevin Ashton’ın*” “*P&G*” Şirketi’nde bir sunumunda, her gün kullanılan objelere RFID ve diğer sensörleri ekleyerek “*Nesnelere İnterneti*” oluşturulabileceğini söylemesi ile 1998 yılında tanımlanmıştır (Kopetz, 2011: 307 - 323). Ancak kullanılmaya başlaması 1991 yılında yerel ağ üzerinden kahve miktarını kamera ile kontrol eden “*Trojan Room Coffee Pot*” gibi örneklere dayanmaktadır (Ashton, 2009: 97 - 114). Araştırmacılar üst katta bulunan kahve makinesinin boş olduğu zamanlarda merdiven tırmanmamak için makinayı gözleyen bir video-kamera yerleştirerek hem makinenin doluluk takibini bilgisayarlarından yapmış, hem de günümüzdeki nesnelere interneti’nin temellerine katkıda bulunmuşlardır (Santucci, 2009).



Nesnelerin interneti teknolojileri son yıllarda tarım, güvenlik, akıllı ev ve şehirler gibi pek çok alanda kullanılmaya başlanmış ve günlük hayatın içinde yer almayı başarmıştır (Armentia vd., 2012: 868 - 873). Örneğin; akıllı ev uygulamalarında, ev sahibi eve ulaştığında otomatik olarak açılan garaj kapısı, onlara kahve hazırlanması, iklim kontrol sistemleri, televizyon ve diğer aygıtların kontrol edilmesi gibi faaliyetler sağlanabilmektedir. Tarım alanında ise; nesnelerin interneti nem ve sıcaklık değeri ölçülerek bitkilerin yetiştirilmesinde yardımcı olabildiği gibi, ev ve iş yerlerindeki ısı ve ışığın yönetimini sağlamak, bireylerin sağlık parametrelerinin takibi gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır. Bu uygulamalardan bazıları veri toplamak için kullanılırken, bazıları ise karar verme mekanizmasında yer almaktadır (Jing vd., 2014: 2481 - 2501). Gelişmekte olan bu teknolojiler ve yenilikler, hizmet uygulamaları pazar talepleri ve müşteri gereksinimleri ile orantılı olarak büyümektedir. Ayrıca, cihazların her yerde ve her zaman kullanılabilirlik açısından müşteri gereksinimlerine uyacak şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. IoT; donanım üreticileri, internet servis sağlayıcıları ve uygulama geliştiricileri için büyük bir pazar fırsatı sunmaktadır. IoT akıllı nesnelerinin 2020 sonuna kadar dünya genelinde 212 milyar varlığa ulaşması 2022 yılında ise makinalar arasındaki trafik akışının, tüm internet trafiğinin %45'ini oluşturması beklenmektedir. IoT tabanlı hizmetlerin ekonomik büyümesi de şirketler açısından önemlidir. Sağlık ve üretim uygulamaları büyük bir ekonomik etki oluşturmaktadır. Elektronik ortamda etkin bir şekilde tıbbi tanı ve tedavi hizmetleri sağlayacak mobil sağlık uygulamaları ile ilgili IoT tabanlı hizmetler ekonomik olarak en büyük bölümü oluşturmaktadır. IoT hizmetlerinin bütününe bakıldığında; bunun yıllık ekonomik etkisinin 2025 yılında 2.7 trilyon dolar ile 6.2 trilyon dolar arasında olacağı tahmin edilmektedir (Manyika vd., 2013).

IoT ile ilgili öngörülen istatistikler bu endüstri ve hizmetlerin önemli gelişmeler göstereceğini ve büyüyeceğini öngörmektedir. Bu ilerleme yakın gelecekte IoT endüstrisi ve hizmetlerinde de önemli gelişmeler ile akıllı nesneler oluşacağını ve bu alandaki verinin de giderek artacağını göstermektedir. Bu nesnelere gelen büyük veri ile onları daha akıllı hale getirmek ve insan hayatını kolaylaştıracak yeni nesnelerin interneti teknolojileri üretmek, veri madenciliği için fayda sağlayacak bir çalışma

konusudur. Nesnelerin internetinden elde edilen ve üzerinde veri madenciliği uygulanacak veri karakterleri aşağıdaki şekilde incelenebilir (Chen vd., 2015: 12).

- **Okunan ve yazılan büyük miktarda veri:** Elde edilen verinin terabayt, petabayt hatta zettabayt boyutuna ulaşması nedeniyle veriyi hızlı ve verimli bir şekilde işleyecek bir mekanizmaya gereksinim duyulmaktadır.\*
- **Veri tiplerinin ve veri kaynaklarının heterojen olması:** Bir nesnelerin interneti sisteminde ses, sıcaklık gibi farklı veri türlerinin aynı anda kullanılması durumu ile karşı karşıya kalınabilir. Bu durumda farklı cihazlar birbirleri ile iletişime geçebildikleri gibi, web sayfalarından veri almak da mümkün olmaktadır.
- **Kompleks bilginin ayıklanması:** Bilginin gelen büyük verinin içinde gizlenmiş olması durumunda elde edilen bilgi anlaşılır olmayabilir. Bu nedenle veri özelliklerinin analiz edilmesi ve farklı verilerle arasındaki ilişkinin incelenmesine gereksinim duyulmaktadır.

Akıllı ortamlar aynı zamanda RFID etiketleriyle ilişkilendirilmiş üretim parçalarının yaygınlaşmasıyla birlikte endüstriyel tesislerin otomasyonunun geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Üretim parçaları işlem noktasına geldiğinde; etiket RFID okuyucu tarafından okunur. Okuyucu RFID numarası ve depolanmış diğer verilerle işlemi gerçekleştirir. Makine ve robotlar bu olay tarafından uyarılır ve üretim parçalarını taşırlar. İşletme sistemi ve RFID etiketinden gelen verilerin karşılaştırılması ile sistem bir sonraki süreç aşamasında ne yapması gerektiğini öğrenmiş olur. Paralel olarak, makine monitörlerine monte edilen kablosuz sensörler ile önceden belirlenmiş özel eşik değerinin, yani ürün parçasının daha önceden belirlenmiş standartlarının aşılp/aşılmadığı kontrol edilirken öte yandan aşma varsa sürecin durdurulmasını sağlar. Bu şekildeki bir uygulama, üretimin kalite kontrol sürecine katkı sağladığı gibi veri madenciliği ile elde edilmiş olan bir eşik değerinin nesnelerin interneti uygulamasında kullanılmasına da imkân sağlamış olur (Chen vd., 2015: 12).

---

\* Terabayt, petabayt ve zettabayt: dijital ölçüm birimleridir.

### **1.2.2.2. Büyük Veri ve Analizi**

Büyük veri kavramı, birçok sensörden alınan verinin bir arada değerlendirilerek işlem yapılmasını sağlayan bir uygulama olarak bilinmektedir. Endüstri 4.0 dönemi içinde faaliyet göstermekte olan birçok şirketin kullandığı kişisel veri tabanı gün geçtikçe yeterliliğini kaybetmektedir. Bu doğrultuda şirket yönetimlerinin, dışarıdan gelecek verileri analiz ederek yeni bilgilerin üretilmesini sağlayan sistemleri geliştirmesi gerekmektedir.

Büyük veri olgusunun ortaya çıkması ile birlikte şirketler, operasyonlarının neredeyse her yönü hakkında sonsuz miktarlarda veri toplamakta ve iş süreçleri toplanan bu veriler doğrultusunda şekillenmektedir. Makine öğrenmesi ve akıllı otomasyonlar ile birlikte insan gücü ile ilgili verilerin toplanması ve bunların bir havuzda değerlendirilmesi Endüstri 4.0'ın bir kazanımıdır (Ford, 2015: 15).

Geleneksel veri tabanları güncel şartlar karşısında yetersiz kalmakta bu nedenle büyük ölçekli birçok şirket veri analizine yönelik yatırımlarını arttırmaktadır. Büyük veri analizi uygulamaları sonucunda sadece geçmiş dönem etkinlikleri ile ilgili değerlendirmeler yapılmamakta, güncel şartlara karşılık geliştirilebilecek aksiyonlar da belirlenmektedir (Lee vd., 2014: 4 - 5).

### **1.2.2.3. Siber Fiziksel Sistemler**

Şirketlerin mevcut durumlarına bakıldığında; bağlantısız organizasyonların kullanılmasının yanısıra, bağlanabilirlik seviyesi hayli gelişmiş olan uygulamalara da rastlanmaktadır. Günümüz şartlarında sanal dünya ile gerçek dünyanın birbirinden ayrı olarak değerlendirilmesi çok sağlıklı bir yaklaşım değildir. Zira söz konusu sanal dünyanın temelinde çoğu zaman gerçek yaşam yer almakta, fiziksel yaşamın sınırları ise sanal dünyanın varlığına bağlı olarak gelişim göstermektedir. Siber sistemler ise söz konusu bu iki dünya arasında bilgi akışını sağlayan fiziksel sistemler olarak ortaya çıkmaktadır. Gelişen sistemlerin en önemli özelliği; Endüstri 4.0 döneminin en önemli argümanı olmasıdır. Geline noktada teknolojiye yaşanan gelişmelere bağlı olarak

geliştirilen bilişim sistemleri üretim süreçlerinin merkezinde yer almaktadır. İlerleyen dönemlerde ise siber fiziksel sistemlerin ve teknolojik donanımlarla kuvvetlendirilmiş makinelerin yeni ara yüzlerinin olması beklenmektedir. Söz konusu sistemleri ise eş zamanlı olarak kontrol edebilmek, güncelleme noktasında hızlı ve esnek bir yapıya kavuşturmak adına birtakım inovasyonların sisteme uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Endüstri 4.0'ın temel noktasında, üretim süreçleri ve sistemlerinde kullanılmakta olan ara yüzler aracılığı ile çeşitli ağlarla etkileşim içerisine girip, çeşitli servis sağlayıcıları ile iletişimin sağlanması olanaklı kılınmaktadır. Akıllı cep telefonlarında yer alan internet sağlayıcıları üzerinden istenilen tüm içeriklerin elde edilmesi ya da internet tabanı üzerinden diğer akıllı cihazlarla iletişim kurulabilmesi bu anlamda verilebilecek örneklerdir.

Endüstri 4.0 üzerinden değerlendirildiğinde ise; siber ve fiziksel dünya arasında bağlantıların makinelere taşındığı görülmektedir. Buna örnek olarak üretim amaçlı kurulan akıllı fabrikaların gösterilmesi mümkündür. Akıllı fabrikalarda kurulan otomasyon sistemleri sayesinde, üretim sürecinde aktif olarak yer alan donanımların kendi arasında iletişime geçerek üretim planlarını hayata geçirmesi sağlanmaktadır. Üretim esnasında hammadde eksikliğinin fark edilmesi sonucunda gerekli siparişlerin otomatik olarak verilmesini örnek olarak göstermek mümkündür. Söz konusu siber fiziksel sistemler, AR-GE ve pazarlama alanları içinde önemli bir yere sahiptir. Bir fiziki ortamın resmen kurulmasında önce bu sistemler aracılığı ile simüle edilmesi ve denenmesi mümkün olmaktadır. Bu denemelerin sonucunda ilgili fizibilite çalışmalarında da etkinlik sağlanmaktadır (Siemens, 2017: 11).

Teknolojide yaşanan hızlı değişimlere paralel olarak, üretim süreçlerinde, düzenlemelerinde ve ortaya çıkan hizmet anlayışında da bazı değişimler yaşanmıştır. Günümüze kadar birçok üretici şirket, otomasyon sistemleri ile radyo frekans sistemlerini kullanarak birçok süreci 'akılcı' bir hale getirmiş olsa da hala gelinen teknolojik nokta çok yeterli görülmemektedir. Geliştirilen siber sistemlerin temel amacı; üretim süreçlerinin tamamını akıllı izleme ve kontrol sistemleri ile yürütmektir.

Geliştirilen siber sistemlerin endüstriyel hayatta ve günlük hayatta ortaya çıkacak yansımalarının 3 şekilde özetlenmesi mümkündür (Siemens, 2017: 11):

- **Inovasyon, plan ve pazarlama:** Söz konusu aşamaların geçilmesi sonrasında tüketicilere ait bireysel tercihlerin de analiz edilmesi olası hale gelecek ve üretim planları bu analizlerin sonucunda gerçekleştirilecektir.
- **Tam otomasyon halinde 7 gün 24 saat çalışan fabrikalar:** Çalışma planları bilgisayar yazılımları tarafından gerçekleştirilen makinelerin varlığı ile üretim süreçlerinde verimliliğin ve kalitenin artması sağlanmaktadır.
- **Pazar ve nihai tüketiciler:** Nesnelerin internet ile uyumlu hale gelmesi sonucunda pazarlar, marketler, lojistik depo alanları vb. ortamlarda sipariş akışları otomatik bir düzene girerek tedarik süreçleri daha hızlı sağlanmaktadır.

#### 1.2.2.4. Otonom Robotlar

En yeni otomasyon teknolojilerinden biri, “*Robotik Süreç Otomasyonu*’dur (*Robotic Process Automation – RPA*)”. RPA, “*karmaşık dijital süreçlerin, bir kullanıcı tarafından gerçekleştirildiği gibi, kullanıcı arabirimini kullanarak ve bir dizi önceden tanımlanmış kuralları izleyerek ve gerçekleştirerek, karmaşık dijital süreçlerin otomatikleştirilmesini sağlayan bir yazılım araçları kategorisidir*”.

RPA'yı diğer otomasyon teknolojilerinden ayıran, bir ya da daha fazla bilgi sistemi için bir insani kullanıcıyı taklit etme kabiliyetinin, geliştirme süresini azaltması ve çok daha geniş bir yelpazedeki ticari faaliyetler için otomatikleştirilebilecek işlevlerin kapsamını genişletmesidir. Otonom robotlar, sözü edilen RPA yazılım temelinde çalışmaktadırlar (Harvard Business Review, 2018).

Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan yenilikler arasında öncelik robotlara aittir. Üretim süreçlerinde insanlardan kaynaklanan aksaklıklar ve sürecin verimsiz bir şekilde ilerlemesinin önüne geçilmesinde robotlardan yararlanılmaktadır. Robotlar Endüstri 4.0 döneminin ortaya çıkmasında oldukça büyük bir etkiye sahiptir. Geliştirilen yapay zekâ

uygulamaları sonucunda söz konusu robotlar insanlarla bir uyum içinde verileri analiz edebilmekte, analiz sonuçları doğrultusunda doğru kararlar vererek işlemlerini gerçekleştirebilmektedirler (Bartodziej, 2017: 71). General Motors'un yer aldığı bir grup bu robotlara insanlarla işbirliği içinde çalıştığı için “*Kollobratif (İşbirlikçi) Robot*” anlamını taşıyan “*Cobot*” ismini takmıştır. Bu robotlar insanlarla maksimum etkileşim içinde minimum hata ile çalışmaktadırlar. Robotlar kimi üretim alanlarında herhangi bir ek güvenlik önlemine gerek kalmaksızın kullanılabilirler. Robotların gelişiminde amaçlanan nokta; üretim alanlarında insanlarla tamamen birlikte çalışabilmelerinin sağlanmasıdır (Alçın, 2016: 91). Robotların üretiminde kullanılan teknolojiye önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmeler sonucunda robotlar her geçen gün iş süreçlerinde insanlara daha fazla uyum göstermektedirler. Bu gelişmeler içinde karşılaşılan başlıca sorun ise “*fiziksel yakınlık*” ve “*dar zaman*” kavramında yaşanmaktadır.

Üretim süreçlerinde ilk zamanlarda sadece insanların yer aldığı bölümlerde gün geçtikçe robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Geline noktada insanların ve robotların birbirinden ayrı özelliklerinden faydalanmak ve robotları üretim süreçlerine dâhil etmek önemli bir gereksinim haline gelmiştir. İnsanlar ve robotlar arasında gerçekleşen uyum, bu ikili arasında bir çalışma zamanlamasının yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu uyumun sağlanmak istenmesindeki en önemli neden; insanla uyumlu çalışan bir robotun varlığı ile üretim sürecinde çok daha fazla verimin elde edilmesidir (Alçın, 2016: 92).

İş süreçlerinde robotlar ile insanlar arasında bir uyum sağlanmak isteniyorsa, robotların mutlaka insanların çalışma alanlarına dâhil olması gerekmektedir. Örneğin; robot tarafından kaldırılan ve hareket ettirilen bir parçanın üzerinde işçinin de çalışması gerekmektedir. Bu durumda mevcut işçinin robotun çalışma alanına girmesi söz konusudur. Bu sistemlerde genellikle, robotların daha önceden belirlenmiş güvenlik sınırlarının ihlâl edilmesi halinde çalışma kendiliğinden durmaktadır. Bu durumlarda öne çıkan özellik ise; gerçekleşen ihlâl sonucunda robotun kendi iç sistemini kapatmaması sadece kendisini stand-by (uyku modu) durumuna alarak duraklatmasıdır (Alçın, 2016: 92).

Robotlar ve insanlarla uyumlu bir şekilde çalışabilen cobotlar arasındaki farklar; kullanılabilirlik, esneklik ve öğretilbilirlik, insan makine işbirliğine dayalı bir sistem yapısı, akıllı ve güvenli hareket sensörleri ve tehlikeli görevleri üstlenme kabiliyeti şeklinde sıralanabilir (Alçın, 2016: 92).

Cobotlar, programlanması mümkün yapıların yanında üretim zinciri içinde meydana gelen diğer hareketleri de kolaylaştırmaktadırlar. Bu robotların; yere, tavana veya herhangi bir yüzeye dikey ya da yatay olarak yerleştirilmesi ve kurulması mümkündür. Ayrıca bu robotların bir diğer özelliği ise; bir insan tarafından bile rahatlıkla taşınabilir olmasıdır (Görçün, 2017: 42).

Bu tür robotların akıllı telefonlar ya da tabletler aracılığıyla programlanması da oldukça kolaydır. İçeriklerinde birçok modern sensör sayesinde birlikte çalıştıkları insanların hem varlıklarını hem de konumlarını algılayabilmektedirler. Etrafında yer alan insanların pozisyonları ile ilgili ölçümler gerçekleştirerek, çeşitli uyarılar verebilmektedirler. Etrafına yerleştirilen renkli uyarıcılar doğrultusunda hareketlerini kontrol edebilmektedirler. Yeşil alanda yer alınması halinde tam hızla çalışmakta, sarı alana girildiğinde hareketlerini kısmen yavaşlatmakta, kırmızı alana temas edilmesi halinde ise çalışmasını kendiliğinden durdurmaktadırlar. Bu işlemlerin yeterli olmaması halinde eklemelerinden yararlanarak işçi ile mesafesini arttırabilmektedirler (Banger, 2016: 106).

Cobotların üretim sürecinin her alanında çalışabilmesi mümkündür. Kimi zaman parçaların monte edilmesinde, kimi zaman ise ürün yüklemelerinde cobotlardan faydalanılması sözkonusudur. Cobotların bir diğer özelliği ise; hassasiyetlerinin oldukça yüksek olmasıdır. Kartların montajında kullanılması bile mümkündür. Örneğin; üretim bantlarında oluşan ufak açılı kaymaları sonrasında geleneksel robotların yeniden doğru bir şekilde konumlandırılması oldukça zordur. Bu güçlük, üretim maliyetlerini ve zaman kayıplarını beraberinde getirmektedir. Cobotlar ise kullandıkları sensörler ve parametreler ışığında doğru konuma kendileri gelebilmektedirler.

Robot şirketleri, cobotların ilgili ürünleri paketlerinden ayırabilmeleri için üç boyutlu görüntüleme sistemlerini adapte etmektedirler. Cobotların belirli bir operatörü çalışma alışkanlıkları doğrultusunda tanınması ve uygun programa kendiliğinden geçmesi de sağlanmaktadır. Bu özelliğin sağlanması için işçilerin üzerine radyo frekansı tanıma etiketleri entegre edilmektedir (Banger, 2016: 108).

Cobotlar, geliştirilen özellikleri sonucunda fabrikada görev yapmakta olan işçilere asistanlık yapmaktadırlar. Bu destek sonucunda üretim süreçlerinde verimlilik maksimum seviyelere çıkarılabilmektedir. Asistan cobotların işçilerin üzerindeki yükü hafifletmesi sonucunda işçilerin iş süreçlerine daha fazla odaklanmaları ve derinlemesine düşünebilmeleri sağlanmaktadır (Görçün, 2017: 44).

Cobotlar, fiyatlarının makul olması, çok fonksiyonlu olmaları, birçok alana uyumlu hale getirilebilmeleri ve oldukça portatif olmaları nedeniyle özellikle küçük ve orta ölçekli üretim tesislerine önemli katkılar sağlamaktadırlar. Analistlerin önemli bir bölümü gelecek yıllarda cobotların kullanımında ciddi bir artış öngörmektedir.

Cobotlar, karmaşıklıktan uzak bir programlanma özelliğine sahiptir. Geleneksel robotların önemli bir bölümünün programlanması için özel bilgilere gereksinim duyulurken, cobotların bazılarının yapması gereken işlemleri programlardan bağımsız bir şekilde öğrenmesi mümkün olmaktadır. Örneğin; bir işçinin robot kolunu kullanarak gerçekleştirdiği bir hareketi cobotun daha sonra kendiliğinden uygulayabilmesi sözkonusudur. Buna ek olarak kullanılan grafik ara yüzleri ile programlama kodlarından bağımsız olarak cobotlara talimatların iletilmesi mümkündür (Banger, 2016: 104).

Üretim süreçlerinde kullanılan robotlar, eylemlerini çevrelerinde yer alan insanlardan ve nesnelere bağımsız bir şekilde bir düzen halinde yürütmektedirler. Bu nedenle robotların kullanıldığı şirketlerde kazaların önüne geçebilmek için çitlerden ve kafeslerden yararlanılmaktadır. Ancak insanların çalışma ortamlarında cobotların kullanılmasının, iş güvenliği açısından oldukça olumlu sonuçlar doğuracağı öngörülmektedir. İşçiler için oldukça zor olan, sivri, sıcak veya keskin parçaların taşınmasını veya tehlikeli bölgelerde gerçekleştirilecek civatalama, sıkma, gevşetme gibi



işlemleri üstlenmektedirler. Cobotların bu özelliği sonucunda birçok iş kazasının da önüne rahatlıkla geçilebilmektedir (Banger, 2016: 102 - 103).

Cobotlar, insanlarla uyumlu ve sorunsuz bir şekilde çalışmak üzere geliştirilmiştir. Çevrelerinde çalışan insanlara zarar vermelerini engelleyecek birçok sensör, cobotlara entegre edilmiştir. Bu sensörler sayesinde cobotlar, ufak bir temas sonucunda bile kolaylıkla hareketlerini sonlandırabilmektedirler. Bu hassasiyet; cobotların belirli bir hızın altında çalışmalarına ve kaldırabilecekleri yük kapasitesinin düşük olmasına neden olmaktadır. Bu olumsuzluklara rağmen kullanıldığı alanlarda çitlerin ve kafeslerin olmaması durumunda da işçilere önemli katkılar sağlamaktadırlar (Banger, 2016: 103).

#### **1.2.2.5. Simülasyon**

Geliştirilen simülasyon yazılımlarının varlığı ile zaman, ekipman ve işçilik gibi birçok alanda önemli tasarruflar sağlanmaktadır. Özellikle montaj hatlarının oluşturulmasında hattın sorunsuz bir şekilde kurulması ve uzun soluklu olması için gereksinimlerin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analizlerin yapılması için harcanan süreler bir zaman kaybı olarak görülmemelidir. Süreç ile ilgili risklerin analizi özellikle proje aşamasında gerçekleştirilmelidir. Bu şekilde planlar doğru bir şekilde yapılabilmekte ve projelerin geri dönüşü en kısa zamanda sağlanmaktadır. Bu doğrultuda simülasyon yazılımları kullanarak projelerin %100 başarı ile sonuçlandırılması mümkündür.

Geliştirilen modeller doğrultusunda hazırlık aşamasında olan sistemlerin işleyişini izlenebilmektedir. Bu gözlem sonucunda aksaklıklar daha reel olarak gerçekleşmeden engellenebilmektedir. İmalat hatalarından kaynaklanan maliyetlerin önüne geçebilmek adına da bu yazılımlar önem taşımaktadır. Fiziksel olarak kurulumların gerçekleşmesinden sonra herhangi bir duraksamaya neden olacak hata ile karşılaşılması, şirketlere rekabet koşulları içinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Hazırlanan simülasyon yazılımlarının özellikle bir takım temel analizler yapabildiğinden emin olmak gerekmektedir. Sistem içinde performansların raporlanması, parametrik

yapısı ile verilerin değiştirilmesi sonucunda anlık olarak elde edilen sonuçların doğru olması gerekmektedir. İçeriğinde günün teknolojik şartlarına uyum sağlayacak ekipmanların var olması ve gerektiğinde çeşitli eklemeler yapmaya uygun olması gerekmektedir (Han vd., 2011).

#### **1.2.2.6. Bulut**

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından yapılan tanıma göre; *“Bulut Bilişim, yapılandırılabilir bilişim kaynaklarından oluşan ortak bir havuza, uygun koşullarda ve isteğe bağlı olarak her zaman, her yerden erişime imkân sağlayan bir teknolojidir”*(NIST, 2009).

Temeli internete dayalı olan bulut bilişim, internet ağına bağlı olan bilgisayarların ve programlama işlerinin büyük çoğuluğunun, bu ağ üzerinden yapılmasını mümkün hale getirir (Banger, 2016: 58). Günümüz küresel koşullarında bilgiye ulaşmak, elde edilen bilgiyi doğru bir şekilde yönetmek ve değerlendirmek için şirketler bilgi teknolojilerinden yararlanmak zorundadır. Şirketler bazında yapılan bilişim faaliyetleri şirketler için iş yükünü azaltıcı bir unsur olmakla birlikte söz konusu faaliyetlerin şirketlere ek maliyetler oluşturduğu da bir gerçektir. Bilişim alanında yapılan faaliyetler küçük şirketler bazında ele alındığında ise; önemli miktarda mali kaynak harcaması gerekmektedir.. İşletme ölçeği dikkate alınmaksızın bir değerlendirme yapıldığında günümüz şirketlerinin maliyetlerini azaltma çalışmaları, teknolojik ve ekonomik alanda yaşanan gelişmelerle birlikte bulut bilişim teknolojisi ile mümkün hale gelmektedir. Bulut bilişim sayesinde şirketler bilişim faaliyetlerini başka şirketlere devredip, yazılım, donanım, teknik servis ve vasıflı işgücü gibi olası maliyetlerini minimum düzeylere çekebilmektedirler. Bulut bilişimin hızlı gelişimi ve kısa sürede dünyanın farklı bölgelerinde yaygın kullanımı ile birlikte devletler bilgi güvenliği, kişisel verilerin korunması ve veri kaybını önlemek amacıyla yeni tedbirler alma yoluna gitmiştir. Devletlerin bu alanda yapmış olduğu düzenlemeler birçok ülkede tam anlamıyla yeterli olmamakla birlikte bulut bilişim kullanılarak verimli ve güvenli bir biçimde iş yapmak ancak iyi oluşturulmuş kanun ve yönetmeliklerle mümkün olabilmektedir.

Dünyanın giderek küresel ve modern bir hal almasıyla birlikte müşteri odaklı üretim sistemleri ortaya çıkmış ve aynı anda birden fazla müşteri talebini karşılayabilmek için farklı coğrafi konumlarda sayısız üretim tesisi açılmıştır. Çoğu zaman, farklı konumlarda üretilen ürünler bir araya getirilerek birbirlerine monte edilmektedir. Bu karmaşıklık içinde, imalat şirketleri, müşterilerin sürekli değişen taleplerini karşılayabilmek için entegre bir sisteme ihtiyaç duymaktadırlar (Mishraa vd., 2016: 7115).

Bulut bilişim teknolojisi; düşük donanım maliyetleri, bilgiye anında erişme ve kullanma, hız, esneklik ve tüm bunların yanı sıra azaltılmış destek işçisi gibi avantajları barındıran uygulanması kolay bir yöntemdir. Ayrıca bulut bilişim; otomobil sektöründe, sağlık, bankacılık ve eğitim alanlarında uygulanan bir teknolojidir.

#### **1.2.2.7. Siber Güvenlik**

Endüstri 4.0'dan önce bir fabrikanın güvenliği söz konusu olduğunda akıllara insan gücü ile sağlanabilecek koşullar gelmiştir. Ancak değişen hayat koşulları güvenlik algılarını da değiştirmektedir. Günümüzde artık fabrikalar gibi onlara yönelik saldırılarda 'akıllanmıştır'. Endüstri 4.0 Devrimi'nin lideri olan Almanya'da "Deutsche Telekom'un" 2015 yılında yayınladığı "Siber Güvenlik Raporu'na" göre, şirketlerin %90'nın siber saldırılarla karşılaştığı ve sadece %60'ının siber saldırılar karşısında hazırlıklı oldukları belirlenmiştir. Rapora Endüstri 4.0 Devrimi'nin tamamlanması ile siber saldırıların sıklığı da artacaktır (Harvard Business Review, 2018).

Siber ve fiziksel hayatın iç içe olduğu Endüstri 4.0 döneminde otomasyon sistemlerine yönelik olarak düzenlenebilecek saldırılar oldukça önemli tehlikelere yol açabilecek seviyededir. Örneğin; siber sistemler ile birbirine bağlı olarak çalışan makinelerin bulunduğu bir nükleer santrale yapılabilecek herhangi bir siber saldırının neden olacağı tahribat kolay kolay telâfi edilebilir boyutlarda olmayacaktır. Siber saldırıların fiziksel saldırılardan önemli bir farkı da nereden yapıldığının tespitinin çok zor olması ile bu saldırıların ışık hızında yapılıyor olmasıdır. Örneğin; terörist bir örgüt herhangi bir ülkenin siber alanı üzerinden adres alarak, diğer bir ülkeye saldırabilir ve bu

durum da hedef olan ülke ile saldırının yönlendirildiği siber alana sahip ülke arasında sorunlara neden olabilir. Rusya ile Gürcistan arasında yaşanan 2008 yılındaki Savaşta, Rusya'ya ait siber alandan Gürcistan'a yapılan siber saldırı bu durumun bir örneğidir. Rusya Gürcistan'a yönelik siber saldırılarda herhangi bir katkısı olmadığını belirtmiş olsa da, bu siber saldırıların Rusya'nın bilgisi dâhilinde devlet destekli olarak mı yoksa ülkedeki terör örgütleri tarafından mı yapıldığı kesinlik kazanmamıştır (Gürkaynak ve Eren, 2011: 266).

Bu konuda 2016 yılında Tüm Fuarçılık Yapım Anonim Şirketi (TÜYAP) tarafından düzenlenen “MAKTEK Avrasya Etkinliği” kapsamında ‘Endüstri 4.0 ve Siber Güvenlik’ konulu seminerde konu üzerinde durulmuş ve tehlike çanları çaldığından bahsedilmiştir. Siber güvenlik konusunda alınması gereken önlemlerden bahsedilirken, bilgisayar korsanlarının da sürekli yeni saldırı yöntemleri geliştirdikleri ve bu saldırı suçlularının %60'nın tespit edilemediği açıklanmıştır.

Günümüz konjonktüründe ve yakın gelecekte de siber güvenlik sistemlerinin daha fazla geliştirilmesi ve artırılması büyük bir gereksinimdir. Halen bu alanda oluşturulmuş bir kaynak kılavuz olmaması büyük bir eksiklik olmakla beraber farkındalığın artırılarak yeni inovatif güvenlik önlemleri adına çalışmalar yapılmalıdır.

#### **1.2.2.8. 3D Yazıcılar**

3D Baskı; “bir yazıcı kullanılarak, bilgisayar destekli tasarım programları yardımıyla tasarlanmış herhangi bir elektronik veriyi, kalıp ve model gereksinimi duymadan makineye yönlendirip kat kat malzeme ekleyerek, 3 boyutlu üretimin gerçekleştirilmesidir”. 3D yazıcı ile üretim, yapılacak olan ürünün ham maddesi işlenerek mal üretilmeden önce ön şeklinin veya modelinin oluşturulması işlemidir (Dede, 2017). Bu üretim teknolojisi “Katmanlı Üretim” olarak da bilinmektedir. Bu teknoloji sayesinde talebe göre en kısa süre içinde arzu edilen mamüller üretilebilir. Hiçbir ekstra maliyet oluşmadan tasarım değişikliği yapılabilir. 3D yazıcıların kullanımı ile tasarımda pek çok sınır ortadan kalkacak ve her türlü hayata geçirilmesi zor olan karmaşık geometrik yapılar ürün haline getirilebilir olacaktır.

### 1.2.2.9. Arttırılmış Gerçeklik ve Endüstride Kullanımı

Arttırılmış gerçeklik; “ses, video, grafik veya GPS verileri gibi bilgisayar tarafından üretilip duyuşal girdi ile arttırılıp canlandırılan elemanların, fiziksel dünya ile entegre edilerek oluşturulan yeni bir algı ortamının doğrudan veya dolaylı bir görünümüdür”. Arttırılmış gerçeklikle insan duyusuna hitap edecek ve hislerini harekete geçirecek veriler bilgisayar tarafından yapılandırılıp zenginleştirilir. Ortaya çıkan yeni gerçeklik kullanıcının algısına sunulur (Scwhab, 2016: 84).

Zenginleştirme gerçek zamanlı olup, çevredeki ögeler ile etkileşim içindedir. Arttırılmış gerçeklik ile kullanıcı gerçeklik ortamını oluşturan bilgiler ve diğer ögelerle etkileşime girebilir. Bulunulan çevreyle ilgili yapay bilgi ve ögeler gerçek dünyayla bağdaşabilir. Bu sistemler günümüzde kendi içlerinde başlangıç aşamasında olsalar da gelecekte ilgililer karar verme ve iş prosedürlerini geliştirmek için arttırılmış gerçekliği daha yoğun bir şekilde kullanacaklardır. Sanal dünyada, operatörler bir butona tıklayarak makineleri ile etkileşime girecek, onların parametrelerini değiştirebilecek, ayrıca proses verileri ve bakım talimatlarını da daha hızlı şekilde alabileceklerdir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0'IN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ

#### 2.1. İSTİHDAMA ETKİSİ

Endüstri 4.0 teknolojilerinin istihdamın geleceğini nasıl etkileyeceğine dair kesin kanıtlar sunan bir çalışma henüz mevcut değildir (Frey & Osborne, 2013: 3). Ancak Endüstri 4.0 teknolojilerinin istihdama potansiyel etkilerini tartışan çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan hareketle konuyla ilgili yapılan tartışmaların iki temel görüşe yoğunlaştığı görülmektedir.

Bunlardan ilki, yeni teknolojilerin kullanılmasıyla işsiz kalan işçilerin yine bu teknolojilerin yaratacağı yeni işlerde istihdam fırsatı bulacağı ve tekrar refahın sağlanacağını düşünen iyimser tarafın görüşüdür. İkinci görüş ise; teknoloji kaynaklı kitlesel işsizlik ve gelecek için artan ölçüde sosyal ve ekonomik çalkantı öngören kötümser tarafın görüşüdür (Schwab, 2016: 45).

Başlangıçta makineleşme tarım sektöründe, ihtiyaç dışı kalan işgücünü fabrikalara yani sanayi sektörüne kaydırmıştır. 1950'lerden sonra Endüstri 2.0'ın da etkisiyle sanayi sektöründe başlayan otomasyon, bir ihtiyaç fazlası işgücü doğurmuş ve bu işgücünü hizmet sektörüne yöneltmiştir. Tarımsal istihdamın oranı önceki dönemlerde zirvedeyken günümüzde bu oran diğer bütün sektörler içinde en düşük düzeydedir (Schwab, 2016: 45). Bir dönem sanayi istihdamı da diğer sektörlerle göre en yüksek seviyede iken, günümüzde hizmet sektöründe istihdamın oranı ilk sırada yer almaktadır. Geçtiğimiz dönemlerde bu sektörel değişikliklere rağmen işsiz kalan kesimler farklı sektörlerde iş fırsatını her zaman bulmuşlardır. Uzun zamandır hizmet sektörünün, sanayi ve tarım sektörüne oranla daha etkin olduğu bir gerçektir. Ancak Endüstri 4.0 teknolojilerinin tüm sektörlerde kullanılmasının istihdamı önceki dönemlerde olduğundan çok daha farklı etkileyeceği öngörülmektedir.

Endüstri 4.0 teknolojileri önceki devrimlerde olduğu gibi üretkenlik ve verimlilik odaklı yeni teknikleri içermektedir. Bu yeni tekniklerin üretimde kullanılması ile işgücü

kaynaklı olmayan bir üretkenlik artışının yaşanması beklenmektedir. 2002 yılına kadar işgücü kaynaklı üretkenlik ile istihdam arasında bir paralellik bulunurken, bu tarihten sonra büyük bir kopuş yaşandığı görülmüştür (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 192). Nitekim konuyla ilgili incelenen birçok rapora göre; günümüzde var olan tüm mesleklerin % 60'ının Endüstri 4.0 teknolojileri ile makineleşmesi beklenmektedir.

Mesleklerin geleceği, görev dağılımına ilişkin ilk başlangıç koşullarından, teknolojinin benimsenmesine yönelik farklı yatırımlardan ve işgücünün becerilerinin kullanılabilirliği ve uyarlanabilirliğinden etkilenen sektörlere göre farklılık gösterecektir. Endüstri 4.0 teknolojileri, şirketler arasında çeşitli görevleri otomatikleştirme ve potansiyel olarak arttırma kapasitesine sahip olsa da, bu, sektöre özel sermaye yatırımlarına, hassas işlerin otomatikleştirilmesiyle ilişkili risklere, makinelerin ve algoritmaların hangi sektörde nasıl performans göstereceğinin bilinmeyen etkilerine bağlıdır.

Tarihsel süreç içinde gerçekleşen tüm Endüstri Devrimlerinde olduğu gibi teknolojinin işsizlik yaratması artık beklenen bir durum haline gelmiştir. Ancak öncekilerden farklı olarak Endüstri 4.0'ın iş yaratamayacak bir teknolojiyle gelmesi yeni bir durumdur. Zira tüm sektörleri etkileyen bir devrim ile endüstrinin yenilik süreci içinde ilk defa karşılaşılacaktır.

Citi Araştırma Şirketi'nin yaptığı bir ankette, katılımcılar yeni teknolojilerin işgücü veya servet dağılımı gibi büyük sorunlara yol açacağına inandıklarını belirtmişlerdir (Citi GPS, 2016: 4). Pew Araştırma Merkezi'nin "2025'te Dijital Hayat: Yapay Zekâ, Robotik ve İşlerin Geleceği" adlı raporuna göre; katılımcıların büyük çoğunluğu, robotik ve yapay zekânın 2025 yılına kadar sağlık hizmetleri, taşımacılık ve lojistik, müşteri hizmetleri ve ev bakım hizmetleri gibi günlük yaşamın geniş kesimlerine nüfuz edeceğini öngörmektedir. Aynı raporda yapılan anket çalışmasında 1.896 teknoloji yetkilisi ve analistin yarısı, robotların hem mavi hem de beyaz yakalı işçilerin önemli ölçüde yerini aldıkları bir geleceği öngörmektedir. Ankete katılanların diğer yarısı, teknolojinin 2025 yılında yarattıklarından daha fazla iş kaybına yol açmayacağını düşünmektedir. Bu gruptakiler gelecekte birçok işin makineler tarafından gerçekleştirileceğini öngörse de, insan zekâsının, önceki Endüstri Devrimlerinde de

olduğu gibi, yeni işler ve endüstriler yaratacağına inanmaktadırlar (Pew Research Center, 2014: 5).

Bu iki grup, Endüstri 4.0 teknolojilerinin istihdam üzerindeki etkisine dair umut ile birlikte endişeyi de paylaşmaktadır. Yukarıda üzerinde durduğumuz iki görüş, çalışmanın bundan sonraki kısmında “iyimser” ve “kötümser” görüşler olarak Endüstri 4.0’ın istihdam üzerindeki potansiyel etkilerini farklı bakış açılarıyla ortaya koymak için incelenecektir.

### 2.1.1. İyimser Görüş

İyimserler, Endüstri 4.0 teknolojilerinin bireylere ve şirketlere yeni fırsatlar sunacağını öngörmektedir. İşgücü piyasasındaki insanların yeni teknolojilere uyum sağlamak için edinecekleri beceriler sayesinde yeni iş imkânları doğacağı da bu görüşün öngörüleridir.

İyimser görüşe göre; küresel işgücü piyasasına yönelik kötümser görüşler önceki Endüstri Devrimlerine bakıldığında tam bir karşılık bulamamıştır. David Ricardo, 1817 yılında Karşılaştırmalı Üstünlükler Teorisi’ni ele aldığı “*Ekonomi Politğin ve Vergilendirmenin İlkeleri*” kitabında Endüstri Devrimi’nin teknolojilerinin işçilerin durumunu kötüleştireceğini öne sürmüştür (Krugman, 2012). Aynı şekilde John Maynard Keynes, 1930 yılında Endüstri 2.0 başlamadan hemen önce işgücü piyasası için benzer bir öngöründe bulunmuştur. Ancak yeni iş alanlarının oluşması ve üretkenliğin verimliliği arttırması ile beklenen krizler uzun vadede atlatılmıştır. Endüstri 3.0’da da, bilgisayarlaşma veya otomasyona yönelik kötümser görüşler olmasına rağmen işsizlik dalgasında bir denge her zaman sağlanmıştır. Endüstri 3.0’da, özellikle otomotiv sektörü başta olmak üzere tüm sektörlerde otomasyon artarken işsizlik aynı oranda artış göstermemiştir. Devrim ekonomik büyümeyi sağlamış, yeni iş alanlarının gelişmesi ile yeni mesleklerin ortaya çıkmasına ve istihdamda bir artışa yol açmıştır. Günümüzde ise bunlara benzer kötümser eleştiriler alan Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımı ile

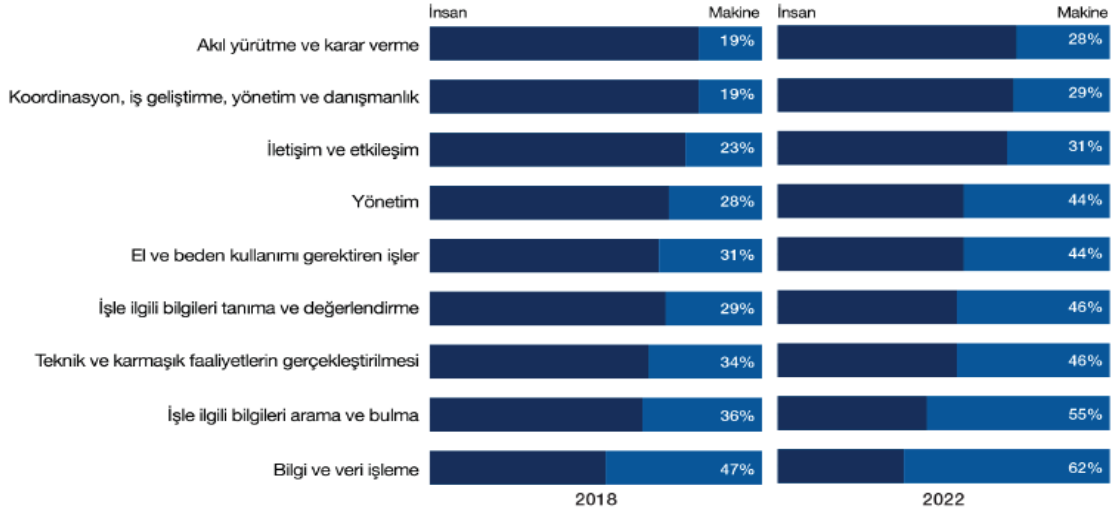


verimlilikte ve kârlılıkta artış yaşanacağı, istihdamda daralma olmayacağı düşünülmektedir (Wisskirchen vd., 2017: 118).

ManpowerGroup adında bir Şirket teknolojik devrimin istihdama etkisini değerlendirmek için bir rapor yayınlamıştır. Raporda 43 ülke ve 6 sanayi sektöründe 18.000'den fazla işveren araştırılmıştır. Rapora göre; Endüstri 4.0 teknolojilerinin, daha otomatize olmuş bir üretime, işçi sayısında azalmaya veya işe alımların yavaşlamasına neden olsa da, birçok yeni iş yaratması beklenmektedir. Araştırma, birçok şirketin işçi sayısını azaltmak yerine yeni iş alanları yaratmak istediğini öne sürmektedir. Rapora göre; robotların çalışma şekillerini değiştirmesinin çok yüksek bir ihtimali olduğu ancak insan makine uyumunun sağlanması durumunda yaratıcılık, duygusal zekâ ve bilişsel beceriler gibi insana özgü olan potansiyelleri geliştirilebileceği üzerinde durulmuştur (Brinded, 2017).

2018-2022 döneminde ortaya çıkacak yeni iş fırsatları ve talebin azalacağı rollere yönelik bir çalışmayı içeren ve 15 milyon civarında işçisi bulunan 313 uluslararası şirketin insan kaynakları yöneticilerine yöneltilen sorularla oluşturulmuş “*Dünya Ekonomik Forumu, İşlerin Geleceği 2018*” Raporu’na göre; 2022 yılı itibariyle yeni mesleklerin ortaya çıkacağını düşünenlerin oranı % 27 iken bazı mesleklerin yok olacağını düşünenlerin oranı % 21’dir. Buna göre; küresel olarak 75 milyon kişi artık robotlar devreye girdiği için işini kaybetse de 133 milyon yeni iş fırsatı oluşacaktır. Yani, Endüstri 4.0 teknolojilerinin etkisiyle ortadan kalkacak mesleklere karşı yine aynı teknolojiler sayesinde yeni meslekler ortaya çıkacaktır. Raporda öne çıkan bir başka konu ise; insanlarla makineler arasındaki görev dağılımlarının bir uyum içinde yapılacağı ve belli alanlarda makinelerin iş yükünün artık insanlardan daha fazla olacağıdır (WEF, 2018: 11)

**Şekil 12.** İnsanların ve Makinelerin Çalışma Saati Oranı 2018 vs. 2022 (Öngörülen)



**Kaynak:** WEF, 2018: 11

Yukarıda aynı rapordan alınmış Şekil 6'da temel iş fonksiyonlarının otomasyonu ile ilgili öngörüler ortaya konulmuştur. Raporda değinilen makine ve insanlar arasındaki görev dağılımlarına göre; günümüzde makineler işyerlerinde insanları bilgi ve veri işleme bakımından desteklemektedir. Bunun yanında, karmaşık ve teknik konular ile fiziksel güç gerektiren işlerde de makinelerden destek alınmaktadır. İletişim, koordinasyon, karar verme görevleri ise; makinelerle oranla halen insanlar tarafından yapılmaktadır. Araştırmaya katılanlara, yukarıdaki tabloda belirtilen görevlerin ne kadarını insanların ne kadarını makinelerin yaptığı sorulmuştur. Çıkan sonuçlara göre; akıl yürütme ve karar verme alanındaki görevler için makinelerin payının 2018 yılında % 19 olduğu belirtilmiş iken bu oranın 2022 yılında % 28'e çıkması beklenmektedir. İletişim ve etkileşim alanındaki görevlerde makinelerin 2018 yılında % 23 olan payının ise 2022 yılında % 31'e çıkması öngörülmektedir. Şekil 6'daki veriler günümüzde makinelerin insanlardan daha çok sorumluluk aldığı bir alan bulunmadığını ortaya koymuştur. Ancak rapora göre; 2022 yılına gelindiğinde işle ilgili bilgileri arama ve bulma ile bilgi ve veri işleme alanlarında makinelerin insanlardan daha çok iş yükleri olacağı öngörülmektedir. Bu alanlardan ilki olan sektörle ilgili bilgi araştırma ve toplama alanındaki görevlerde makinelerin payı % 36'dan % 55'e yükselecektir. Bilgi ve veri işleme alanında ise; makinelerin payı % 47'den % 62'ye çıkacaktır. Ayrıca, veriler genel

olarak incelendiğinde 2018 itibariyle tüm görevlerin % 71'inin insanlar tarafından yapıldığı ortaya çıkmaktadır. 2022 itibariyle bu oranın % 58'e düşeceği, tüm görevlerin % 42'sinin makineler tarafından üstlenileceği öngörülmektedir (WEF, 2018: 12).

2015 yılında yayınlanan İstihdam Araştırmaları Enstitüsü'nün (IAB) raporunda ise; Endüstri 4.0'ın istihdam üzerindeki etkileri Almanya'da yapılan bir araştırma ile ortaya konulmuştur. Rapora göre; 2025 yılına kadar çoğu sektörde 490.000 iş kaybına karşılık 430.000 yeni işin yaratılacağı ileri sürülmüştür. Ayrıca raporda, istihdamda önemli değişiklikler yaşanmayacağı, Endüstri 4.0'ın istihdama etkisinin nötr olacağı, bunun yerine işlerin sektörler, meslekler ve yeni teknolojiler için gerekli vasıflar itibarıyla dönüşüme uğrayacağı belirtilmiştir (IAB, 2015: 8 - 9).

Endüstri 4.0 teknolojileri, işlerin miktarını azaltmasa bile, mevcut işlerin niteliklerini büyük ölçüde etkileme potansiyeline sahiptir. Geçmişten günümüze endüstriyel yenilik süreci içinde, tekrara dayalı, fiziksel açıdan zorlayıcı ve tehlikeli işlerden, otomasyon ile ikâme edilemeyen ancak otomasyonla tamamlanabilen vasıf gerektiren işlere doğru bir dönüşüm olmuştur. Bu tamamlamalı dönüşüm içinde çoğu iş süreci emek ve sermaye; beyin ve kas gücü; yaratıcılık ve uygulayıcılık; teknik ustalık ve sezgisel yargı gibi, çok yönlü bir dizi girdiden yararlanmaktadır. Bu girdilerin her biri önemli rol oynadığından, sadece birindeki gelişmeler diğerini devre dışı bırakamaz (Autor, 2015: 5 - 6). Bu yönüyle iyimser görüşe göre; yapay zekâ, iş süreçlerindeki çok yönlülükten dolayı insanların ikâmesi değil tamamlayıcısı olabilir. Pek çok iş ve sektörde işgücü piyasası, yapay zekâ - insan rekabeti yerine yapay zekâ - insan işbirliğine odaklı olarak şekillenebilir (Harari, 2018: 43).

### **2.1.2. Kötümser Görüş**

Günümüz ekonomilerindeki zayıf işgücü piyasaları ve yüksek işsizlik oranları bazı görüşlere göre; Endüstri 3.0 ile birlikte gelen bilgisayar teknolojilerinin üretimde kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Frey ve Osborne, 2013: 2). Bu teknolojiler Endüstri 3.0 yaşanmaya başladığından bu yana ekonomilerde belli seviyede bir büyüme sağlasa da, işsizlik sorununu da beraberinde getirmiştir. Gelecekte ise Endüstri 4.0

teknolojilerinin etkisi ile bu durumun yeni işsizlerle büyüyen ekonomiler yaratacağı öngörülmektedir.

Tüm endüstri devrimlerinde, makinelerin ortadan kaldırdığı her iş koluna karşılık bir yeni işkolu yaratılmıştır. Buna bağlı olarak da, yaşam standardı gün geçtikçe artmıştır (Harari, 2018: 35). Örneğin; 1900'lü yılların başında ABD'de işgücünün çoğunluğu tarımda istihdam edilirken; 2000'li yıllara gelindiğinde, tarımda kullanılan teknolojilerin de etkisi ile istihdam oranı düşmüştür (Autor, 2015: 9). Tarımda kullanılan teknolojilerin yarattığı verimlilik artışları, işsiz kalanları şehirlere göç etmek zorunda bırakmış ve insanlar fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişin yaşandığı dönemde işsiz kalan bir tarım işçisi, traktör üreten bir fabrikada iş bulabildiği gibi, 1980'lerde de Endüstri 3.0'ın etkisiyle işsiz kalmış bir fabrika işçisi süpermarkette kasiyer olarak iş bulabilmiştir. Günümüze kadar yaşanan bütün geçiş süreçleri, kısa eğitimlerin yeterli olduğu süreçler olmuştur. Önceki Endüstri Devrimlerinde işsizlik söz konusu olmuş ancak devrimler aynı zamanda, insanı içinde barındıran ve beceri gerektiren yeni işler yaratmış ve bu işler çok büyük kazançlar da sağlamıştır. Ancak kötümser görüşe göre; Endüstri 4.0 teknolojileri, istihdam düzeyinde büyük değişikliklere neden olacaktır. (Harari, 2018: 35 - 44). Zira günümüzde tarım, sanayi ve hizmet sektöründe kullanılan/kullanılacak yeni teknolojiler, var olan işgücünün yapabileceği çoğu işi yapabilmektedir.

Kötümser görüşe göre; Endüstri 4.0, kısa vadede özellikle vasıf gerektirmeyen sektörlerde milyonlarca insanın işini kaybetmesine neden olacaktır. Bu noktada kötümser görüşü savunanlar; iş kaybı yaşayan insanların farklı sektörlerde de yeterli eğitimden yoksun oldukları için istihdam edilme imkânlarının çok düşük olduğunu ileri sürmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılmaya başlandıkça, insanların sistem için önemi giderek azalabilir. Bu durum, istihdamda bir daralma ile yoksulluk ve gelir dağılımında adaletsizlik gibi nedenlerden dolayı sosyal çatışmalara yol açabilir (Wisskirchen vd., 2017: 116). Ford'a göre, Endüstri 4.0 teknolojileri başlangıçta düşük ücretli, vasıfsız işçileri etkileyecek, üretimde robotların piyasaya sürülmesi, bu işçiler için fırsatların azalmasına neden olacaktır. Ford, yeni teknolojilerin; işçiler tarafından yapılan çoğu rutin işi, onlar kadar iyi yerine getirme kabiliyetine sahip olacağına inanmaktadır. Diğer

yandan analiz ve karar verme işlerini gerçekleştirebilecek makineler ve yazılım algoritmaları, vasıflı işçileri de tehdit etmektedir. Sonuç olarak Ford, vasıfsız işçilerden vasıflı işçilere kadar neredeyse bütün düzeylerdeki işçileri etkileyebilecek yapısal bir işsizlik sorununun ortaya çıkacağını öngörmektedir (Ford, 2009: 121).

Sachs ve Kotlikoff'a göre; teknoloji her dönemde bir öncekine göre büyük dönüşümler yaşamıştır. Ancak iyimser görüşün savunduğunun aksine, öncekilerden farklı olarak yeni teknolojiler insanların tamamlayıcısı değil, ikâmesi olacaktır. Makineler kısa vadede günümüzün vasıfsız işçilerini, uzun vadede ise yarının vasıflı, işçilerini tehdit etmektedir (Sachs & Kotlikoff, 2012: 4). Daron Acemoğlu'na göre; yeni teknolojiler vasıfsız işçilerden çok vasıflı işçilerin lehinedir. Önceki Endüstri Devrimleri ile teknoloji kullanımının artmasından dolayı, vasıfsız işçilerin yaptığı işleri vasıflı işçiler yapmaya başlamış ve bu durum toplumsal anlamda eşitsizliği arttırmıştır (Acemoğlu, 2002: 7-8). Ancak Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmaya başlanması ile vasıflı işçiler de önceki dönemde vasıfsız işçilerin işlerini kaybetmesi gibi, işlerini kaybetme riski ile karşı karşıyadır. Benzer şekilde Endüstri 4.0 teknolojilerinin oluşturacağı yeni iş alanları olsa da, eğitim gerektiren bu işlerin yoğun rekabet yaratacağı ancak vasıfsız işçilerin bu aşamada sürecin dışına itileceği öngörülmektedir. Yeni teknolojilerin yaratacağı bu rekabet, daha öncede üzerinde durulduğu gibi sadece rutin işlerde değil; yüksek vasıf gerektiren işlerde çalışan işçiler açısından da dezavantaj oluşturabilir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 116).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin işçiler ve iş süreçleri üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde; planlama, kontrol ve bilgi teknolojileri gibi yüksek vasıf gerektiren görevlerde artış olacağı düşünülmektedir (Bonekamp ve Sure, 2017). Ancak teknoloji hızla gelişmektedir. Bu teknolojik gelişmeden düşük vasıflı işlerin etkilenmesi kaçınılmaz olduğu kadar, yazılım otomasyonu, makine öğrenmesi ve öngörücü algoritmaların kapasitesi geliştikçe, makinelerin yüksek vasıf gerektiren işleri de ele geçirmesi kaçınılmaz olacaktır (Ford, 2018: 14). Günümüz teknolojileri henüz tam anlamıyla bir insan seviyesinde zekâyâ sahip değildir. Ancak bu teknolojiler, gün geçtikçe rutin - öngörülebilir görevleri daha iyi yerine getirmektedirler (Ford, 2018: 95-96). Ford'a göre; yeni teknolojiler rutin işleri tehdit etmektedir. Buradan hareketle Ford,

rutin işlerin artık montaj hattında durmak değil de teknolojinin tehdit ettiği işler olarak açıklanmasının ve bunun da “*öngörülebilir işler*” olarak adlandırılmasının doğru olacağını savunmaktadır. Bu öngörülebilir işlerin, ayrıntılı kayıtlar alan ve derin öğrenme becerisine sahip sistemler tarafından yapılabilir olması yüksek bir ihtimaldir (Ford, 2018: 15).

Otomatikleştirilemeyecek görevler; insani sezgiler ve yaratıcı zekâ gerektiren görevler olacaktır. Polanyi Paradoksu “*Anlatabileceğimizden daha fazlasını biliyoruz*” demektedir. Yüzlerce araba ve insanın olduğu şehirlerde kaza yapmadan araba kullanma becerisi bu paradoksa örnektir. Polanyi’ye göre; insanlar sezgisel olarak yaptıkları işi nasıl yaptıklarını bilseler bile bir makineye bu işin nasıl yapılacağını anlatamazlar ve böylece o iş, otomatikleştirilemez. İnsani sezgiler ve yaratıcı zekâ gibi insan doğasına özgü beceriler gerektiren işlerin makineler tarafından ikâme edilmesi mümkün görünmemektedir. Ancak başta makine öğrenmesi olmak üzere tüm Endüstri 4.0 teknolojilerindeki gelişmeler Polanyi Paradoksu’nun geçerliliğini kaybetmesine neden olabilir. Bir makinenin vasıf gerektiren bir işi yapmak için programlanmadığı durumlarda, makine öğrenimi, başkalarının yaptığı işi takip ederek, otonom bir şekilde o işte ustalaşabilir (Autor, 2015: 25). Örneğin Google’ın sürücüsüz otomobili için bir noktadan başka bir noktaya nasıl gidileceğini içeren bir algoritma yazılmamıştır. Makine öğrenimi ile bir otomobil, sürücünün bir noktadan diğerine ulaşmak için ne yaptığını gözlemleyerek bunu kendi kendine öğrenebilir (Domingos, 2017: 54). Bu tarz sürücüsüz otomobillerin gelişmesi, ulaşım ve lojistikteki manuel görevlerin de yok olacağını sinyali vermektedir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 117). Ayrıca bu durumun taksi ve tır şoförlerini de olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir. Tıpkı sürücüsüz araçlar örneğindeki gibi dronlar aracılığıyla posta/kargo dağıtılması halinde aynı durum bunları manuel olarak taşıyanlar için de geçerli olacaktır (Wisskirchen vd., 2017: 10-11).

David Ricardo’ya göre; işçilerin ücretleri bir noktadan sonra geçim için gereken seviyenin altına düşecektir. Teknoloji, istihdamda bir daralma yaratabileceği gibi işini kaybetmeyen işçilerin de daha düşük ücretlerle çalışmasına yol açacaktır. İnsan için geçimini sağlayamayacağı bir işe girmek onun için bir avantaj sağlamayacaktır, bu yüzden de işsizliği tercih edip işini bir makineye devredecektir (Brynjolfsson ve McAfee,

2011: 124). 21. yüzyılda pek çok yeni meslek ortaya çıksa bile işlevsiz bir işçi sınıfı oluşacak ve işsizlik ile birlikte vasıflı işçi eksikliği sorunları aynı zamanda yaşanacaktır. Harari'ye göre; çoğu insan 19. yüzyılda at arabası kullanırken daha sonra taksi şoförlüğü yapmaya başlayanlar ile değil, çalışma sahasının dışında kalan atlar ile aynı kaderi paylaşacaktır (Harari, 2018: 44). Atlar beden güçlerinden başka verecek bir şeyleri olmadığından makineler tarafından çabucak ortadan kaldırılmıştır.

Frey ve Osborne'un ABD merkezli yaptıkları bir araştırmaya göre; bir mesleğin yeni teknolojiler tarafından yapılabilme olasılığı ile mevcut işçinin sahip olduğu eğitim ve ücret düzeyi arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Frey ve Osborne, 2013: 38-44). Bowles ise; Frey ve Osborne'un ABD için yaptığı çalışmayı Avrupa ülkelerinde yaparak işsizlik, vasıflı işçi eksikliği ve ücret düzeylerinde azalma gibi konularda benzer sonuçlar elde etmiştir (Bowles, 2014).

Günümüzde robotlar gerek henüz birçok işte tamamen işçilerin yerini alacak kapasitede olmadıkları için gerekse fiyatlarındaki pahalılıktan dolayı henüz birçok alanda kullanılamamaktadır. Ancak robot fiyatlarında düşüş yaşanmaya başlamıştır. Örneğin; ABD'de geliştirilen bir robotun fiyatı, sıradan bir Amerikalı işçinin yıllık maaşından daha ucuzdur (Ford, 2018: 21). İşgücü maliyetlerinin yüksek olduğu Avrupa ülkelerindeki endüstrilerde, yeni teknoloji kullanımı, bu maliyetlerde büyük ölçüde tasarruf sağlamaktadır. Örneğin; Almanya'da bir otomobilin bir saatlik üretim maliyeti 40 euro'dan yüksektir. Bir robotun aynı üretimdeki kullanım maliyeti ise saatte 6 euro'dur. Üretimde kullanılan bu robot, Çin'de çalışan bir işçiden daha az maliyetlidir. Ayrıca, bir insana göre; insani birtakım ihtiyaçlardan da yoksun olması, yarattığı maliyet avantajının yanında önemli bir diğer unsurdur (Wisskirchen vd., 2017: 14).

## **2.2. MESLEKLERİN DÖNÜŞÜMÜ**

Endüstri 4.0'ın, ekonomide, herhangi bir iş alanında ihtiyaç duyulan işgücü özelliğine göre işgücünü değiştirmesi beklenmektedir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin, çalışma hayatında bir rekabet ortamı oluşturacağı ve bazı alanlarda insanların, bazı alanlarda ise yeni teknolojilerin kazanacağı öngörülmektedir. Buradan hareketle hangi

mesleklerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılıp kullanılmayacağını anlamaya yönelik yapılan araştırmalarda genellikle varılan sonuç: rutin görevlerden oluşan işlerin, Endüstri 4.0 teknolojileri tarafından otomatize edilebileceği, rutin olmayan işlerin ise ancak öğrenilebilir beceriler ile yarı otomasyona dönüştürülebileceği yönünde olmuştur.

Üretimdeki rutin işler için maliyet, kalite, üretkenlik ve güvenlik alanlarında robotlar insanlara göre çok daha ön plandadır. Özellikle yapay zekânın makineleştirilebilen hizmet alanlarında rakipsiz olması beklenmektedir. Bu teknolojiler kullanılmaya başlandıkça, ihtiyaç duyulan işçi tipinin değişeceği ve beraberinde çalışma hayatını da değiştireceği öngörülmektedir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin ihtiyaç duyduğu işgücü tipi fiziksel güce değil; akıllı güce dayalıdır. Bu teknolojiler beceri odaklı işgücüne ihtiyaç duymaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 159). Bu nedenle de ihtiyaç duyulan işgücü içinde mühendislik, yaratıcılık ve tasarım becerilerine sahip insanların değeri artmaya başlamıştır. İş makinelerinin yaygınlaşmasıyla bu makineleri kullanan operatörlere yönelik ihtiyacın oluşması gibi Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanabilen ve hatta birlikte çalışabilecek işgücü ihtiyacının da oluşması beklenmektedir. Tıpkı önceki Endüstri Devrimlerinde yaşandığı gibi, teknolojilerin ortadan kaldırdığı bir işgücünün yanı sıra, yarattığı veya geliştirdiği işgücü de bulunmaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 160). “*Beceri odaklı teknolojik değişim*” olarak adlandırılan bu durumun işgücü ücretleri üzerindeki etkilerine bakıldığında; vasıflı işgücünün var olmaya devam etmesine karşın vasıfsız işgücünün çoğunluğunun işsiz kalması söz konusudur. Zira makineleştirilebilen rutin işler için gereken beceriler artık sıradan beceri olarak görülecek ve yeni teknolojiler bu becerileri hızlı bir şekilde gerçekleştirebilir hale geleceklerdir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 178).

“*The Future Of Employment*” adlı bir çalışmaya göre; sosyal ve bilişsel beceriler gerektiren mesleklerin otomasyona yatkınlığının daha az, rutin mesleklerin ise, otomasyona geçme ihtimalinin daha yüksek olduğu öngörülmektedir. Buradan hareketle denilebilir ki, en çok tehdit altında olan çalışan grubu, işlerinin büyük bir kısmı rutin olan mavi yakalı işçilerdir (Frey ve Osborne, 2013: 57).

Endüstri 4.0 ile bazı meslekler kaybederken, bazı meslekler varlığını koruyacaktır. Tekrarlayıp duran, rutin işleri yapanların kaybeden sınıfta olmasının yanı sıra tekrarlı olmayan, sosyal ve yaratıcı beceriler gerektiren rutinden uzak işleri yapanların ise



kazanan sınıfta olması beklenmektedir. Buradan hareketle İşlerin Geleceği Raporu'na göre; Endüstri 4.0 dönüşümü ile oluşacak yeni işçi profillerinin 2022 yılı itibariyle sahip olmaları beklenen becerileri aşağıda Tablo 2 'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** İş Dünyasında Talep Edilen Beceriler

2018	2022
Analitik ve inovatif düşünme	Analitik ve inovatif düşünme
Kompleks problemleri çözme becerisi	Etkin öğrenme stratejilerine sahip olma
Eleştirel düşünce ve analiz yeteneği	Yaratıcılık, özgünlük ve girişkenlik
Etkin öğrenme stratejilerine sahip olma	Yeni teknolojileri dizayn etme ve programlama yeteneği
Yaratıcılık, özgünlük ve girişkenlik	Eleştirel düşünce ve analiz yeteneği
Özenli çalışmak, güvenilirlik	Kompleks problemleri çözme becerisi
Duygusal zeka	Liderlik ve sosyal nüfuz
Muhakeme, problem çözme ve hızlı kavrama yeteneği	Duygusal zeka
Liderlik ve sosyal nüfuz	Muhakeme, problem çözme ve hızlı kavrama yeteneği
Koordinasyon ve zaman yönetimi becerisi	Sistem analizi ve değerlendirmesi

**Kaynak:** WEF, 2018: 12

İşçilerin 2022 yılı itibariyle sahip olmaları beklenen yetkinlikler arasında analitik ve inovatif düşünme, duygusal zekâ, aktif öğrenme ve öğrenme stratejileri, yaratıcılık, teknoloji tasarımı ve programlama, eleştirel düşünce ve analiz, liderlik ve sosyal etkinlik bulunmaktadır. Öte yandan, özenli çalışma ve güvenlik bilinci, koordinasyon ve zaman yönetimi, personel yönetimi gibi bazı yetkinliklere olan ihtiyacın ise 2022 yılında ortadan kalkacağı düşünülmektedir.

Şirketler tarafından talep edilen becerilere bağlı olarak yine aynı raporda, mesleklerin dönüşümü açısından ortaya konulan bir diğer sonuç; doğrudan gelecekte varlığını koruyacak veya tarihe karışacak meslekler üzerine olmuştur. Bu meslekler aşağıda Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Mesleklerin Dönüşümü

Tarihe Karışan Meslekler	Kalıcılığını Koruyan Meslekler	Geleceğin Meslekleri
Veri Girişi Elemanları	Yönetim Müdürleri ve Baş Yöneticiler	Veri Analistleri ve Veri Bilimcileri
Muhasebe, Ön Muhasebe ve Maaş Bordro Elemanları	Genel Müdürler ve Operasyon Müdürleri	Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Uzmanları
İdari ve Yönetici Sekreterler	Yazılım ve Uygulama Geliştiricileri ve Analistleri	Genel Müdürler ve Operasyon Müdürleri
Montaj ve Fabrika İşçileri	Veri Analistleri ve Veri Bilimcileri	Büyük Veri Uzmanları
Müşteri Hizmetleri Çalışanları	Satış ve Pazarlama Uzmanları	Dijital Dönüşüm Uzmanları
Ticari Hizmetler ve İdari Yöneticiler	Satış Temsilcileri, Toptan Satış ve Üretim, Teknik ve Bilimsel Ürünler	Satış ve Pazarlama Profesyonelleri
Muhasebeciler ve Denetçiler	İnsan Kaynakları Uzmanları	Yeni Teknoloji Uzmanları
Evrak & Malzeme Kaydı ve Stok tutma Elemanları	Finans ve Yatırım Danışmanları	Bilgi Teknolojileri Servisleri
Genel Müdürler ve Operasyon Müdürleri	Veri Tabanı ve Network Uzmanları	Proses Denetim Uzmanları
Posta Hizmetleri Çalışanları	Tedarik Zinciri ve Lojistik Uzmanları	İnovasyon Profesyonelleri
Mali Analistler	Risk Yönetimi Uzmanları	Bilgi Güvenlik Analistleri
Yazar Kasa ve Fişten Sorumlu Personeller	Bilgi Güvenliği Analistleri	E-Ticaret ve Sosyal Medya Uzmanları
Mekanik ve Makine Tamircileri	İdare ve Organizasyon Analistleri	Kullanıcı Deneyimi ve İnsan-Makine Etkileşimi Tasarımcıları
Tele Pazarlamacılar	Elektroteknoloji Mühendisleri	Eğitim ve Gelişim Uzmanları
Elektronik ve Teleiletişim Kurulumcuları	Organizasyonel Gelişim Uzmanları	Robotik Uzmanları ve Mühendisleri
Banka Memurları	Kimyasal Proses Tasarımı İşletmecileri	İnsan ve Kültür Uzmanları
Otomobil, Kamyonet ve Motosiklet Sürücüleri	Üniversite ve Yüksek Öğretim Üyeleri	Müşteri Bilgi ve Müşteri Hizmetleri Çalışanları
Alım & Satım Ajansı ve Acentaları	Uyum Görevlileri	Servis ve Çözüm Tasarımcıları
Kapıdan Kapıya Satış Çalışanları, Gazete Satıcıları ve Sokak Satıcıları	Enerji ve Petrol Mühendisleri	Dijital Pazarlama ve Strateji Uzmanları
İstatistiksel Araştırma, Maliyet ve Sigorta Çalışanları	Robotik Uzmanları ve Mühendisleri	
Avukatlar	Petrol ve Doğal Gaz Arıtma Tesisi İşletmecileri	

**Kaynak:** WEF, 2018: 9

Yukarıdaki Tablo 3'e göre; 2022 yılına kadar artan talebi karşılamak için belirlenen meslekler arasında, veri analistleri ve veri bilimcileri, büyük ölçüde yazılım ve uygulama geliştiricileri ile paralel teknoloji kullanımına dayanan ve geliştirilen e-ticaret ve sosyal medya uzmanları bulunmaktadır. Ayrıca, büyümesi beklenen müşteri hizmetleri

çalışanları, satış ve pazarlama uzmanları, eğitim ve gelişme, insan ve kültür uzmanları ve inovasyon yöneticileri gibi belirgin bir şekilde 'insan' becerilerinden yararlanan mesleklerdir. Raporda yapılan analiz, en son gelişen teknolojilerin anlaşılması ve kullanılmasıyla ilgili yapay zekâ ve makine öğrenimi uzmanları, büyük veri uzmanları, süreç otomasyon uzmanları, bilgi güvenliği analistleri, kullanıcı deneyimi ve insan makine etkileşim tasarımcıları, robotik mühendisleri ve blok zinciri uzmanları gibi çeşitli yeni uzman meslekler için talebin arttığına dair kapsamlı kanıtlar sunmaktadır. Raporda araştırmaya katılan endüstriler arasında, 2018-2022 döneminde giderek daha fazla gereksiz hale gelmesi beklenen meslekler, veri giriş kâtipleri, muhasebe ve bordro kâtipleri, sekreterler, denetçiler, banka vekilleri ve kasiyerler gibi rutin tabanlı, orta vasıflı beyaz yakalı mesleklerdir. Bu meslekler yeni teknolojilerdeki ilerlemelere ve süreç otomasyonuna karşı hassastır (WEF, 2018: 16).

Yeni mesleklerin beceri gereksinimlerinin, eski mesleklerden çok farklı görüldüğü göz önüne alındığında, yeni işgücünün istihdam edilmesini sağlayacak olan en önemli unsur eğitimidir. Endüstri 4.0 teknolojileri, günümüzde insan eliyle yapılan birçok işe entegre olması ile birlikte işlerin yapılış biçimini de değiştirmektedir. Şirketlerdeki işçilerin % 35'inin, işlerindeki değişime ayak uydurmaları için yeteneklerini geliştirecek eğitimlere ihtiyaç duyacağı belirtilmektedir. Şirketler tarafından işçilerine verilmesi muhtemel bu eğitimlerin başlangıçta işçinin yeni teknolojilere adaptasyonu noktasında olması gerekliliği vurgulanmaktadır (Doğanay, 2018).

Şirketlerin işçilerini yeni teknolojilere adapte etme konusunda yapacağı atılımlar, yeni teknolojileri kullanarak elde edecekleri rekabet avantajına bu boyutuyla da olumlu yansıtacaktır. Geliştirecekleri stratejiler ve yeni teknolojilere uyum konusunda kuracakları ortaklıklar farklı boyutları ile değerlendirilip yine aynı rapordan alıntılanarak aşağıda Şekil 7'de verilmiştir.

**Şekil 7.** Şirketlerin Değişen Beceri İhtiyaçlarına Yönelik Geliştirecekleri Stratejiler (%)



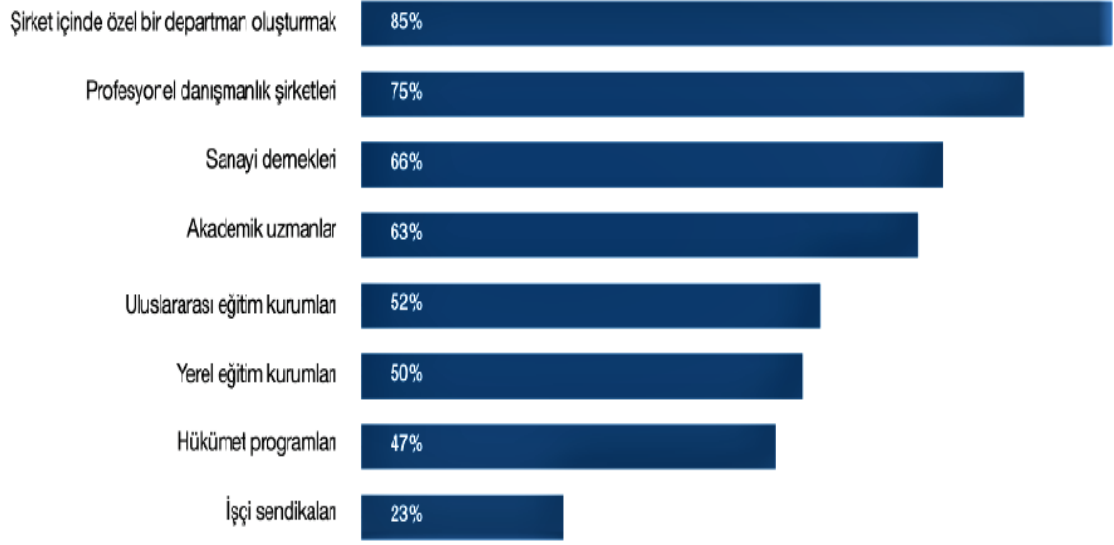
**Kaynak:** WEF, 2018: 13

Şirketlerin değişen beceri ihtiyaçlarına yönelik geliştirecekleri stratejiler şekline göz atıldığında, öne çıkan başlıklar;

- Yeni teknolojileri kullanma becerisine sahip kalıcı işçiler işe alma
- Yapılan işleri otonom sistemlere devretme
- Mevcut işçileri yeniden eğitime
- Mevcut işçilerinden yeni beceriler kazanmasını bekleme
- Yeni teknolojileri kullanma becerisine sahip olmayan işçiyi işten çıkarma şeklindedir.

İşlerin Geleceği Raporu'nda yer alan aşağıdaki Şekil 8'e göre; şirketlerin, geleceğin işgücünü desteklemek için kendi organizasyonları içinde kapasite yaratma konusunda liderlik yapmaları gerekecek olsa da, bu zorlukların ekonomik ve toplumsal doğası ayrıca diğer paydaşlarla ortak hareket etmelerini de gerektirecektir.

**Şekil 8.** İşgücü Dönüşümü ve Yeni Teknolojileri Yapılan İşlere Entegre Etmek İçin Tercih Edilen Paydaşlar



**Kaynak:** WEF, 2018: 14

Somut işbirliği fırsatları arasında okul ve üniversite müfredatını yeniden şekillendirmek için eğitimcilerle ortaklık, yetenekleri oluşturma konusunda sanayi içi ve kurumlar arası işbirliği ve sektörler arası yetenek gelişimini sağlamak için işçi sendikalarıyla ortaklıklar bulunmaktadır. Aynı şekilde, hükümetler de yaşam boyu öğrenme için teşvikler oluşturmada, ortakların geçiş sürecinde işçilere yönelik güvenlik eğitimlerinin verilmesi veya güçlendirilmesi noktasında ortak standartlar sağlamanın kilit ortakları olabilir. İşlerin Geleceği Raporu'nda yapılan araştırmaya katılanlar, öncelikle profesyonel hizmet şirketleri, endüstri dernekleri ve akademik uzmanlardan oluşmaktadır.

Bu paydaşlar, bazı ek desteklerle, 2022 yılına kadar yeniden eğitim ihtiyaçlarını karşılamak için uzmanlaşmış kadrolar aramaya devam edeceklerini belirtmektedirler. Şirketlerin yarısından azı, aktif olarak devlet programlarıyla ortak olmayı düşünmekte ve beşte birinden fazlası işçi sendikalarını tercih edilen ortaklar olarak görmektedir. Araştırmaya katılan şirketler, 2018-2022 dönemi boyunca, ortalama olarak, tüm yeniden eğitimlerin yaklaşık yarısının şirket içi bölümler aracılığıyla, yaklaşık dörtte birinin özel eğitim sağlayıcılar aracılığıyla ve yaklaşık beşte birinin kamu eğitim kurumları aracılığıyla verileceğini tahmin etmektedirler. Rapora göre; sertifikalandırılabilir teknik

becerilerin tanınması için sistemlerin genişletilmesi, yakın gelecekte beceri kazanma talebi olan işçileri önemli ölçüde teşvik edebilir. Araştırmada elde edilen bu bulgular, şirketlerin öğrenme örgütleri olarak gelecekteki rolünü ve çok paydaşlı işbirliği düzenlemelerini göstermektedir (WEF, 2018: 17).

Endüstri 3.0 gerçekleştiğinde bir bilgi çağı başlamıştır. Bu bilgi çağında işçilerin bilgiye ulaşmaları ve bilginin değerlendirilmesinin yapılması oldukça önemlidir. Endüstri 4.0'ın yaratacağı yeni çağda ise; bilgiye ulaşmak önemsiz bir hal almakta, bunun yerine insana özgü sezgisel güçlerin önemi artmaktadır. Artık diğer basit işleri yapan bilgisayarlar var olduğu için yaratıcı zekâsını kullanacak insanlara ihtiyaç duyulacaktır (Keskin S., 2016).

### **2.3. SEKTÖRLERE ETKİSİ**

Endüstri 1.0'ın tarım sektöründe yarattığı etkiyi, Endüstri 2.0 pekiştirmiş ve sanayi sektörünü geliştirmiştir. Günümüzde ise Endüstri 3.0'ın sanayi sektöründeki etkilerini, Endüstri 4.0'ın geliştirmesi ve önceki gelişim evrelerine göre daha derin bir etki bırakması beklenmektedir. Bu etkinin sektörel olarak ayırım gözetmeyecek bir şekilde gelişim sunması da konuya yönelik öngörüler arasında bulunmaktadır.

İleri teknoloji altyapısına sahip bir devrim olmasından dolayı tarım, sanayi ve hizmetler sektöründe ayrı ayrı alanlarda etkiler oluşturması beklenen Endüstri 4.0; özellikle sanayi sektörünün otomotiv, mobilya, savunma gibi alanlarında geçmişten beri kullanılan teknolojileri geliştirecek bir devrim olma özelliğine sahiptir. Yeni teknoloji kullanımının yüksek olduğu bu alanlar Endüstri 4.0'a uyumluluk konusunda öncü olarak kabul edilmektedir. Özellikle otomotiv sanayisindeki örnekleri de bu durumu destekler niteliktedir. Bunun yanı sıra imalat, tekstil, sağlık gibi alanlarda da yeni teknoloji kullanımına uygunluk seviyesi yüksektir (Taş, 2018: 1823).

Endüstri 4.0'ın hizmetler sektöründe henüz belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Ancak Endüstri 4.0'ın bu sektörün bazı alt alanlarında gelecekteki etkilerine yönelik veriler sunan İşlerin Geleceği Raporu'na göre; 2018-2022 döneminde sektörler arasındaki büyüme trendleri göz önüne alındığında, mobil internetteki gelişmelerin havacılık,

seyahat ve turizm endüstrisinde, finansal hizmetler ve yatırım endüstrisinde ve tüketici endüstrisinde belirgin bir etkisi olması muhtemeldir. Yeni teknolojilerin tüketiciler tarafından hızlı bir şekilde benimsenmesinin yanı sıra bulut teknolojisindeki gelişmelerin bilgi ve iletişim teknolojileri endüstrisinde büyümeyi teşvik edeceği öngörüldürken, büyük verilerin elde edilmesinin finansal servis ve yatırımlar ile enerji araçları ve teknolojileri endüstrileri üzerinde daha da geniş bir etkisi olması beklenmektedir. Yeni enerji kaynakları ve teknolojiler, bilgisayar gücündeki gelişmelere paralel olarak, bu sektördeki kazanımları arttırmaya başlayacaktır (WEF, 2018: 18)

## **2.4. GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERİN İŞGÜCÜ PİYASALARINA ETKİSİ**

Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan şirketlerin, zaman ve maliyet açısından sağlayacağı avantaj, özellikle işgücü maliyetlerinin yüksek olduğu ülkelerde üretimin yeni teknoloji kullanımı olan gelişmiş ülkelere kaymasına neden olacaktır.

Yeni teknolojiler önceden ucuz işgücünden faydalanmak için ülke dışında üretilen malların artık merkez ülkede üretilmesini mümkün kılacaktır. Örneğin; robotlar tarafından üretilen bir ürün artık ucuz Asya işçiliğine gerek kalmadan, ABD’de üretilebilecektir. Bunun gibi birçok örnek vermek mümkündür. Bu nedenle yeni teknolojilerin gelişmesi artık sadece gelişmiş ülkeleri değil; az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri de olumsuz etkileyecektir (Krugman, 2012). Düşük işgücü maliyeti olan Çin, Hindistan ve Bangladeş gibi ülkeler, vasıfsız işçilerin bolluğundan faydalanarak Batı ülkelerindeki bazı şirketlerin üretimlerini buralarda gerçekleştirmesini sağlamaktadırlar. Ancak Endüstri 4.0 ile birlikte Asya pazarına göre rekabet avantajını yitirmiş ABD ve bazı AB ülkeleri bu avantajı yeniden kazanma ihtimaline sahiptir. Gelecekte merkez ülkelerde tam anlamıyla robotların üretimde kullanılması, ucuz işgücüne sahip Asya ülkelerini, pazar ekonomisi açısından kayıplara uğratabilir (Alçın, 2016: 22).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretimdeki verimliliği arttırabilecek kapasiteye sahip olması, ücretlerin en düşük olduğu ülkelerle bile rekabet edilebileceği anlamına

gelmektedir. Nitekim günümüzde bu durumun örneklerine Çin, Hindistan ve Meksika gibi düşük maliyetli ülkelerde rastlanmaktadır. Üretim bu ülkelerden, merkez ülkelere geri taşınmaya başlamıştır. Bunun bir nedeni yeni teknolojilerin kullanılmaya başlamasıdır. Bir diğer nedeni ise, ucuz işgücünün bulunduğu özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde işçi ücretlerinin yükselmesidir (Ford, 2018: 23). Özellikle işgücü maliyetinin düşük olduğu ülkelerde, üretimde insanların ikamesi olarak robotların kullanılması belli bir oranda maliyet avantajı sağlamalıdır. Bunun ekonomik bir avantaj sağlaması için; üretimde kullanılan insan emeği ile robotik işgücü arasında maliyet olarak %15'lik bir fark olması gerekir. İnsan emeğinin yüksek maliyeti, üretimde robotik işgücünün tercih edilmesi için en büyük nedendir. “*Boston Consulting Group (BCG)*” tarafından yapılan bir araştırmaya göre gelişmekte olan ülkelerin bazılarında 2025 yılına kadar bu durum gerçekleşecektir. Çinli şirketler ise; robotların insan emeğinin neredeyse tamamının yerini alacağı fabrikaları kurmaya başlamıştır (Wisskirchen, 2017: 16). Nitekim Çin şirketleri, üretimde kullanılan robotik işgücünün oranını 2005-2012 arasında yılda yaklaşık %25 arttırmıştır (Ford, 2018: 21-23). Örneğin; bir Çin fabrikasında insanların çalıştığı işlerin %90'ı makinelerle devredilmiştir. Bu değişim, fabrikanın üretkenliğini %250 arttırmış ve hata payını da %80 azaltmıştır (Andrei, 2017).

Farklı bir örnek ise; “*Changying Precision Technology*” adında bir Çin şirketinin fabrikasında gerçekleşmiştir. Fabrikada cep telefonu üretmek için geçmişte 650 kişinin çalışırken halen fabrikada, 10 üretim hattında 24 saat çalışan 60 robot kolu bu işi yapmaktadır. Buna karşılık şirkette üçü üretim hattını kontrol etmek ve denetlemekle görevlendirilmiş ve diğerleri bilgisayar kontrol sistemlerini izlemekle görevli sadece 60 kişi istihdam edilmektedir. Fabrika müdürüne göre; istihdam edilenlerin sayısı daha da düşebilir ve otomasyonla elde edilen verimlilik seviyesindeki artış göz önüne alındığında, diğer fabrikaların kendilerini takip etmesiyle bu değişim olabilir (Javelosa, 2017).

Dolayısıyla Endüstri 4.0 teknolojilerinin gelişmesi, üretimde robotik işgücünün verimlilik ve ücret açısından işçilerden daha cazip hale gelmesine yol açtığı için gelişmiş ülkelerin yanında gelişmekte olan ülkelerin de işgücü piyasasını etkileyecektir.



## 2.5. ÇALIŞMA KOŞULLARINA ETKİSİ

Endüstri 4.0 ile birlikte kadın erkek arasındaki cinsiyet farkından kaynaklı işbölümü ve cinsiyete dayalı iş algısı yavaş yavaş ortadan kalkacaktır. Üretimde yeni teknolojilerin aktif olarak kullanılması beraberinde yeni meslekleri getirirken eskiden sadece erkeklerin yapabileceği işleri bu teknolojiler sayesinde günümüz çalışma hayatı içinde kadınlar da yapabilecektir. Şirketler; işleri daha da otomatik yapılabilir hale getirerek, kadınların mevcut yüklerinden bazılarının giderilmesine ve kayıtlı ekonomide becerilerini geliştirmelerine imkân sağlayacaktır. Doğru şekilde uygulandığında Endüstri 4.0, yeni esnek çalışma modelleri oluşturarak, daha da cinsiyet dengeli bir işyeri ortamı sağlayabilecektir (WEF, 2018: 5-6).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin günümüzdeki işgücünün yerini almaya başlamasıyla, istihdamda bir azalmaya ve varlığını korumayı başarmış işgücünün ise ücretlerinin düşmesine neden olacağı yönünde bir öngörü bulunmaktadır (Ford, 2018: 228). Buna göre; Endüstri 4.0'ın vasıfsız işçilerin ücretlerini azaltması beklenmektedir. Teknolojik ilerleme, ücretleri arttıran bir etki yaratmamış, kazanan ve kaybeden taraflar her zaman olmuştur. Ancak kaybedenlerin sayısı kazananlara göre hep daha fazladır (Brynjolfsson ve McAfee, 2014: 181 ).

Bu öngörünün gerçekleşmesi durumunda, artan işsizlik ve azalan ücretler sorunu, alım gücünün düşmesine ve tüketimin azalmasına neden olacaktır. Bir ekonominin tüketim ile beslendiği göz önüne alındığında, bu durumun gerçekleşmesi tüketim piyasasında daralma ve ekonomide yaşanacak bir durgunluğu da beraberinde getirecektir. İstihdam, tüketicilere harcamalarını yapacakları bir gelir sağlar. tüketicilerin alım gücü buna göre belirlenir. Alım gücüne istihdam aracılığıyla erişen tüketicilerin dışında şirketler de aynı ekonomi içinde bir tüketim gerçekleştirir. Satın alım yapar. Ancak bu satın almanın nihai amacı yine bireysel tüketicinin satın alımına yönelik harcamalardır (Ford, 2018: 228). Bu sonuç, tüketimin gerçekleşmediği bir ekonomide üretimin daha az maliyetli, hızlı ve hatasız olmasının bir anlamı olmayacağını ortaya koymaktadır. Ancak yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre özellikle Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0'ın gerçekleştiği dönemlerde olduğu gibi tüketim, uç noktada da olsa gerçekleşecektir. Yeni teknolojilerin sahipleri ve onlar aracılığıyla ekonomiye

kazandırılmış kısıtlı bir müşteri kitlesi her zaman olacaktır. Bu, sermaye yoğun bir ekonominin kaçınılmaz sonucu olarak görülebilir. Martin Ford “*Robotların Yükselişi*” kitabında oluşacak bu ekonomik durumu açıklarken “*Tekno-Feodalizm*” kavramını kullanmaktadır (Ford, 2018: 299). Ford’a göre bu kavram, yeni bir düzeni anlatmaktadır. Bu düzende yeterince tüketemeyen toplulukların önemi gittikçe azalmaktadır.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin, azalan istihdam ve azalan ücretler sorunu ile birlikte tüketimin azalmasına ve ekonomik bir durgunluğa neden olacağı öngörüsü kabul edildiği takdirde bu sorunların tüketim alışkanlıklarında da bir değişikliğe neden olacağı ve bireyleri, kısa ve uzun vadeli tüketim ile tasarruf arasında bir tercih yapmaya yönlendireceği söylenebilir (Ford, 2018: 242).

## **2.6. ŞİRKETLERE ETKİSİ**

Endüstri 4.0 teknolojilerinin hayatın her alanına girmesinin özellikle olumsuz etkileri üzerinde yoğunlaşan birçok kaynak; krizlerden fırsatlar çıkaran yani bir bakıma krizsiz beslenemeyen kapitalist düzenin, bu dönüşümü de tam bir yaratıcı yıkıma dönüştüreceğini öne sürmektedir. Endüstri 3.0, bu düzene çok uluslu şirketleri katmış ve bu sayede dünya hızla küreselleşmiştir. Endüstri 4.0 ise; sahip olduğu teknolojiler ve sunduğu fırsatlar ile bu düzene birçok yeni alan katacak ve küreselleşmenin hızını ileri götürerek küreselleşmeyi sanallaştıracaktır. Endüstri 4.0 sürecinde bu sanallaşmayı iyi görenler başarılı olacaklardır. Buna karşılık Endüstri 3.0 döneminin küreselleşme öncüleri olan, çok uluslu şirketlerin bazıları bu durumdan olumsuz şekilde etkileneceklerdir. Bu şirketlerin bazılarının eski gücünü yitirmesi yaşanacak yeni endüstri devriminin öncülerinin yeni teknolojilere uyum sağlayabilen şirketler olacağını göstermektedir. Endüstri 4.0 süreci yaşanırken bu şirketler, aslında geçmişten beri bilişim sektörüne yatırım yaparak kısa sürede daha hızlı kazanç sağlayan şirketlerdir. Dijital çağın teknolojilerini çok iyi kullanan ve bu sayede güçlenen bu şirketler, hayatın her alanında var olan teknolojilerin üreticileri konumundadırlar.

Günümüzde Microsoft, Google, Apple, Facebook ve daha birçokları Endüstri 4.0’ın öncülüğünü üstlenmiş şirketlerden bazılarıdır. Bu şirketlerin öncü olmalarındaki

en önemli faktör ilk önce niteliğe sahip olmaları ve dijital çağın teknolojilerini iyi okumalarıdır.

Tarım toplumlarında '*toprak*', sanayi toplumlarında '*elektrik*' ve sanayi sonrası toplumlarda '*bilgisayar*' nasıl kendi çağlarının hammaddeleri ise, Endüstri 4.0'ın yaşandığı günümüzde dijital çağın hammaddesi de '*veridir*'. Günümüzde bu şirketleri değerlendirirken gözden kaçırılmaması gereken nokta; arazi sahibi tarım çağında, fabrika sahibi sanayi çağında ne kadar önemliyse günümüzde de verinin sahibi o kadar önemlidir. Bu nedenle şirketlerin yeni endüstri dalgası yaşanırken nasıl bir pozisyon alacakları siyasi, yasal, ekonomik açıdan olduğu kadar, çalışma hayatı açısından da büyük önem taşımaktadır. (Turan, 2018: 96-99).



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE’NİN ENDÜSTRİ 4.0 DÖNÜŞÜMÜ

Endüstri 4.0, üretim endüstrileri daha çok ithalata dayalı olan gelişmekte olan ülkeleri de etkilemektedir. Gelişmekte olan ülkelerin üretkenlik ve verimlilik artışı sağlayabilmeleri, yeni teknolojilerin üretimde oluşturacağı dijitalizasyona uyumluluklarına bağlıdır. Zira üretim süreçlerinde yeni teknolojilerin kullanılması üretimin gücünü arttırmaktadır. Yeni teknoloji kaynaklı ekonomik büyüme, ithalat-ihracat dengelerindeki değişme, yeni iş alanlarının oluşması günümüzde bu ülkelerde var olan sistemlerde birçok değişiklik yaratacaktır (Ersoy, 2017).

Küresel piyasalarda rekabet avantajı kazanmak için Endüstri 4.0’a uyumluluk geliştirmekte olan bir ülke olan Türkiye için de büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Endüstri 4.0’a uyum konusunda öncelikle Türkiye’deki endüstrinin yapısını değerlendirilmesi yerinde olacaktır.

#### 3.1. TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİNİN YAPISI VE ENDÜSTRİ 4.0 KARŞISINDAKİ KONUMU

Almanya başta olmak üzere, gelişmiş ülkelerin son birkaç yıldır Endüstri 4.0’ı tartışmaya başladığı bilinmektedir. Türkiye’de ise Endüstri 4.0 kavramına yönelik ilginin tam olarak 2015-2016 yıllarından itibaren arttığı aşağıda Grafik 1’de gösterilmektedir.

**Grafik 1.** Türkiye’de Endüstri 4.0’ın internette aranma trendi



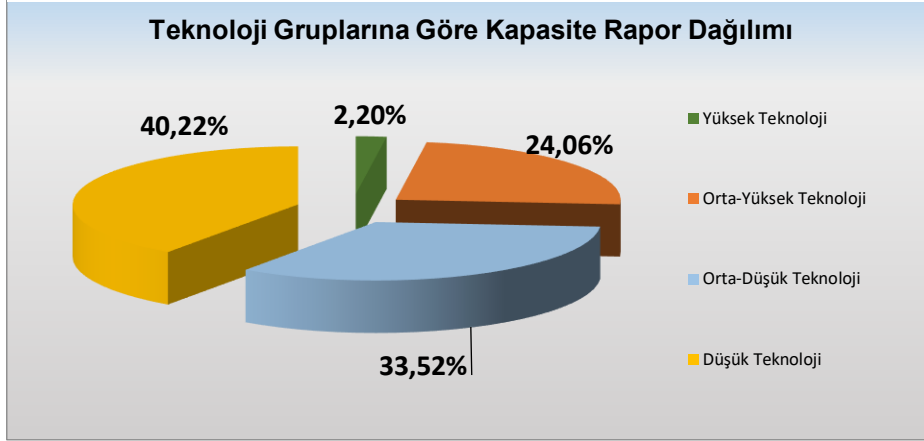
**Kaynak:** www.google.com, 2016

Türkiye'de imalat sanayi sayısal olarak Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) ağırlıklıdır. Ancak bu işletmelerin dijital dönüşüm sürecine adapte olmalarının büyük şirketlere göre daha zor olacağı öngörülmektedir. Örneğin, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2015 verilerine göre, KOBİ'lerin sadece % 12'si (10-249 işçisi olan şirketler) bilgisayar ağları üzerinden ürün veya hizmet siparişi vermektedir. Ayrıca 2014 yılında, üretim tesisleri yüksek teknolojiye sahip ortalama 190.000 Euro değerinde bir katma değer yaratmıştır (TÜİK, 2015). Bu rakam AB'deki ortalamanın dörtte birinden daha azdır. Türkiye'de üretim şirketleri Alman üretimi tarafından yaratılan katma değerinde birinden daha azını yaratmaktadır. İşgücü verimliliği açısından bu konu ele alındığında işçilerin imalatta yarattığı katma değer, AB ortalamasının üçte biri ve Almanya'nın dörtte biri kadardır. Sonuç olarak; Türk sanayinin verimliliği AB ülkelerinin verimliliğinden çok daha düşük durumdadır (Özlu, 2017).

Endüstri 4.0'ın bir endüstri devrimi olarak gerçekleşmesi için yeni teknolojilerin şirketler tarafından tüm süreçlere entegre edilerek kullanılması gerekmektedir. Endüstri 4.0'a uyumluluk, dijital altyapının dönüşüme hazırlığı ve şirket kültürünün bu dönüşümü ne kadar desteklediği ile paralellik göstermektedir. Üretim olmadan sürdürülebilir bir büyüme elde etmek imkânsız olacaktır. Endüstrinin dijitalleşmesi, üretimin büyümesine etkili olacak ve önemli katkı sağlayacaktır.

Şekil 9'da Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nin (TOBB) 2018 yılı Sanayi Kapasite Raporu'nun teknoloji gruplarına göre kapasite dağılımı gösterilmektedir. Rapora göre; temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı, bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı, hava taşıtları ve uzay araçları ile bunlarla ilgili makinelerin imalatı alanlarında faaliyet gösteren sanayi grupları tüm gruplar içinde %2,20 değerle ileri teknoloji gruplarında yer almaktadır. Tekstil ürünlerinin imalatı, tütün ürünleri imalatı, kâğıt ve kâğıt ürünlerinin imalatı da düşük teknoloji grupları içindedir. Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı, kömür ve rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı orta-düşük teknoloji grupları içinde yer almaktadır. Silah ve mühimmat imalatı, tıbbi ve dişçilik ile ilgili araç ve gereçlerin imalatı da orta-yüksek teknoloji ile çalışan sanayi grupları içinde yer almaktadır. Buna göre; Türkiye'de imalatın yaklaşık %30'u ve ihracatın % 37'si orta ve ileri teknoloji ürünlerinden oluşmakta ve orta – ileri teknoloji ürünleri AB ihracatının % 63'üne denk gelmektedir (TOBB, 2018)

Şekil 9. Teknoloji Gruplarına Göre Kapasite Rapor Dağılımı



**Kaynak:** “2018 Yılı Sanayi Kapasite Raporu İstatistikleri”, Teknoloji Gruplarına Göre Kapasite Raporu Dağılımı, (TOBB, 2018),

Yüksek teknoloji sektörleri, dijitalleşmeden en çok etkilenen sektörlerdir. Bu nedenle ileri teknoloji üretimi ve ihracatı arttırmak için sektörlerin dijital hale getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Dijital ve ileri üretim teknolojileri birçok işi ve mesleği ortadan kaldırma potansiyeline sahip olduğundan, işgücü piyasaları da Endüstri 4.0’dan etkilenecektir. Yeni dönemde en önemli sermaye, eğitilmiş ve vasıflı insan kaynakları olacaktır. Bu nedenle Türkiye’de gerekli yetkinliklere sahip vasıflı bir işgücü yaratılması ve Türkiye’ye özgü sistemlerin tasarlanıp yönetilebilmesi çok önemlidir.

Tük Sanayici ve İş Adamları Derneği (TÜSİAD), Samsung Türkiye, Deloitte Türkiye ve Bilgiden Gelen Büyüme Türkiye’nin (Growth from Knowledge – GFK) çalışmalarıyla 2016 yılında hazırlanan, “Türkiye’deki Dijital Değişime CEO Bakışı” adlı Rapor, Türkiye’de perakende, bankacılık, gıda ve telekomünikasyon gibi farklı sektörlerde faaliyet gösteren 58 şirketin yöneticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Çalışmaya katılan yöneticilere göre, işçilerin dijital dönüşüm stratejilerine uyumluluk oranı %66, dijital dönüşüme yön veren yönetici varlığı ise %38 ‘dir. Rapora göre; bu şirketlerin %7’si giriş, %59’u gelişmekte olan ve %34’ü gelişmiş bir dijital yapıya sahiptir. Raporda öne çıkan bir başka konu ise dijital dönüşüme yapılan yatırımlardır. Bu yatırımların oranı ortalama %27’dir (TÜSİAD, 2016: 3). Aynı rapordan alınmış aşağıdaki Şekil 10, sektörlerle göre dijitalleşmeye yapılan yatırımların oranlarını göstermektedir.

**Şekil 10.** Sektörlerin dijitalleşme için yaptıkları yatırım yüzdeleri

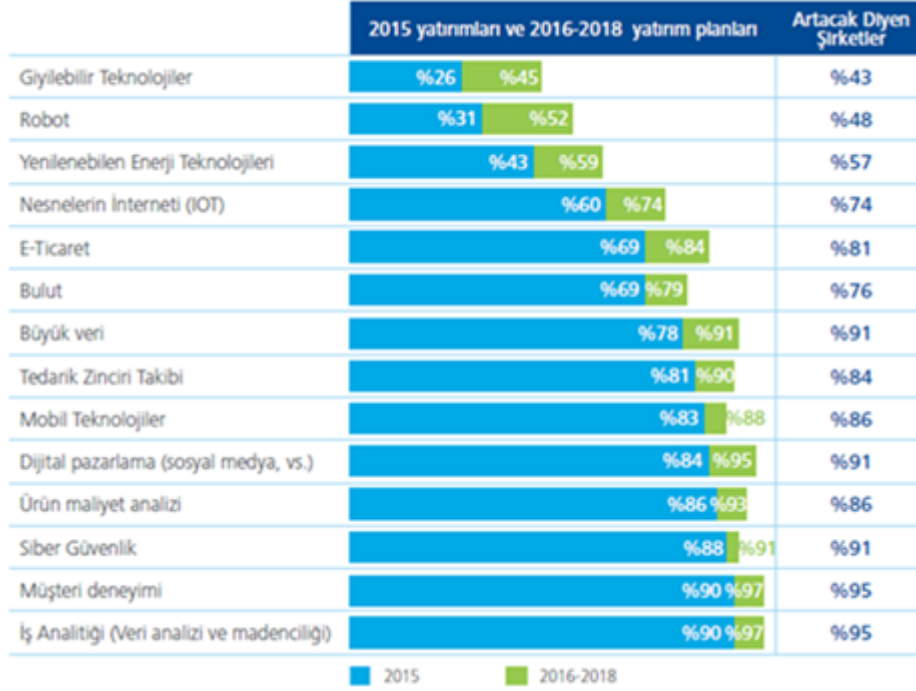


**Kaynak:** TÜSİAD, Türkiye’deki Dijital Değişime CEO Bakışı Raporu, 2016

Buna göre Telekomünikasyon sektörü, %70’lik bir yatırım ile başı çekmektedir. Hemen ardından sigortacılık sektörü dijital dönüşüme ayırdığı pay ile dönüşüme verdiği önemi ortaya koymaktadır.

Endüstri 4.0 için gerekli dijital altyapı sağlanamaz ise bir vizyon olarak kalmaya devam edecektir. Bu açıdan Türkiye’deki şirketlerin dijital altyapı için yapacakları yatırımlar oldukça önemlidir. Rapordan alınan Şekil 11, Türkiye’deki şirketlerin 2015 yılında % 90’ının müşteri deneyimi ile veri analizi ve madenciliği konusunda yatırım yaptıklarını göstermektedir. % 97’si ise gelecek dönemlerde bu alanlarda yatırım yapmaya devam edeceklerini belirtmişlerdir (TÜSİAD, 2016: 16)

**Şekil 11.** Dijital teknolojilere yatırım yapan ve 2 yıl içinde yatırım yapacakların oranları



**Kaynak:** TÜSİAD, Türkiye’deki Dijital Değişime CEO Bakışı Raporu, 2016

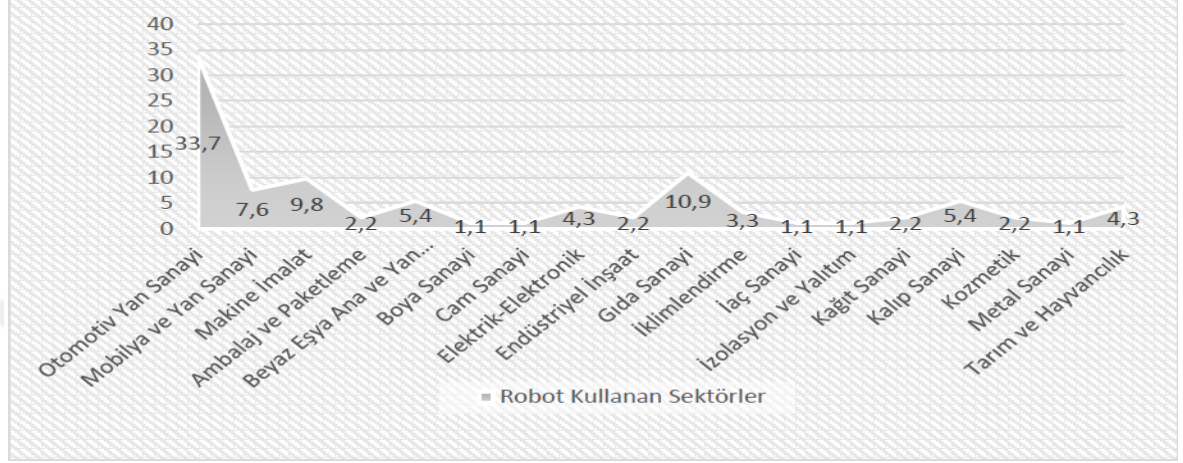
Türkiye açısından değerlendirildiğinde; dijital dönüşüme yönelik bu yatırımların Endüstri 4.0’ın en önemli bileşenlerinden biri olan veri analizi ve madenciliği konusuna odaklanması oldukça pozitif bir parametredir. Ayrıca nesnelerin interneti ile birlikte daha fazla verinin korunması için oldukça önemli bir alan haline gelen siber güvenlik konusunun da, şirketlerin yatırım planları arasında olduğu görülmektedir.

Endüstri 4.0, teknoloji kullanımına yatkınlıklarından dolayı ilk olarak otomotiv ve beyaz eşya sektöründe uygulanmaya başlanmıştır. Tekstil sektörü dokuma fabrikalarındaki makine kullanımından dolayı otomasyona sahiptir. Ancak bunun dışında daha çok el işçiliğine dayanan alanların olması ve verileri kontrol edip kullanamamasından dolayı Endüstri 4.0 uyumluluğu en zor olan sektörlerdendir. Tekstil sektörünün dönüşümü tamamlamak için mevcut üretim yapısının önce teknolojiye entegre edilebilir seviyeye getirmesi gerekmektedir (ST Endüstri 4.0, 2017: 10).



Grafik 2, Türkiye’de sektörlere göre robot kullanım oranlarını göstermektedir. Yapılan araştırmada en fazla robot kullanımının otomotiv yan sanayide olduğu tespit edilmiş, sıralamayı gıda, makine imalat, mobilya yan sanayi ve diğerleri takip etmiştir.

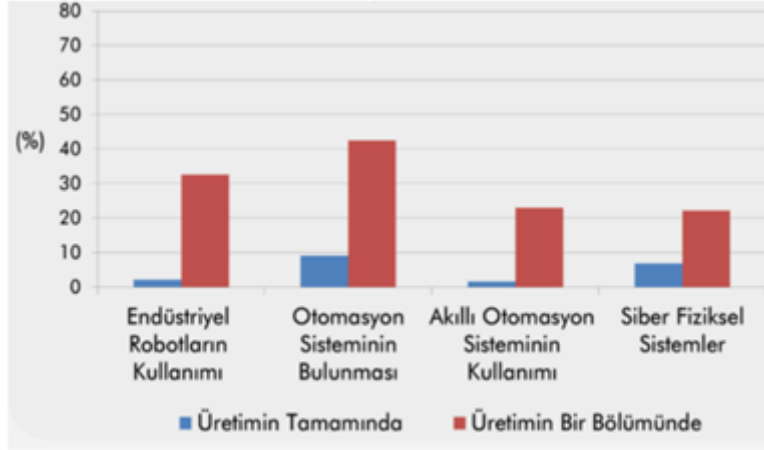
**Grafik 2.** Sektörlere Göre Robot Kullanım Oranları



**Kaynak:** Veriler Robot Yatırımları Dergisi, (2016), Robotların Türkiye Piyasasındaki Yeri ve Robotlu Otomasyon Seviyesi Araştırması, S:38.’den alınmış şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye’de Endüstri 4.0’a uyumluluğun sağlanması sadece özel sektör yatırımları ile mümkün olmamakta aynı zamanda devletin de dijital dönüşüm vizyonuna katkıda bulunması gerekmektedir. Bu konuda 2016 yılında gerçekleştirilen Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu toplantısı konuya yönelik önemli kararların alındığı önemli bir başlangıç olmuştur. Toplantıda Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik yetkinliklerin artırılması için Ar-Ge çalışmalarının hızlandırılması kararı, Türkiye’nin her iki sektör tarafından (Kamu-Özel) Endüstri 4.0’a verdiği önemi göstermektedir. Bunun yanı sıra Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretimi konusunda yerli şirketlerin desteklenmesine yönelik teşviklerin gözden geçirilmesi yönünde alınan karar da, Türkiye’nin Endüstri 4.0 yolunda farkındalığının yüksek olduğunu göstermektedir (Kahraman, 2017: 131).

**Şekil 12.** Şirketlerin ilgili teknolojileri seri üretim hatlarına entegre etme durumları



**Kaynak:** Tübitak, Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, 2017

Türkiye’de Endüstri 4.0’a geçişin sağlanmasından önce Türkiye’nin yaşanan endüstri devrimlerindeki mevcut konumunun belirlenmesi oldukça önemlidir. Buna yönelik TÜBİTAK tarafından 2016 yılında 1000 özel sektör kuruluşu ile yapılan çalışma, Türkiye endüstrisinin dijital dönüşüm seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğunu göstermektedir. Aynı çalışmada ortaya çıkan bir diğer sonuç ise; otomasyon ve siber fiziksel sistemler ile endüstriyel robotların kullanımının üretimin sadece bir bölümünde kullanılmasıdır (bkz. Şekil 12). Endüstri 4.0 vizyonunun gerçekleşebilmesi için bu teknolojilerin üretimin tamamında yer alması gerekmektedir (TÜBİTAK, 2016: 4).

Bir önceki bölümde doğunun ucuz işgücü avantajının üretimin bu bölgelere kaymasına neden olduğu üzerinde durmuştuk. Yapılan değerlendirmeye Türkiye özelinde bakmak gerekirse; TÜSİAD ve BCG tarafından yapılan “*Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0*” adlı çalışmada Hindistan, Çin ve Türkiye gibi ülkelerin düşük üretim maliyetleriyle öne çıktığı görülmektedir (TÜSİAD, BCG; 2016: 33).

Şekil 13. BCG üretim maliyetleri endeksine göre ülkelerin üretim maliyetleri

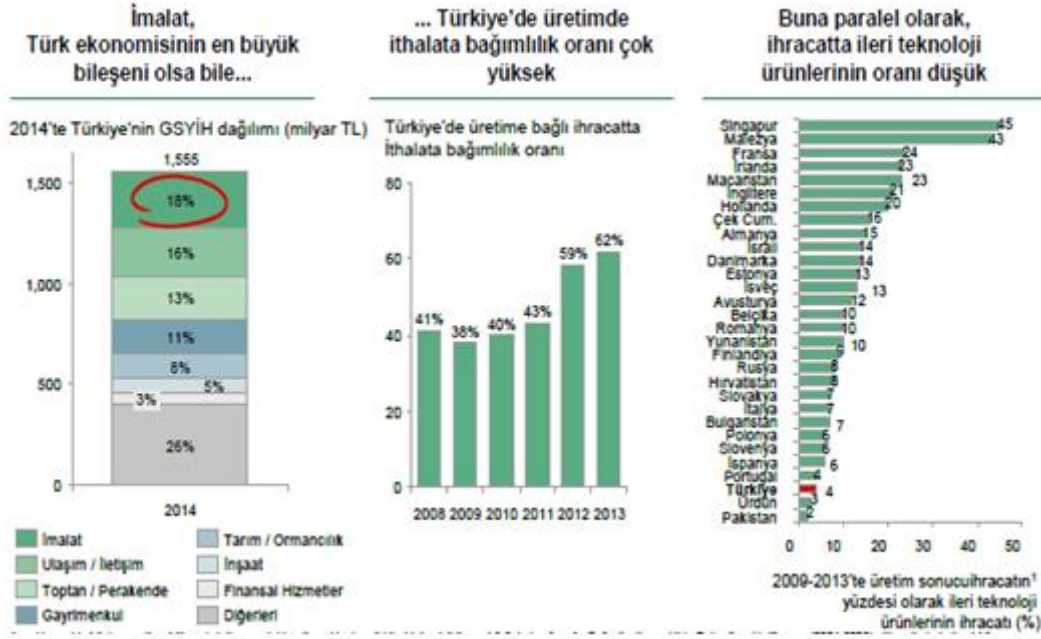


**Kaynak:** TÜSİAD, Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliğinin Bir Gerekliliği Olarak, 2016

Türkiye, coğrafi konum avantajı ve batıya göre daha düşük üretim maliyetleri ile küresel piyasada rekabetçi bir pozisyona sahiptir. Bu avantajlı konumunun etkisini ortaya koyan BCG'nin üretim maliyetleri endeksinde Türkiye'nin ortalama üretim maliyeti 98 birim iken, ABD'nin 100, Almanya'nın ise 121 birimdir (bkz Şekil 13). Ancak Türkiye'nin üretim sektöründeki avantajını koruyabilmek için karşı karşıya olduğu önemli sorunları da bulunmaktadır (Yılmaz, 2017).

Şekil 14'de Türkiye'nin 2014 yılında Gayri Safi Milli Hasılası (GSMH) içindeki sektörel dağılım payları görülmektedir. Buna göre imalat sektörü %18'lik payla en fazla değer üreten sektördür. Ancak Türkiye, üretiminin çok büyük bir kısmını ithalata dayalı olarak gerçekleştirmektedir. Türkiye'nin 2012 ve 2013 yıllarındaki ithalatı ise sırasıyla %59 ve %62 gibi çok yüksek seviyelerdedir. Ayrıca Türkiye'de toplam ihracatın %4'lük kısmı ileri teknoloji ürünlerine yöneliktir. Bu da yüksek teknoloji ürünlerinin üretimi konusunda olumsuz bir grafik çizmektedir. Türkiye'de vasıflı işçilerin sayısının oldukça düşük olması, yeni teknolojilerin dijital altyapılarının sağlanması ve bu teknolojilerin getirdiği Endüstri 4.0 Devrimi'nin gerçekleşmesi sürecini yavaşlatmaktadır (TÜSİAD, BCG, 2016: 34). Buradan hareketle Türkiye için ithalat merkezli bir üretim anlayışından çıkmak, vasıflı işçi sağlanması konusunda adımlar atmak ve ileri teknoloji ürünlerinin üretilmesini sağlamak, Endüstri 4.0 yolunda yapılması gereken önemli adımlar olarak görülmektedir.

**Şekil 14.** Sektörlerin Türkiye ekonomisine katkısı, ihracatın ithalatla ilişkisi ve ileri teknoloji ürünlerinin ihracattaki yeri



**Kaynak:** TÜSİAD, Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliğinin Bir Gerekliği Olarak, 2016, s.34

Endüstri 4.0'ın tam anlamıyla kullanılmaya başlanması ile birlikte otonom robotlar üretimin her alanında yerlerini alacak ve böylece üretkenlik, verimlilik, kalite gibi alanlarda şirketler önemli avantajlar elde edeceklerdir. Otonom bir üretim entegrasyonuna dayalı olan Endüstri 4.0 bileşenleri, işçilerin olmadığı bir üretim alanında elde edilen ürünün hata payının oldukça düşük olmasını sağlayacaktır. Bu da Endüstri 4.0 dönüşümünü gerçekleştiren bir ülkenin üretim maliyetlerinin, dönüşümü gerçekleştirememiş ve işçi kullanarak üretim yapmaya devam eden bir ülkeye göre daha düşük olacağı anlamına gelmektedir. Endüstri 4.0'ın sağlayacağı düşük üretim maliyetleri, küresel olarak birçok üretim tesisinin merkez ülkeye kaymasına neden olacaktır. Örneğin, ileri teknoloji kullanımının yoğun olduğu ABD merkezli Apple Şirketi üretimini Çin'den Amerika'ya taşımak için girişimlerini başlatmıştır (Yılmaz, 2017).

Sonuç olarak ucuz işgücüne sahip bir ülkenin artık üretim tesislerini kendine çekmesi pek mümkün görünmemektedir. Türkiye'nin küresel piyasalarda üretim maliyetlerindeki avantajı düşünüldüğünde, Endüstri 4.0'a uyumluluğunu tam olarak sağlamış bir Almanya veya ABD gibi ülkelere karşı daha pahalı üretim yapması olasıdır.

TÜSİAD tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’de Endüstri 4.0’a geçişin sağlanması durumunda üretim sektörlerinin 50 milyar TL civarında bir verimlilik elde edebileceği ortaya konulmuştur. TÜİK ve Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) yıllık raporlarındaki veriler kullanılarak yapılan çalışmada, toplam üretim maliyetlerinin verimliğinde %4 - 7 civarında bir artış beklenmektedir (TÜSİAD, BCG, 2016: 35).

Türkiye’nin Endüstri 4.0’a geçmesi halinde sağlayacağı verimlilik artışı küresel piyasalarda rekabet avantajını doğrudan etkileyecek önemli bir parametredir. Gelişmiş ülkelerin üretimde robot odaklı otonom modele geçiş verimlilik ve kalite alanlarında sağlayacakları avantajlar karşısında Türkiye’nin hâlâ emek-yoğun bir üretim modelinde kalması, geçmişte avantajlarından faydalandığı rekabet gücünü tersine çevirecektir. Bu açıdan değerlendirildiğinde; Türkiye’nin dijitalleşme sürecini yakından takip etmesi ve Endüstri 4.0 için doğru stratejilerle somut adımlar atması gerekmektedir.

### **3.2. ENDÜSTRİ 4.0’IN TÜRKİYE’DE İSTİHDAM ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ**

Endüstri 4.0’ın Türkiye’de istihdam üzerine olası etkileri ele alınmadan önce Türkiye’de istihdamın yapısını genel olarak ele almak yararlı olacaktır.

#### **3.2.1. Türkiye’de İstihdamın Yapısı**

Etkin bir işgücü piyasası, ekonomik büyüme ve refahın sağlanması açısından önemlidir. İşgücü piyasasının mevcut sorunlarının çözümünde ve işgücü piyasasının geleceğe yönelik politikalarının belirlenmesinde piyasa özelliklerinin bilinmesi önemli bir faktördür. Türkiye özelinde değerlendirilecek olursa; nüfus, işgücü piyasasının durum tespiti için kullanılacak en önemli göstergedir. Buna göre; nüfusun doğurganlık hızı, işgücü arzını etkileyen demografik bulguların başında gelmektedir. Toplam nüfus içindeki işgücü arzı, önceki kuşakların doğurganlık kararlarına bağlıdır. Zira önceki kuşakların doğurganlık kararları günümüzün nüfus yapısını belirlemektedir. Bu yapı içindeki bireylerin işgücüne katılma oranları ise toplam işgücü arzını oluşturur. İşgücü piyasasına yönelik mevcut durumun tespiti için nüfus yapısı içindeki işgücü arzının oluşturduğu istihdamın sektörel dağılımı da önemli bir unsurdur. Bir ülkede istihdamın sektörel dağılımı, o ülkenin ekonomik yapısını ve gelişme düzeyini ortaya koyan önemli ölçütlerden biridir (Şentürk, 2015: 115). Buradan hareketle, Türkiye’de mevcut istihdam

yapısının tespiti için ilk aşama olan istihdamın sektörel dağılımı Tablo 4'te gösterilmektedir.

**Tablo 4.** Türkiye'deki İş Kolları ve Mevcut İşçi Sayısı

<b>Avcılık, Balıkçılık, Tarım ve Ormanlık</b>	151,358
<b>Gıda Sanayi</b>	571,080
<b>Madencilik ve Taş Ocakları</b>	191,538
<b>Petrol, Kimya, Lastik, Plastik ve İlaç</b>	482,142
<b>Dokuma, Hazır Giyim ve Deri</b>	1,040,213
<b>Ağaç ve Kâğıt</b>	241,878
<b>İletişim</b>	61,660
<b>Basın, Yayın ve Gazetecilik</b>	92,159
<b>Banka, Finans ve Sigorta</b>	291,426
<b>Ticaret, Büro, Eğitim ve Güzel Sanatlar</b>	3,477,748
<b>Çimento, Toprak ve Cam</b>	173,550
<b>Metal</b>	1,553,106
<b>İnşaat</b>	1,747,228
<b>Enerji</b>	235,841
<b>Taşımacılık</b>	777,741
<b>Gemi Yapımı ve Deniz Taşımacılığı, Ardiye ve Antrepoculuk</b>	168,839
<b>Sağlık ve Sosyal Hizmetler</b>	382,685
<b>Konaklama ve Eğlence İşleri</b>	861,471

Savunma ve Güvenlik	295,701
Genel İşler	1,046,832
Toplam İşçi Sayısı	13,844,196

**Kaynak:** 31.01.2018 tarihli ve 30318 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İşkollarındaki İşçi Sayıları ve Sendikaların Üye Sayılarına İlişkin 2018 Ocak Ayı İstatistikleri Hakkında Tebliğ

Türkiye’de mevcut istihdam yapısının değerlendirilmesi için ortaya koyulan sektörel dağılımdan sonra ikinci aşama var olan işgücü istatistiklerinin değerlendirilmesidir. Aşağıda Tablo 5’de TÜİK’in mevsim etkilerinden arındırılmış temel işgücü göstergelerine yer verilmiştir.

**Tablo 5.** Mevsim Etkilerinden Arındırılmış Temel İşgücü Göstergeleri

	İşgücü (Bin)	Değişim oranı <sup>(1)</sup> (%)	İstihdam (Bin)	Değişim oranı <sup>(1)</sup> (%)	İşsiz (Bin)	Değişim oranı <sup>(1)</sup> (%)	İşgücüne katılma oranı (%)	İstihdam oranı (%)	İşsizlik oranı (%)	Tarım dışı işsizlik oranı (%)	Genç nüfusta işsizlik oranı (%)
2018 Ocak	32 081	0,1	28 935	0,1	3 146	-0,4	53,1	47,9	9,8	11,7	18,3
Şubat	32 096	0,0	28 949	0,0	3 147	0,0	53,1	47,9	9,8	11,6	18,1
Mart	32 042	-0,2	28 856	-0,3	3 186	1,2	53,0	47,7	9,9	11,8	18,2
Nisan	32 100	0,2	28 795	-0,2	3 305	3,7	53,0	47,6	10,3	12,2	18,7
Mayıs	32 076	-0,1	28 659	-0,5	3 416	3,4	53,0	47,3	10,7	12,6	19,5
Haziran	32 241	0,5	28 714	0,2	3 527	3,2	53,2	47,4	10,9	12,9	20,2
Temmuz	32 289	0,1	28 692	-0,1	3 597	2,0	53,2	47,3	11,1	13,1	20,2
Ağustos	32 488	0,6	28 824	0,5	3 664	1,9	53,5	47,5	11,3	13,2	20,8
Eylül	32 450	-0,1	28 727	-0,3	3 723	1,6	53,4	47,3	11,5	13,4	21,5
Ekim	32 567	0,4	28 775	0,2	3 792	1,9	53,5	47,3	11,6	13,6	22,0
Kasım	32 483	-0,3	28 538	-0,8	3 945	4,0	53,3	46,9	12,1	14,2	22,8
Aralık	32 362	-0,4	28 237	-1,1	4 125	4,6	53,1	46,3	12,7	14,9	23,2
2019 Ocak	32 309	-0,2	28 014	-0,8	4 295	4,1	52,9	45,9	13,3	15,5	24,5

**Kaynak:** (TÜİK, 2019), İşgücü İstatistikleri.

Tablo 5’e göre; mevsim etkilerinden arındırılmış istihdam 2019 yılı Ocak ayında bir önceki döneme göre 223 bin kişi azalarak 28, 014 olarak tahmin edilmiştir. İstihdam oranı da 0,4 puan azalarak %45,9 olmuştur. Mevsim etkisinden arındırılmış işsiz sayısı bir önceki döneme göre 2019 ocak ayında 170 bin kişi artarak 4 milyon 295 bin kişi olarak gerçekleşmiş, işsizlik oranı da 0,6 puan artarak %13,3 olmuştur. Mevsim etkisinden arındırılmış işgücüne katılma oranı 2019 yılı ocak ayında 0,2 puan azalarak %52,9 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019).

Ekonomik faaliyete göre istihdam edilenlerin sayısı, tarım sektöründe 22 bin, sanayi sektöründe 82 bin, inşaat sektöründe 44 bin, hizmet sektöründe 76 bin kişi azalmıştır.

2019 Ocak ayında herhangi bir sosyal güvenlik kuruluşuna bağlı olmadan çalışanların oranı, bir önceki yılın aynı dönemine göre 0,6 puan artarak %33,1 olarak gerçekleşmiştir. Tarım dışı sektörde kayıt dışı çalışanların oranı ise bir önceki yılın aynı dönemine göre 0,7 puan artarak %22,5 olmuştur (TÜİK, 2019).

### **3.2.2. Endüstri 4.0'ın Türkiye'de İstihdam Üzerine Olası Etkileri**

Teknolojinin yaratacağı değişimin istihdama yönelik etkileri, her zaman başlangıçta bir korku yaratmıştır. Bu durum, daima belli taraflarca tartışılan önemli bir konudur (Topkaya, 2016: 1130). Ekonomik olarak teknolojinin bu değişiminden faydalanmak, iktisat teorisyenlerine göre gelişmiş ülkelerin kalkınmışlıklarının bir göstergesidir. Günümüzde de gelişmiş ülkeler ekonomik kalkınmalarını, teknoloji yoğun üretime borçludurlar. Buna karşın, gelişmekte olan ülkelerde ise emek yoğun üretim hâkimdir. Bu durum nüfus yapısı içindeki yoğun işgücü arzına istihdam yaratmak amacıyla kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerin ekonomik kalkınmalarının teknolojik değişimden sağladıkları fayda ile eşdeğer olduğunu savunan iktisat teorisyenleri teknolojik değişimin işgücü piyasasına olan etkilerini uzun zamandır analiz etmektedir. Buna göre birçok iktisatçı; teknolojik değişimin yarattığı gelişmelerin, işsizliği de bir şekilde düzenlediğini ileri sürmüştür (Topkaya, 2016: 1132).

Teknolojik değişim ile birlikte üretim süreçleri, şirket yönetimi anlayışları, üretim malları ve üretim teknikleri bir dönüşüm geçirerek yeni tüketim ve yatırım anlayışlarını ortaya çıkarmıştır. Yeni teknolojiler ile birlikte üretimin tüm aşamalarında teknoloji tabanlı bir yapı gelişmiştir. Bunun sonucu olarak da teknolojik değişim ile işsizlik veya istihdam arasında bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Ekonomik yapı içindeki teknolojinin hâkim rolü, istihdam yaratma ve işgücü tipi üzerinde etkin bir role sahip olduğunun göstergesidir (Kökocak vd., 2015: 116).

Siemens İcra Kurulu Üyesi ve Türkiye Endüstri 4.0 Çalışma Grubu Başkanı Ali Rıza Ersoy, *"Türkiye, Almanya'dan sadece 3 yıl sonra Endüstri 4.0'ı programına alıyor"*



demektedir. Ayrıca Arçelik, Vestel, Ford ve Ankara Sanayi Odası, Kocaeli Belediyesi gibi kurumların Endüstri 4.0 teknolojilerine uyumluluk için geçiş sürecini başlattığını vurgulamaktadır. Ersoy'a göre; Türkiye Endüstri 4.0 dönüşümünü 30 yılda tamamlayacaktır. Almanya'nın 2015-2020 planlarına göre; kamu ve özel sektör, planlanan 5 yıl boyunca her yıl 40 milyar Euro yatırım yaparak yıllık büyüme oranını %3'e çıkarmayı ve bu şekilde ek olarak yıllık 30 milyar Euro gelir arttırmayı hedeflemektedir. TÜSİAD'ın yaptığı araştırmaya göre ise Endüstri 4.0'ın Türkiye'ye potansiyel etkisi; Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYİH) %1 ve üzeri bir ek büyüme ile 150- 200 milyar lira düzeyinde ek gelir şeklindedir. Bunun yanı sıra endüstride gerçekleşmesi beklenen bu büyüme ile yılda yaklaşık %6 istihdam artışı olması düşünülmektedir (Ersoy, 2016). Türkiye'nin dijital dönüşüme sağlayacağı uyumluluk ile daha öncede bahsedildiği gibi küresel rekabet gücünde ve katma değer üretiminde artış yaşanacaktır. Bu artış, ekonomik büyüme ile birlikte istihdamda da önemli bir artış sağlayacaktır. 2030 yılına kadar üretim sektörlerinde vasıfsız işçi ihtiyacının 400-500 bin kişi azalması beklenmektedir. Vasıfsız işçi sayısındaki bu azalmaya karşın, 100 bin kadar yüksek vasıflı işçiye de ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir. Ayrıca teknolojik değişimin getireceği 400-500 bin yeni iş imkânı oluşacağı düşünülmektedir. Endüstri 4.0'ın Türkiye'nin ekonomik büyümesine %2-3'lük bir artış getireceği ve iş kayıplarını da bu büyüme içinde telafi edeceği ileri sürülmektedir (TÜSİAD, 2016: 46).

### **3.2.3. Türkiye İstihdam Yapısında Değişmesi Olası Çalışma Anlayışı**

Endüstri 4.0 teknolojilerinin, istihdam üzerinde olumsuz etkileri olması durumuna karşı işsizliği azaltma amacına yönelik "*iş yaratma*" terimi çoğunlukla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra işgücü arzının vasıflı ve sürekli olmasını sağlayan istihdam politikalarının uygulanması anlamına gelen "*istihdam yaratma*" terimi bulunmaktadır. Her iki terim de işsizliğin azaltılması ve istihdamın artırılmasını amaç edinmektir (Kökocak vd., 2015: 111).

Bu terimlerin hayata geçirilmesinde günümüz çalışma hayatının önemli unsurlarından biri olan İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY) açısından da, teknolojik değişimler rekabet baskısı yaratmakta, vasıflı işgücü arzının eksikliği, işgücündeki çeşitlilik, işgücü maliyeti gibi etkenler yeni eğilimlerin ortaya çıkmasına ve yayılmasına

neden olmaktadır (Saylam ve Leblebici, 2015: 188). Buna bağlı olarak da geleneksel çalışma modellerinden farklı, yer ve zaman açısından esnek olan yeni modeller ortaya çıkmıştır (Saylam ve Leblebici, 2015: 193).

Teknoloji ile mobilitenin entegrasyonu çalışma hayatında yeni bir çalışma modeli ortaya çıkarılmıştır. Bu yeni çalışma modeli “*siber yakalılar*” olarak tanımlanan ancak yabancı kaynaklar tarafından “*mobile worker*” olarak adlandırılmasından dolayı burada da “*mobil yakalılar*” diyebileceğimiz bir kavramı gündeme getirmektedir. Bu kavram, internet ve telekomünikasyon araçları vasıtasıyla, yer ve zaman açısından esnek bir çalışma biçimi ile işini yapan bireyleri ifade etmektedir. Mobil yakalı işçiler ev, ofis, uçak, otel, toplu taşıma araçları, kafeler gibi alanlarda işlerini sürdürebilmektedirler. Günümüzde yeni çalışma modeline göre; insanların sabit bir ofise sahip olmadan işlerini yapabilmesi için, çalışma hayatında mobil teknoloji uygulamalarının etkin olarak kullanılması gerekmektedir. İnternet bağlantısının olduğu alanlarda raporlar yazabilme, toplantılara evrimii katılabilme, tasarımlar üzerinde düzenleme yapabilme gibi uzaktan iş ile ilgili görevleri tamamlayabilme olanağı, mobil teknolojilerin sağladığı imkânlar ile gerçekleşmektedir. Türkiye’de ise mobil teknolojilerin çalışma biçimleri üzerinde henüz bu denli etkisi olmasa da, teknoloji kullanımı ve mobilite ile birlikte bir artışın gerçekleşeceği öngörülmektedir (Adıgüzel vd., 2014: 175-176). Son 50 yılda sürdürülebilir olmayan teknoloji tercihleri, doğanın üçte ikisini tahrip etmiştir. TEMA Vakfı, zel sektör işçilerinin sürdürülebilirlik felsefesini anlayarak kurumlarının bu yöndeki hedeflerine ulaşmasında katkı sunmaları için “*Yeşil Yaka 77*” programını geliştirmiştir (TEMA, 2016). Dolayısıyla yaşanan teknolojik dönüşümler “*yeşil yaka*” işçiler olarak adlandırılan aynı zamanda çevreye duyarlı yeni bir işçi profilini daha oluşturmuştur.

Frey ve Osborne’un mesleklerin bilgisayarlar tarafından yapılabilme olasılıkları üzerine yaptıkları alışma Ekonomik Forum Dergisi tarafından Türkiye istihdam paylarının veri sınıflandırmasına uygun hale getirilerek Türkiye zeline yeni bir çalışma yayınlamıştır. Bu doğrultuda hazırlanmış Tablo 6, bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebilme olasılıklarına göre meslekler ve bu mesleklerin Türkiye’de istihdamdaki paylarını göstermektedir. Buna göre, önümüzdeki birkaç yıl içinde Türkiye’de işlerin %59’u bilgisayarlar tarafından yapılabilir olacaktır. Montajcılar, vasıfsız

tarım işçileri, büro işçileri ve satış hizmeti veren işçiler yüksek risk altındaki meslekler iken; bilim, teknoloji, sağlık alanlarında çalışanlar, eğitim sektörü çalışan ve yöneticileri düşük risk grubunda bulunmaktadır (Özen, 2017: 78).



**Tablo 6.** Bilgisayar Tarafından Gerçekleştirilebilme Olasılıklarına Göre Meslekler ve Bu Mesleklerin Türkiye’de İstihdamdaki Payları

Risk	ISCO 08 KODU	Meslek Grubu	Mesleğin Bilgisayarlı Otomasyonla Yapılma Olasılığı	İstihdam Payı (2015)
Yüksek: İstihdamın %59'u	43	Sayısal işleme yapan ve malzeme kayıtları tutan büro elemanları	%94	%2.50
	41	Genel büro elemanları ile klavye kullanan büro elemanları	%94	%2.20
	95	Cadde ve sokaklarda satış ve hizmet işlerinde çalışanlar	%94	%0.50
	82	Montajcılar	%90	%0.50
	92	Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörlerinde nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar	%88	%4.70
	94	Yiyecek hazırlama yardımcıları	%86	%1.40
	81	Sabit tesis ve makine operatörleri	%84	%3.70
	44	Diğer büro hizmetlerinde çalışan elemanlar	%84	%0.80
	63	Kendi geçimine yönelik çiftçiler, balıkçılar, avcılar ve toplayıcılar	%80	%0.20
	52	Satış Hizmeti veren elemanlar	%79	%9.10
	96	Çöpçüler, atık toplayıcılar ve diğer nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar	%78	%0.90
	62	Pazara yönelik nitelikli ormancılık, su ürünleri ve avcılık çalışanları	%74	%0.10
	72	Metal işleme, makine ve ilgili işlerde çalışan sanatkarlar	%73	%3.40
	42	Müşteri hizmetlerinde çalışan elemanlar	%72	%1.40
	61	Pazara yönelik nitelikli tarım çalışanları	%71	%15.60
93	Madencilik, inşaat, imalat ve ulaştırma sektörlerinde nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar	%71	%4.80	
71	İnşaat ve ilgili işlerde çalışan sanatkarlar (elektrikçiler hariç)	%71	%4.00	
75	Gıda işleme, ağaç işleri, giyim eşyası ve diğer sanatkarlar ve ilgili işlerde çalışanlar	%71	%3.60	
Orta: İstihdamın %28'i	83	Sürücüler ve hareketli makine ve teçhizat operatörleri	%64	%4.90
	9	Temizlikçiler ve yardımcılar	%64	%3.20
	73	El sanatları ve basım ile ilgili işlerde çalışanlar	%62	%1.30
	35	Bilgi ve iletişim teknisyenleri	%58	%0.30
	74	Elektrik ve elektronik işlerde çalışan sanatkarlar	%55	%1.40
	33	İş ve idare ile ilgili yardımcı profesyonel meslek mensupları	%53	%2.30
	31	Bilim ve mühendislik ile ilgili yardımcı profesyonel meslek grupları	%49	%1.60
	51	Kişisel hizmet veren elemanlar	%48	%4.80
	53	Kişisel bakım hizmeti veren elemanlar	%44	%1.80
	54	Koruma hizmeti veren elemanlar	%40	%2.90
	32	Yardımcı sağlık profesyonelleri	%38	%0.70
	34	Hukuk, sosyal, kültür ve benzeri alanlar ile ilgili yardımcı profesyonel meslek grupları	%37	%0.60
24	İş ve yönetim ile ilgili profesyonel meslek grupları	%34	%1.60	
Düşük: İstihdamın %13'ü	12	Ticari ve idari müdürler	%20	%1.00
	26	Hukuk, sosyal ve kültür ile ilgili profesyonel meslek mensupları	%17	%1.20
	14	Ağırlama, perakende ve diğer hizmet müdürleri	%14	%1.80
	21	Bilim ve mühendislik alanlarındaki profesyonel meslek mensupları	%12	%1.40
	13	Üretim ve uzmanlaşmış hizmet müdürleri	%10	%1.90
	25	Bilgi ve iletişim teknolojisi ile ilgili profesyonel meslek mensupları	%10	%0.30
	11	Başkanlar, üst düzey yöneticiler ve kanun yapıcılar	%9	%0.60
	23	Eğitim ile ilgili profesyonel meslek mensupları	%8	%3.80
22	Sağlık profesyonelleri	%4	%1.40	

**Kaynak:** (Özen, 2017), Türkiye’deki Mesleklerin Ne Kadarı Gelecekte Bilgisayarlar Tarafından Yapılabilecek, Ekonomik Forum Dergisi, S:77.

Endüstri 4.0'da üretimin kas gücü ile değil akıl gücü ile yapılacağı öngörülmektedir. Şirketlerin inovasyon kapasiteleri, yeni üretim sisteminin akıl gücü ile doğru orantılı olacaktır. Bu nedenle Endüstri 4.0'a uyumlulukta karşılaşılabilecek en büyük zorluk, vasıflı insan kaynağının eksikliğidir. Endüstri 4.0, ucuz işgücüne sahip Çin ve Hindistan gibi ülkelere kayan üretimin üretkenlik ve verimlilik artışı sağlanarak Avrupa'ya geri kazandırılması çabasıdır (Doğan, 2017: 14). Türkiye genç nüfusu yüksek bir ülke olarak, Endüstri 4.0'a uyumluluk sağlaması ve ileride karşılaşılması olası öngörüler arasında olan işsizlik sorununu şimdiden ortadan kaldırması için gençlerin planlı eğitimlere yönlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'nin düşük olan işgücü maliyetini gelişmiş ülkeler karşısında kullanarak avantaj sağlaması da mümkün olacaktır. Aksi durumda dijital dönüşümün sağlayacağı imkânların bir anlamı kalmayacaktır (Avşar, 2016: 22).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin Türkiye'nin işgücü piyasalarına etkisi göz önüne alındığında, yüksek istihdam payına sahip olan hizmet sektörünün dijital dönüşümü oldukça önemli sonuçlar çıkaracaktır (Kabarlaklı, 2016: 66). Bu dönüşümden diğer sektörlerle göre daha fazla etkileneceği öngörülen hizmet sektörü, önümüzdeki yıllarda iş yaratma eğiliminin de en fazla yaşanacağı sektör olacaktır. Sanayi sektörünün dönüşümden etkilenme oranı özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından oldukça önemli olsa da, istihdamda bir iyileşmeye daima katkıda bulunması olası değildir. Ancak, hizmet sektörü istihdamı, istihdam yaratma eğiliminin en dinamik sektörü olmaya devam edecektir (ILO, 2015: 23).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere kullanımlarının artırılması bir gereklilik olmasının yanı sıra, söz konusu artışın gerçekleşmesi durumunda işçiler açısından gelir eşitsizliği sorunu da ortaya çıkabilir. Kötümserlere göre ekonomide işsizlik sorununa yol açacak yeni teknolojiler; iyimserlere göre, uzun vadede ekonominin iş imkânları açısından daha istikrarlı bir yapıya bürünmesini sağlayacaktır. Yeni teknolojilerin etkileriyle oluşacak yenilikçi bir ekonomik yapı, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından da önemli fırsatlar sunacaktır. Bu nedenle yeni istihdam politikaları belirlenirken Endüstri 4.0 teknolojilerinin olası etkileri dikkate alınarak mümkün olan en yüksek vasıf düzeyine sahip işgücü yetiştirilmesi oldukça önemlidir (Topkaya, 2016: 1141).

### 3.2.4. Türkiye’de Endüstri 4.0’ın Getireceği Ekonomik Büyümenin İstihdam ile İlişkisi

Bir ülkenin dünya çapında ekonomik bir başarı ortaya koyması için ekonomik büyümenin istihdam ile ilişkisi oldukça önemli iki değişken unsurdur. Bu iki değişken, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere, birçok ülkenin ekonomi politikalarının en önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Bir ülkede toplam veya kişi başına üretilen mal ve hizmet miktarındaki artış anlamına gelen ekonomik büyüme, son yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından üzerinde sıkça durulan en önemli konulardan biridir. Ekonomik büyüme ve bunun istihdam yaratması veya farklı gerekçelerle yaratamaması, küreselleşen Dünyada büyümenin tam anlamıyla gerçekleşmesi açısından son derece önemlidir. “İstihdam yaratmayan büyüme (*jobless growth*)” olarak adlandırılan ve büyümenin istihdam artışı yaratmadığı durum anlamına gelen bu konu doğal olarak işsizlik oranlarında da bir artışa neden olmaktadır (Murat ve Eser, 2013: 95).

Türkiye özelinde incelendiğinde, sanayinin gelişmişliğinin istihdam ile olan ilişkisini değerlendirmek yerinde olacaktır. Buradan hareketle Tablo 7’de Türkiye’de otomasyonun en fazla uygulandığı otomotiv sektöründe yıllara göre istihdam edilenlerin sayıları, Tablo 8’de ise bir büyüme göstergesi olarak değerlendirecek ihracat değerleri ve ihracat adetlerini gösterir bilgilere yer verilmiştir. Her iki tablo karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, Endüstri 4.0 teknolojilerinin en fazla kullanıldığı otomotiv sektöründe ihracat, yıllar içinde sürekli bir artış göstermiştir. Buna rağmen istihdamın bu büyüme karşısında yeterince artmadığı görülmektedir. Türkiye’de özellikle otomotiv yan sanayiinde otomasyonun diğer sektörlerle göre oldukça etkin kullanıldığı göz önüne alındığında, istihdamın yeterli ölçüde artmamasının nedenleri arasında yeni teknolojilerin etkisinin olduğu düşünülebilir. Bu durum daha çok Almanya, Japonya ve Kore gibi üretimde robotlaşmanın yüksek olduğu ülkelerin, Türkiye’deki fabrikalarında görülmektedir. Zira bu ülkelerin yeni teknolojileri üretimde etkin bir şekilde kullanması, Türkiye’de faaliyet gösteren fabrikalarının da benzer üretim süreçlerine sahip olması anlamına geldiği için istihdama olumsuz etki ettiği anlaşılmaktadır (Kahraman, 2017: 177-178).

**Tablo 7. Yıllara Göre Otomotiv Sektöründe İstihdam**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
İşçi	35.274	34.681	32.331	33.238	37.554	41.860	42.772	40.259
Büro Personeli	4.250	3.835	3.777	3.893	4.210	4.320	4.340	4.484
İdareci	546	776	590	458	1.355	1.094	1.081	1.069
Mühendis	3.480	3.958	4.191	4.481	4.198	4.578	4.853	4.745
İdari Mühendis	1.346	1.405	1.441	1.613	1.431	1.525	1.549	1.509
Toplam	<b>44.896</b>	<b>44.655</b>	<b>42.330</b>	<b>43.683</b>	<b>48.748</b>	<b>53.377</b>	<b>54.595</b>	<b>52.066</b>

**Kaynak:** Veriler (OSD, 2019)'dan alınmış tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 8. Yıllara Göre Otomotiv Sektöründe İhracat Değeri ve Adedi**

	2014	2015	2016	2017	2018
İhracat Değeri (Dolar)	13.758.755.536	13.181.475.078	15.739.729.793	20.117.104.696	21.932.941.390
İhracat Adedi	902.049	1.007.355	1.155.067	1.346.075	1.334.326

**Kaynak:** Veriler (OSD, 2019)'dan alınmış tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

Dünyada birçok ülkede ekonomik büyüme istihdamı yeterince arttırmamaktadır. Yeni teknolojiler, sermaye yoğun üretim süreçleri ve esnek yönetim biçimlerinde üretkenlik ve verimlilik açısından yaşanan gelişmelerin düzeyine bağlı olarak ekonomik büyüme sağlamakta ancak bu büyümenin istihdamı arttırmadığı görülmektedir. Bu durum Türkiye’de de söz konusudur (Çondur vd., 2016: 1067).

Büyüme ve istihdam arasındaki ilişki analiz edilirken demografik değişiklikler de hesaba katıldığında; nüfustaki büyümenin genellikle istihdamda yaşanan artışları eritmekte olduğu görülmektedir. Demografik değişikliklerin yanı sıra büyümenin, işlerin sayısındaki ve kalitesindeki artışlarla da ilişkili olduğunu gösteren üretkenlik

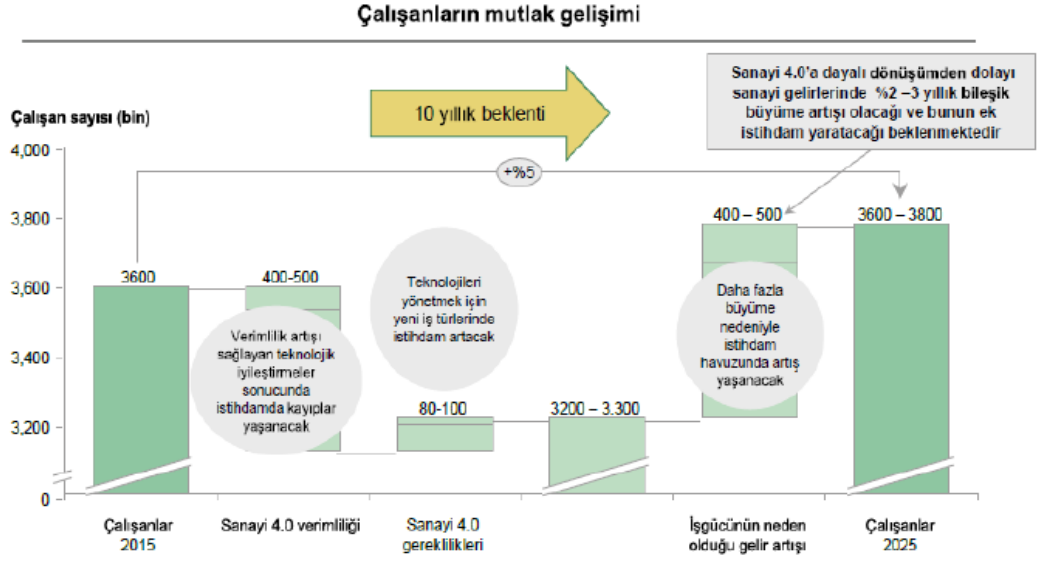
değişiklikleri ve büyümenin istihdam ilişkisini ortaya koyan istihdam hızı değişiklikleri, kişi başına GSYİH büyümesinin üç bileşen halinde ayrıştırılmasını sağlamaktadır (Hull, 2009).

Türkiye ekonomisinin büyüme performansı, Türkiye'yi geliştirmekte olan ülke grubuna sokmaktadır. Ölçek ekonomileri, verimlilik, üretkenlik, teknolojik ve yüksek katma değerli mal üretimi gibi kavramlar, Türkiye'de 1980 sonrasında belirlenen ihracat odaklı sanayileşme stratejisinin benimsenmesi ile önemli hale gelmiştir (Yardımcı, 2006: 12). Türkiye'de dış ticaretin teknolojik gelişmeye katkıda bulunması ve dolayısıyla uluslararası piyasalarda rekabet edebilirlik açısından ithal edilen ve ihracatı yapılan mallarda kullanılan teknoloji önem taşımaktadır (Yardımcı, 2006: 156). Türkiye'ye teknolojik ürün üretimi açısından bakıldığında, AR-GE harcamalarının GSMH içindeki payının oldukça düşük seviyede olduğu görülmektedir. AR-GE harcamalarının yüksek olduğu ülkelerden yapılan ithalat ekonomik büyümeyi ihracata göre daha çok etkilemektedir. Teknolojik bilginin ithalat yoluyla gelmesinin toplam katkısı pozitif olmakla birlikte düşüktür. Mevcut durum, Türkiye ekonomisinin dış ticaret yaptığı ülkelerin teknolojik bilgisinden yeterince yararlanamadığını göstermektedir (Yardımcı, 2006: 206).

Büyüme rakamları değerlendirildiğinde; ortalama %3 - 4'lük oranda büyümenin, G20 ülkeleri içinde sürekli ilerleme gösteren Türkiye'nin sadece bulunduğu yeri korumasını sağladığı anlaşılmaktadır. Ancak nüfus artışına bakıldığında bu oranın %5'in altında kalması Türkiye'de büyüme potansiyelinin altındaki bir büyümenin göstergesidir (Şirin, 2017: 162). Türkiye'nin bu ekonomik büyüme tablosu ve istihdam ile ilişkisi değerlendirildiğinde, ekonomik büyüme ile istihdam arasındaki ilişkinin yıllar itibarıyla oldukça istikrarsız bir yapı sergilediği sonucuna ulaşılmaktadır (Murat ve Eser, 2013: 110-111).



Şekil 15. Türkiye İçin İşgücü Öngörüsü



**Kaynak:** TÜSİAD, (2016), Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliğinin Bir Gerekliliği Olarak Sanayi 4.0, S:47.

Ekonomik büyümenin istihdam yaratmamasına neden olan birçok etken bulunmaktadır. Bu etkenler arasında en önemlisi, mevcut işgücünün verimliliğidir. İşgücü verimliliğinin düşük olması teknolojik ilerlemeler vasıtasıyla yüksek üretkenlik beklentisini karşılıksız bırakmaktadır. Ancak küreselleşmenin üretim süreçlerine dâhil ettiği ve işgücünü bir açıdan gelişime ve verimliliğe mecbur bırakan bilişim teknolojilerindeki hızlı ilerleme, rekabetin de artmasına neden olmuştur (Murat ve Eser, 2013: 107-108).

Şekil 15 dikkate alındığında; Türkiye'de de Endüstri 4.0'ın üretim sektörlerinde kullanımı ile oluşacak yılda ek %2-3'lük büyümenin, verimlilik odaklı istihdam kayıplarını telafi edecek kadar artış sağlaması beklenmektedir. Buradan hareketle önümüzdeki on yıllık beklenti dikkate alındığında, istihdamda %5'lik bir artış sağlanması muhtemeldir. Ayrıca, vasıflı işgücü yapısının oluşması ile gelir piramidinde de gelişmeler olacağı düşünülmektedir. (TÜSİAD, 2016: 47).

**Tablo 9.** İmalat Sanayi İstihdam-Üretim-Maaş Değerlerinin Büyüme ile Karşılaştırılması

**Kaynak:** Tablo TÜİK, IMF, GPGM verilerinden yararlanılarak tarafımdan oluşturulmuştur.

YILLAR	İSTİHDAM (BİN)	ÇALIŞAN KİŞİ BAŞINA ÜRETİM ENDEKSİ (2010=100)	BRÜT ÜCRET- MAAŞ DEĞİŞİMİ (%)	BÜYÜME (%)
2014	4907	100,97	16,4	2,86
2015	4925	104,21	14,2	6,1
2016	4881	106,81	16,5	2,9

Bir üretim süreci iki durumla ifade edilmektedir. İlki; yüksek verimlilik ve düşük istihdam ile gerçekleştirilen teknoloji ağırlıklı üretim şeklidir. İkincisi ise düşük verimlilik ve yüksek istihdam ile gerçekleştirilen emek yoğun üretim şekli olarak tanımlanmaktadır. Şirketler, yeni teknolojilerin sağladığı üretim seviyelerinde verimliliklerini artırdıkları zaman işçi sayısını azaltma yoluna giderler. Buradan istihdam ile verimlilik arasında ters yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ancak, geçmişte birçok ekonomide yüksek verimlilik artışının istihdamı arttırdığı görülmüştür. Bu artışta, büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olan sanayi sektörünün katma değerinin yüksek olması önemli bir unsurdur. Bu açıdan sanayi sektörü ve iktisadi büyümedeki önemli rolü dikkate alındığında, vasıflı işçiler özelinde istihdamda da artış beklenmektedir (Aksu, 2017: 45-46).

İmalat sanayiinde yeni teknolojilerin kullanımına yönelik etkilerin ortaya konması için elde edilen Tablo 9'da belirtildiği üzere, Türkiye'de imalat sanayiinde 2014 yılında uygulanan dijitalleşme ile birlikte ekonomik büyümedeki değişim de beraberinde gerçekleşmiştir. 2016 yılına gelindiğinde ise imalat sanayiinde istihdam düşerken, ekonomik büyüme azalmış ancak çalışan kişi başına üretim endeksi ve ücretlerin nispeten arttığı görülmüştür.

Türkiye'de istihdamın ekonomik büyümeyi yeterince sağlamamasının nedenleri arasında üretim süreçlerini etkileyen yeni teknolojilerin ortaya çıkması ve bu süreçlere ilişkin işçilerin vasıfsız kalmaları, bu yönde vasıflı işgücünün yetiştirilememesi sayılabilecek önemli nedenlerdendir (Aksu, 2017: 51). Ekonomik büyüme, istihdam için gerekli ancak yeni istihdam alanları yaratmanın tek yolu değildir (Alancıoğlu ve Utlu,

2012: 202). Ekonomide sağlanan büyüme, daha fazla insana üretken istihdam sağladığı  
lde istihdam için pozitif bir anlam kazanabilecektir (Alancıoğlu ve Utlu, 2012: 203).



# **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

## **BURSA'DA SANAYİ ŞİRKETLERİNİN**

### **ENDÜSTRİ 4.0 HAKKINDA GÖRÜŞLERİNİN**

#### **DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA**

Çalışmanın bu bölümünde, Bursa'da Sanayi Şirketlerinin Endüstri 4.0 Hakkında Görüşlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Alan Araştırması'nın bulguları ve bulgulara ilişkin değerlendirmeler sunulmuştur. Aşağıda ilk olarak araştırmanın amacı, yöntemi, evren ve örnekleme hakkında bilgi verilmiştir. Literatür taraması sonucu oluşturulan araştırma modeli üzerinden, çalışma sonrası elde edilen veriler analiz edilerek yorumlanmış ve çalışmanın değerlendirmesine yer verilmiştir.

#### **4.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ**

Türkiye, küresel ekonomi içinde gelişmekte olan ülke konumuyla önemli değişimler yaratma potansiyeline sahip bir ülkedir. Türkiye sanayinin Endüstri 4.0'ı gerçekleştirmesi, bulunduğu konumdan daha ileriye gidebilmesi için rekabet avantajını arttırması, öncü ülkeler arasında yer alması ve tüm paydaşların bu hedefe odaklanarak çalışması gerekmektedir.

Bu noktadan hareketle bu çalışmada, Bursa sanayiinde faaliyet gösteren ve Endüstri 4.0'a uyumluluk noktasında öncü kabul edilebilecek şirketler ile sınırlandırılan örnek külenin; kendi şirketlerinde, Endüstri 4.0 uygulamalarını ve bu uygulamaların ilk etkilerinin hangi düzeyde olduğunun tespit edilmesi ve bu şirketlerin Türkiye özelinde Endüstri 4.0'a yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

#### **4.2. ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ**

Araştırma için Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nin (TOBB) 2018 Sanayi Kapasite Raporu İstatistiklerine göre düşük, orta düşük ve orta yüksek teknoloji gruplarında yer alan farklı sektörlerde Bursa genelinde faaliyet gösteren şirketler

seçilmiştir. Araştırmanın evrenini oluşturan şirketlerin seçiminde ayrıca Bursa Ticaret ve Sanayi Odası (BTSO) ve Bilişim Teknolojileri İş Adamları ve Profesyonelleri Derneği'nin (BİSİAD) destekleri ve aracılığıyla 10 şirket tespit edilmiştir. Şirket ve bu şirketlerdeki katılımcı bilgileri Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 10.** Araştırma Evreninin Özellikleri

	Şirket Özellikleri	Katılımcı Özellikleri
K - 1	<p><u>Kuruluş:</u> 1980'li yıllar</p> <p><u>Sektör:</u> Metal</p> <p><u>Çalışan Sayısı:</u> 5 mühendis 20 tekniker olmak üzere toplam 220 kişi</p>	<p><u>Yaş:</u> 25 - 35</p> <p><u>Cinsiyet:</u> Erkek</p> <p><u>Pozisyon:</u> Ar-Ge sorumlusu-Makine mühendisi</p>
K - 2	<p><u>Kuruluş:</u> 1950'li yıllar</p> <p><u>Sektör:</u> Metal</p> <p><u>Çalışan Sayısı:</u> 80'i mühendis olmak üzere toplam 650 kişi</p>	<p><u>Yaş:</u> 30 - 40</p> <p><u>Cinsiyet:</u> Erkek</p> <p><u>Pozisyon:</u> Bilgi İşlem Birim Elemanı-Tekniker</p>
K - 3	<p><u>Kuruluş:</u> 1980'li yıllar</p> <p><u>Sektör:</u> Makine - Teçhizat</p> <p><u>Çalışan Sayısı:</u> 400 kişi</p>	<p><u>Yaş:</u> 25 - 35</p> <p><u>Cinsiyet:</u> Erkek</p> <p><u>Pozisyon:</u> Otomasyon sorumlusu-Elektrik Elektronik Mühendisi</p>
K - 4	<p><u>Kuruluş:</u> 2000'li yıllar</p> <p><u>Sektör:</u> Otomotiv Yan Sanayi</p> <p><u>Çalışan Sayısı:</u> 20'si Mühendis olmak üzere 350 kişi</p>	<p><u>Yaş:</u> 35 - 45</p> <p><u>Cinsiyet:</u> Erkek</p> <p><u>Pozisyon:</u> Ar-Ge Birim Personeli- Elektrik Elektronik Mühendisi</p>
K - 5	<p><u>Kuruluş:</u> 1990'lı yıllar</p> <p><u>Sektör:</u> Elektrik Elektronik</p> <p><u>Çalışan Sayısı:</u> 250 kişi</p>	<p><u>Yaş:</u> 25 - 35</p> <p><u>Cinsiyet:</u> Erkek</p> <p><u>Pozisyon:</u> Bilgi İşlem Birim Elemanı-Mühendis</p>
K - 6	<p><u>Kuruluş:</u> 1980'li yıllar</p> <p><u>Sektör:</u> Elektrik Elektronik</p> <p><u>Çalışan Sayısı:</u> 180 kişi</p>	<p><u>Yaş:</u> 35- 45</p> <p><u>Cinsiyet:</u> Erkek</p> <p><u>Pozisyon:</u> Yazılım birim sorumlusu - Elektrik Elektronik Mühendisi</p>

K - 7	<u>Kuruluş:</u> 1950'li yıllar	<u>Yaş:</u> 30 - 40
	<u>Sektör:</u> Tekstil	<u>Cinsiyet:</u> Erkek
	<u>Çalışan Sayısı:</u> 500 kişi	<u>Pozisyon:</u> Ar-Ge Birim Personeli- Tekstil Mühendisi
K - 8	<u>Kuruluş:</u> 1970'li yıllar	<u>Yaş:</u> 30 - 40
	<u>Sektör:</u> Plastik	<u>Cinsiyet:</u> Erkek
	<u>Çalışan Sayısı:</u> Bilgiye erişilememiştir	<u>Pozisyon:</u> Ar-Ge Birim Personeli- Makine Mühendisi
K - 9	<u>Kuruluş:</u> 1980'li yıllar	<u>Yaş:</u> 25 - 35
	<u>Sektör:</u> Otomotiv Yan Sanayi	<u>Cinsiyet:</u> Erkek
	<u>Çalışan Sayısı:</u> 225 kişi	<u>Pozisyon:</u> Ar-Ge Birim Personeli- Mühendis
K - 10	<u>Kuruluş:</u> 1980'li yıllar	<u>Yaş:</u> 25 - 35
	<u>Sektör:</u> Makine - Teçhizat	<u>Cinsiyet:</u> Erkek
	<u>Çalışan Sayısı:</u> Bilgiye erişilememiştir	<u>Pozisyon:</u> Ar-Ge-Birim Personeli- Elektrik Elektronik Mühendisi

**Kaynak:** Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

### 4.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Hazırlanan nitel araştırma formu Mayıs 2019'un ilk haftasında BİSO ve BİSİAD aracılığıyla belirlenen şirketlere mail yoluyla ulaştırılmıştır. Şirketlerin ilgili bölümlerinde görevli olan çalışanlarla Mayıs 2019'un ikinci ve üçüncü haftasında yarı yapılandırılmış sorularla derinlemesine mülakat görüşmesi yapılmıştır. Görüşmeler, genellikle şirketlerin AR-GE, İş Geliştirme, Strateji ve Bilgi İşlem birimlerindeki ofislerde her biri yaklaşık 30-45 dk aralığında olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Görüşme esnasında ilgili çalışanların ses kaydı alınmamasına yönelik uyarılarından dolayı yazılı notlar alınarak görüşme gerçekleştirilmiştir. Bulgular görüşmede alınan bu notlar üzerinden değerlendirilmiştir.

Başlangıçta ana kütleye dâhil 13 şirketin tümüne nitel araştırma formu ulaştırılmış olsa da 10 tanesinden olumlu cevap alınabilmiştir. Diğer 3 şirket, konuyla ilgili yeterli bilgiye ve uygulamaya sahip olmadıklarını belirttikleri için kütleye dâhil edilmemiştir.

Belirlenen 10 şirket evrenin önemli bir kısmını temsil ettiğinden araştırma sonuçları anlamlı olarak ele alınmış ve geneli temsil ettiği sonucuna varılmıştır.

#### **4.4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI**

Nitel araştırma öncesinde, veri toplama ile ilgili elde edilecek olan bilgilerin sadece belirtilen araştırma amacına yönelik olarak kullanılacağı telefon ile görüşülerek belirtilmiştir. Bulgular değerlendirilirken şirket ismi açıklanmayacağı ifade edilerek, şirketlerin kayguları giderilmiştir. Konuya yönelik daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesi için şirketlerin insan kaynakları departmanları ile de görüşülmek istenmiş ancak randevu alma ve yüz yüze görüşme sağlanarak araştırmayı yapma konusunda sıkıntılar yaşandığından ısrarcı olunmamıştır.

Araştırmanın analiz edildiği bu bölümde dikkat çeken bir diğer kısıt; K – 5 ve K – 6'nın, hemen her soruda farklılaşan cevaplar verdikleri ve diğer katılımcılara nazaran daha çok öne çıktıklarıdır. Bunun nedeni ise; her ikisinin de yürütülen üretim süreçlerinin teknolojiye uygunluğunun diğer katılımcılara göre daha fazla olmasıdır. Ayrıca bu iki katılımcı, diğer katılımcılara göre yeni teknoloji kullanımına daha erken bir zamanda başladıkları için de etkilerini değerlendirdiğimiz bu çalışmaya katkıları, diğer katılımcılara göre daha fazladır.

#### **4.5. ARAŞTIRMA ÖRNEĞİNE İLİŞKİN BULGULAR**

10 şirketin genellikle Ar-Ge ve Bilgi işlem birimleri ile gerçekleştirilen araştırmanın sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Öncelikle araştırma sorularına verilen cevaplar incelenmiş, sonrasında ise bulgulara yönelik değerlendirmelere yer verilmiştir.

##### **4.5.1. Araştırmaya İlişkin Soru ve Bulgular**

Endüstri 4.0 kavramının temeli; endüstriyel üretimde ilgili tüm birimlerin birbirleriyle haberleşmesine, bütün verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılabilmesine, bu veriler sayesinde optimum katma değer sağlanmasına dayanmaktadır. Endüstri 4.0,

temel anlamda 8-9 teknolojik bileşenin bir araya gelerek oluşturduğu ve üretim süreçlerinde bir bütün olarak kullanılabilen bir platformdur. Dünya’da tam anlamıyla bu dijital platformu kullanan şirket sayısı çok fazla olmadığı gibi Türkiye’de de genellikle yabancı sermayeli büyük şirketlerin bazılarında % 40-50 oranında bir uyum bulunmaktadır. Bursa’da ise yerel olarak Türk sermayeli şirketler değerlendirildiğinde; Endüstri 4.0’ın tüm teknolojik bileşenlerine aynı anda sahip olan bir şirkete rastlanmamıştır. Bu nedenle bu teknolojilerin tamamı olmasa da herhangi birini kullanan şirketler araştırmaya dâhil edilmiş ve kullanılan teknoloji üzerinden etkilerin değerlendirilmesi amaçlanmış aynı zamanda geleceğe yönelik görüşleri değerlendirilmek istenmiştir.

Bu noktada Endüstri 4.0 teknolojilerine uyumluluk açısından en çok karşılaşılan teknoloji, üretim süreçlerinin takibi ve verilerin doğru değerlendirilmesi için geliştirilen “*proses kontrol yazılımları*” olmuştur. Bu teknoloji, katılımcıların çoğunluğu tarafından üretim süreçlerine yeni adapte edilmeye çalışılan bir sistem olarak değerlendirilmiştir. Katılımcılar arasında yeni teknoloji kullanımında azınlığı oluşturan K -5 ve K – 6, makine servis hizmetleri alanında “*bulut bilişim*” teknolojilerinden faydalandıklarını belirtmişlerdir. “*Bu teknolojiyi ne kadar süredir kullanıyorsunuz?*” sorusuna yine katılımcıların çoğunluğu 1-2 yıllık sürede, sistemin bazı aksamalara rağmen kullanılmaya başlandığını belirtmiştir. K – 5 ise yeni teknoloji kullanımına 2014 yılında başladıklarını belirtmiş ancak kullandıkları teknolojinin tam olarak Endüstri 4.0 ve Iot tabanlı bir sistem olmadığını da vurgulamıştır.

Son birkaç yılda özellikle Dünya genelinde yaşanan birçok gelişme, küresel ekonomi açısından özellikle Çin karşısında Avrupa ve ABD gibi gelişmiş ekonomileri dezavantajlı bir konumda bırakmıştır. Bu konumu itibarıyla üretim kapasitelerinin çoğunluğunu Doğu’ya kaptıran Batı ülkeleri, bu tehdidi ortadan kaldırmak için yeni bir devrimi gerçekleştirme adımı atmışlardır. Almanya ile başlayıp Avrupa’nın büyük bir bölümünde ve ABD ‘de devam eden Endüstri 4.0, Doğu’nun ucuz işgücü avantajını elinden almak ve batı şirketlerinin üretim merkezlerini kendi ülkelerine taşıması için bir çözüm veya bir strateji olarak belirlemiştir. Ucuz işgücü maliyetlerinin sağladığı rekabet avantajından gelişmekte olan ülke konumunda bulunan Türkiye’de faydalanmıştır. Ancak Endüstri 4.0’ın her gelişmekte olan ülke gibi Türkiye için de bir tehdit boyutunun olduğu



önemli bir gerçektir. Türkiye’de Endüstri 4.0 farkındalığının oluşmaya başladığı 2016 yılından sonra geçiş süreci ile ilgili adımlar da atılmaya başlanmıştır. Hükümet programları, Endüstri 4.0 platformunun kurulması, akademik çevrelerin alana yönelik çalışmaları en azından düşünsel olarak bir geçiş süreci olduğunun göstergesi sayılabilir.

Türkiye’de özellikle sanayisi en fazla gelişmiş kentlerden biri olan Bursa’da, değerlendirdiğimiz yerel şirketlerin, bu dijital dönüşüme en azından küçük bir adım atarken nasıl bir süreç yaşadıklarının tespitine yönelik soruya; genel olarak eski sistemlerin yetersiz veriler sağladığı ve üretimde bir yavaşlamanın hâkim olduğu cevabı verilmiştir. Burada K – 5’in geçiş süreci ile ilgili kullandığı ifade “*mevcut çalışanın eski sistem alışkanlıklarından dolayı zorlu bir geçiş süreci yaşadık.*”<sup>†</sup> şeklinde olmuştur. K – 6 ise; makine takip ve servis işlemlerinin daha hızlı yapılması, arızaların anında kontrol edilmesi, bildirilmesi ve tüm dünyadan bilgi toplama ihtiyacının oluşması gibi nedenlerin yeni teknoloji kullanımı gerekliliğini ortaya çıkardığını, geçiş sürecinin de bu nedenlere dayandığını vurgulamıştır.

Yeni teknolojileri üretim sürecinin belirli alanlarında kullanabilen şirketlerin çoğu, eski Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (Programmable Logic Controller - PLC) adı verilen Bilgisayar (PC) tabanlı sistem yazılımlarının ihtiyaçlara cevap verememesinin, Programlanabilir Otomasyon Kontrol Cihazı (Programmable Automation Controller - PAC) diye adlandırılan yeni ve daha entegre yazılımları barındıran sistem uygulanmaya başladıktan sonra fark edildiğini vurgulamışlardır. PLC sistemleri, ürünün giriş çıkış kontrolünü gerçekleştirirken, PC tabanlı sistem yazılımları da veri transferinde, toplamasında, entegrasyonunda kullanılmaktadır. PLC’ler ve PC tabanlı sistemler için iki ayrı dal gerekmektedir. Ancak çok fonksiyonlu ve entegre kontrol sistemleri olan PAC’lar, PLC’lerin yapabileceği becerileri genişletip, PC tabanlı kontrol sistemleri ile entegre olup iki ayrı dalı bir araya toplamaktadır. Araştırmada karşılaşılan sonuç, direkt olarak bir PAC sistemi olmamıştır ancak daha entegre bir üretim sürecine doğru giden ve PAC’lere uygun kontrol yazılımlarının kullanılmaya başlandığı belirtilmiştir.

---

<sup>†</sup> Görüşmelerde ses kaydı alınamadığından dolayı sorulara verilen cevaplar için anahtar kelimeler kullanılmış ve doğrudan alıntılar bu anahtar kelimelerin derlenmesi ile oluşturulmuştur.

Endüstri 4.0'ın, çalışanlar için tıpkı Endüstri 3.0'da olduğu gibi birçok olumsuz etkisi olacağı yönünde görüşler bulunmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde iyimser ve kötümser görüşler başlıkları, bu görüşleri iki taraftan da değerlendirmektedir. Burada iyimser görüşün, çalışanların yeni sisteme nitelikli eğitimler ile entegre olabileceği değerlendirilmesini dikkate alarak, araştırmaya katılan şirketlere, çalışanlarına yeni teknolojilerin kullanımı ile ilgili bir eğitim verip vermedikleri sorulmuştur. Şirketlerin çoğunluğu henüz bir eğitim verme aşamasına gelmediklerini belirtmişlerdir. Ancak K – 8 yeni teknoloji kullanımında, “gereksinimler, süreç ve kullanım eğitimleri” verildiğini, K – 6 ise “bulut ve takip sistemleri” hakkında sistemin kullanım alanının genişlemesine bağlı olarak sürekli eğitimler verildiğini belirtmiştir. Ayrıca K – 5, yeni teknoloji kullanımını gerçekleştiren çalışanlarının zaten vasıflı çalışan profilinde olduklarını bu nedenle de eğitime şimdilik ihtiyaç duymadıklarını belirtmiştir.

Endüstri 4.0, geleneksel üretim süreci mantığını üretkenlik, verimlilik ve talep yönlü üretim odaklı bir sürece dönüştürerek, yeni teknolojiler ile mümkün hâle gelen bir paradigma değişimidir. Bu değişim, endüstriyel robotların artık sadece ürünü işleminin yanı sıra, ürünün robotlar ile iletişim kurarak onlara tam olarak ne yapmaları gerektiğini söylediği bir süreçtir.

Endüstri 4.0'ın üretim süreçlerindeki yenilikçi inovasyonu, araştırmaya katılan şirketlerin üretimlerinde nasıl bir etki bıraktığı sorusunu akla getirmektedir. Bu soruya yönelik görüşülen şirketlerin çoğunluğu üretimde bir etki uyandıracak kadar kullanımlarının olmadığını belirtmişlerdir. Ancak etkilerini değerlendirecek kadar yeni teknoloji kullanımı olan ve sonuç bildiren K – 5'in verdiği cevap ise önemli ve şu şekildedir; “...fazladan yapılan tüm işlem yolları kısaldı. Verimlilik artışı sağlandı...”. K – 4 ise burada müşteri memnuniyetinin önemine vurgu yaparak üretimlerinde hata payını düşürmek ve daha kaliteli ürün elde etmek amacıyla geçişlerini hızlandırdıklarını, konuya yönelik Ar-Ge çalışmalarının sürdüğünü belirtmiştir.

Çoğunluktan alınan bu veriler, kullanılan yeni teknolojinin etkilerini tam anlamıyla değerlendirecek kadar sonuç elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Burada üretim süreçlerine yönelik etkilerin değerlendirilmesi için elde edilen yetersiz sonuçlar, doğrudan “Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerinden herhangi birini kullanmaya başladıktan sonra insan kaynaklarınızda değişiklik oldu mu?” sorusunun da sadece iki

şirketten alınan veriler üzerinden değerlendirilmesine neden olmuştur. Şöyle ki; K – 5 ve K - 6, insan kaynaklarında bir azalma olmadığını aksine teknolojinin daha aktif kullanılması ile iş verimliliği için insan kaynağında büyümeye gidildiğini belirtmişlerdir. Diğer katılımcılar, insan kaynaklarını etkileyecek seviyede yeni teknoloji kullanımları olmadığı için bu soruya yönelik verilen cevaplarda çoğunluğu oluşturmakta ancak veri olarak değerlendirilememektedir.

Görüşülen şirketlerde yeni teknoloji kullanımında mesafe kaydedici bir ilerlemenin henüz gerçekleşmemesine karşılık Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerine yönelik farkındalığın yüksek seviyede olduğu gözlemlenmiştir. İnsan kaynakları üzerindeki etkilerin değerlendirilmesi amacıyla sorulan sorunun devamı niteliği taşıyan “*Şirketinizde daha önce olmayan fakat Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerinden herhangi birini kullanmaya başladıktan sonra ortaya çıkan yeni bir pozisyon oldu mu?*” sorusuna, genel olarak hazırlık ve geçiş süreçlerini değerlendiren Endüstri 4.0 birimleri kurulduğu yönünde cevaplar verilmiştir. Bu birimlerde çoğunlukla Ar-Ge, İş Geliştirme ve Bilgi İşlem birimlerinde çalışanların görev aldığı ve Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilgili geçiş süreci aşamalarını ortaya koymak için çalışmalar yürütüldüğü belirtilmiştir. Ancak K – 6, bu soruya “*yeni bir pozisyon kuruldu*” cevabını vererek diğer katılımcılardan ayrılmıştır. Kurulan bu pozisyondaki çalışan profilinin tespiti amacıyla yöneltilen diğer bir soruya ise; bilgisayar mühendisi olan bir çalışanın bu pozisyonu doldurduğu cevabını vermiştir.

Dijitalleşmenin, endüstriyel üretim süreçlerinde insan faktörünü devre dışı bırakacağı yönünde görüş bildiren kötümserlere karşılık; yeni mesleklerin doğacağını ve var olan işgücünün de eğitimler ile vasıflı çalışanlar haline gelerek sisteme entegre olabileceği görüşüne sahip iyimserler bulunmaktadır. Burada yine iyimser tarafın görüşü üzerinden bir değerlendirme yapılması durumunda, araştırma sorularına vasıf düzeyleri ile ilgili bir değişiklik olup olmadığı sorusunun eklenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu soru, yeni teknolojilerin kullanımına yönelik eğitimler verilip verilmediği sorusunun devamı niteliğinde olup aynı cevabı içinde barındırmaktadır. Şöyle ki; araştırmaya katılan şirketlerin bir kısmı vasıf düzeylerini etkileyecek kadar yeni teknoloji kullanımında bulunmadıklarını ve bu nedenle de vasıf düzeylerinde bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Diğer kısmı ise kullanılan teknolojilerin bütün işlemlerinin zaten vasıf

düzeıı yüksek çalışanlar tarafından gerçekleştirildiğini ve yine bu nedenle vasıf düzeylerinde bir farklılaşma olmadığını belirtmişlerdir. Burada K – 5, diğer katılımcıların verdiği cevaplardan tam olarak farklılaşmasa da şu şekilde bir cevap vermiştir; “...yeni sistem, çalışanların kontrol edebilirliğini arttırdığı için kontrol mekanizmasına katılımını da arttırdı...” K – 5’in verdiği bu cevap, kullanılan yeni teknolojinin vasıf düzeylerinde tam anlamıyla bir etki yaratmamış olduğunu gösterse de, çalışanın yeni sisteme uyumluluğunun llmesi açısından önemli bir veri olarak görülebilir.

Endüstri 4.0, dijital bir devrim stratejisidir. Bu stratejinin, tam anlamıyla uygulanmadan ne tür etkilerinin olacağını öngörmek yapılabilecek tek ve en doğru değerlendirme olacaktır. Etkilerine yönelik yapılan tartışmalar daha öncede üzerinde durulduğu gibi iki taraf arasında gerçekleşmektedir. Burada daha öncede değerlendirdiğimiz iyimser tarafın görüşleri, kötümserlere göre yapıcı ve geleceği ilgilendiren bir strateji olarak görüldüğünden, araştırma soruları çalışanların içinde olacağı bir üretim sürecini değerlendirmek amacıyla genellikle bu tarafın gelecek ngrleri üzerinden hazırlanmıştır. Kötümser görüşün öngörüsü ise bir yaratıcı yıkım stratejisi olarak görüldüğünden, gelecekte tam olarak uygulanmaya başlandıktan sonra etkilerini değerlendirme ihtiyacı daha çok işsiz bireylerin toplumsal yapıdaki konumları üzerine, toplum bilim alanında oluşacak ve bu alanın konusu olmaktan uzaklaşacaktır.

Buradan hareketle, yine iyimser tarafın vasıf düzeyleri yüksek çalışan profillerinin Endüstri 4.0 gerçekleştiğinde avantajlı olacağı öngörüsünden yola çıkılarak, bunun demografik olarak nasıl bir n etkisi olduğunun/olacağının tespiti için araştırma yapılan şirketlere yönlendirilen iki soru; “Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya başladıktan sonra, daha çok hangi çalışan profilinin sürece uyum sağlayabildiğini gözlemlediniz? (Kadın-Erkek-Genç-Yaşlı)” ve “Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanabilmek için bundan sonraki işe alımlarınızda nasıl bir çalışan profili arayacaksınız?” şeklinde olmuştur. Bu iki soruya verilen cevaplar genellikle aynı nitelikte olduğu için birlikte değerlendirilecektir. şöyle ki; araştırmaya konu şirketlerin hemen hepsi, günümüzde erkek Y kuşağı bireylerinin ön planda olduklarını, gelecek için ise teknoloji üretimi ve kullanımını konusunda Z kuşağı bireylerinin ön planda olacaklarını belirtmişlerdir. Görüşmeler sırasında katılımcılara, kuşaklararası bir değerlendirme yapılması üzerine soru yneltilmemesine rağmen görüşülen 10 şirketin 8’i özellikle “Y ve Z kuşağı”

ifadelerini kullandığından burada da aynı şekilde verilmesi uygun görülmüştür. Nitekim Y kuşağını 1980-2000 yılları arasında doğan bireylerin oluşturduğu göz önüne alındığında, verilen cevapların araştırmanın bu bölümüne yönelik sorulan iki soruyu da karşıladığı görülmektedir. Ayrıca görüşmelerin gerçekleştirildiği sırada şirketlerin teknoloji kullanımını gerçekleştiren aktif çalışanlarının genellikle 25 - 35 yaş aralığında erkek bireylerden oluştuğu gözlemlenmiştir. Z kuşağı bireylerinin ise henüz çalışma hayatında bulunmamalarından dolayı, araştırma konusu içinde tam olarak demografik bir veri olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Burada katılımcılar, Z kuşağını “*Dijital Kuşak*” olarak nitelediklerinden ve birçok kaynakta Endüstri 4.0 için geçen “*Dijital Çağ*” kavramı ile “*Dijital Kuşak*” arasında gelecekte kurulacak birliktelik öngörülerini belirtmek için bu kuşağın geleceğin çalışan profilinde önemli yeri olacağı görüşünü belirtmişlerdir. Bu soruya verilen cevaplar arasında farklı bir değerlendirme içerdiği için ayrıca yer verilmesi gereken K – 5’in cevabı “...genç çalışanlarda, çalışmaya ve yapılan işe yönelik uyum sorunu ile her zaman karşılaşmışızdır...” şeklinde bir yorumu içermektedir. K – 5, cevabında böyle bir yoruma yer verdiği için diğer katılımcıların ortaya koyduğu ve geneli oluşturan görüşten kısmen ayrılmaktadır. K – 6 ise yeni çalışan profili üzerine yaptığı değerlendirmede, “...genç veya yaşlı olması önemli değil artık yeni sistem, teknoloji okuryazarlığı isteyen bir sistemdir...” cevabını vererek genelden ayrılan diğer bir katılımcı olmuştur.

Bahsi geçen çalışan profillerinin seçimine yönelik katılımcılara yönlendirilen bir diğer soru ise; “*Yeni teknolojilerin kullanılması şirketinizin işe alım süreçlerini etkiledi mi?*” şeklinde olmuştur. Katılımcılar, günümüz çalışanlarının halen kullanılan teknolojilere uyumunun yeterli olduğunu, yeni teknoloji kullanımının artışı halinde yeni çalışan profillerine yönelik işe alım süreçlerinin ilgili birimler tarafından belirlenecek kıstaslarla yapılacağını belirtmişlerdir. Araştırmanın bu bölümünde katılımcılar önceki sorulara verilen cevaplardan da yola çıkılarak ulaşılabileceği gibi henüz tam anlamıyla bir yeni teknoloji kullanımı gerçekleştirmediklerinden, bu teknolojilerin kullanımına yönelik olarak da işe alım süreçlerinde henüz bir değişiklik yaşanmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca görüşmeler sırasında teknoloji geliştirme birimlerinde görevli çalışanların ortalama 5 – 10 yıl gibi sürelerle buldukları şirketlerde görev yaptıkları tespit edilmiş ve bu sorunun değerlendirilmesinde önemli bir veri olarak kabul edildiğinden burada yer verilme ihtiyacı doğmuştur.

Endüstri 4.0, işgücü piyasasını sadece çalışan profili veya çalışma şekilleri açısından değiştirmemekte aynı zamanda Endüstri 4.0 teknolojilerinin sunduğu imkânlarla geleneksel çalışma ortamları da değişmektedir. İş dünyasında bir süredir zaten var olan ancak yeni teknolojilerin sunduğu imkânlar ile yaygınlaşan uzaktan çalışma, esnek çalışma ve isteğe bağlı çalışma gibi kavramlar gittikçe gelişim göstermektedir. Bunlardan esnek çalışma, mesai saatleri kavramını değiştiren bir çalışma şekli olarak hızla yayılmaktadır. Uzaktan çalışma ise; geleneksel çalışma mekânının dışında, daha çok bilgisayar ve telefon üzerinden çalışmaya imkân sağlayan işlerde örneğin evde (home office), kafede ya da internetin olduğu çok daha farklı bir lokasyonda mobil çalışmaktır. Bir diğeri ise; serbest çalışma olarak da bilinen “freelance” çalışma modelidir. Bu modelde, bireyler kendi becerileri ile ilgili işlerde yarı zamanlı veya proje bazlı olarak çalışabilmekteler. İnternet bağlantısı olan herkese becerilerini kazanca dönüştürme fırsatı sunan bu model aynı zamanda tam olarak bir kayıt dışı ekonomi ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bu model, işverenlere daha az maliyetle iş yaptırma imkânı sunmaktadır. İşverenlerin, aynı iş için tam zamanlı işgücü çalıştırmaktansa, serbest zamanlı çalışan bulundurma eğilimi genel olarak istihdama zarar veren farklı bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Turan, 2018: 90).

Buradan hareketle araştırmanın bu kısmında katılımcılara “*Şirketinizde kullanılan yeni teknolojilerin etkisiyle esnek çalışma modellerinde bir artış oldu mu? (Serbest çalışma- Uzaktan Çalışma vs.)*” sorusu yöneltilerek, yeni teknoloji kullanımlarının şirketlerindeki çalışma anlayışını değiştirip değiştirmediği öğrenilmek istenmiştir. K – 5, bu soruya yönelik doğrudan esnek çalışma modellerinin uygulanmadığı ancak “*verilen işin daha hızlı yapılması, mesai kavramını yavaş yavaş ortadan kaldırmaya başladı*” cevabını vermiştir. K – 6 ise; çalışanlarının uzaktan yürüttüğü işlerin olduğunu ancak bu durumun direkt olarak esnek bir model olarak algılanmadığını, ilerleyen süreçte yeni teknoloji kullanımının artmasıyla serbest çalışanlara daha çok ihtiyaç duyacaklarını belirtmiştir. Diğer katılımcılar ise bu soruya veri olarak değerlendirilebilecek seviyede cevap verememiş, kısaca esnek çalışma modelleri ile ilgili bir farklılığın gözlenmediğini belirtmişlerdir.

Endüstri 4.0’ın, teknolojik bir altyapıya ihtiyaç duymaktadır. Ancak bu teknolojik altyapı henüz tam anlamıyla dünyanın çok az bir bölümünde sağlanmış durumdadır.

Endüstri 4.0'ın tüm teknolojik bileşenler sağlandıktan sonra uygulanmasının çalışma hayatı üzerindeki etkilerini ortaya koymak için yapılan literatür taraması sırasında karşılaşılan ve önceki bölümde de yer verilen bir konu, araştırmanın bir sonraki sorusunu oluşturma ihtiyacı doğurmuştur. Şöyle ki; Endüstri 4.0'ın, tam anlamıyla uygulanmaya başlanan bir süreç haline geldikten sonra işsizliği arttıracak görüşü bulunmaktadır. Bunun yanı sıra vasıf düzeyi yüksek olduğu için işini kaybetme riski ile karşı karşıya kalmayan çalışanların ancak düşük ücret politikalarına maruz kalarak çalışma hayatında bulunabilecekleri görüşü de bazı taraflarca ortaya konulmuştur.

Yapılan araştırmada, literatürde yer alan iyimser ve kötümser görüşlerin ortaya koyduğu her detayın değerlendirilmesine özellikle dikkat edildiğinden, bu kısımda katılımcılara bahsi geçen konunun etkilerini ölçmek için “*Yeni teknolojilerin kullanımı şirketinizdeki ücret politikalarında bir değişiklik yarattı mı?*” ve “*Yeni teknolojileri kullanan çalışanlarınızın ücret beklentisinde bir değişiklik oldu mu?*” soruları yöneltilmiştir. K – 5, mevcut ücret politikalarının verimlilik esas alınarak belirlendiğini ve çalışanların verimliliğinde ki artışın ücret politikalarını da etkilediğini belirtmiştir. K – 1 burada, yeni teknolojinin zaten verimlilik artışı sağlamak için kullanıldığını ve bu artışı, kullanılan teknolojinin gerçekleştirdiğini düşündüğünü vurgulayarak, çalışanlara yönelik ücret politikalarında bir değişiklik öngörmediğini belirtmiştir. Ayrıca K – 1, çalışanların ücret düzeylerinde bir artış beklentisine girmeleri için vasıf düzeylerinin oldukça yüksek olması gerektiğini, “*...sistem, o çalışan olmadığına yürümeyecek bir hale gelmişse durum değişir...*” cevabını vererek önceki söylemini detaylandırmıştır. K – 6 ise, her iki soruya da “*...evet değişiklikler olduğunu görüyoruz...*” şeklinde bir cevap vermiş, soru detaylandırılmak istendiğinde ise bunun “*...şirket içi özel bir konu...*” olduğunu ve değinmek istemediğini belirtmiştir. Katılımcıların geri kalanı ise genel olarak araştırmanın diğer sorularına verdikleri cevapları yineler şekilde henüz ücret politikalarına ve çalışanların ücret beklentilerine yönelik değişiklik yaratacak kadar yeni teknoloji kullanımlarının olmadığını belirtmişlerdir.

Etkilerini değerlendirecek kadar yeni teknoloji kullanımları olmadığını belirten katılımcılara, yukarıdaki her iki soruya yönelik gelecek öngörülerini sorulmuştur. Bu katılımcıların çoğunluğu, gelecek öngörülerinde iyimser bir tablo çizmiş, gelecekte kullanımı artacak olan teknolojilerin vasıf düzeyi yüksek çalışanlar olmadan bekleneni

veremeyeceğini belirtmiş ve şirketlerin bu çalışanlara sahip olmak için günümüzden çok daha fazla maliyeti gözden çıkarması gerekeceğini vurgulamışlardır. Katılımcıların bu konuya yönelik geneli ifade ettiği için yer verilen görüşleri arasında özellikle K – 3 tarafından değinilen “...beklenenin alınması için teknoloji kullanımını gerçekleştiren çalışan, şirket için önemli hale gelecek...” ifadesi, araştırma soruları içinde var olan ancak daha ilerde sorulması planlanan “İnsan - makine uyumu açısından değerlendirdiğinizde yeni tip çalışanlarınızın iş bırakması ve yerine yeni çalışanın alınmasını nasıl değerlendirirsiniz?” sorusunun, ücret politikalarına ilişkin olan yukarıdaki soruların hemen akabinde sorulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Yukarıda önceki iki soru için kullandığı ifadeden dolayı araştırma sorularının sorulma sırasında yer değişikliğine neden olan K - 3, bu sorunun bulguları incelenirken ilk yer verilmesi gereken katılımcı olarak görülmüştür. Şöyle ki; K – 3, “...doğal süreç olarak görürüm...” cevabı ile çalışan değişikliğinin teknoloji kullanımının arttığı durumda da olağan karşılanacağını belirtmiştir. Ancak K – 3’ün bu cevabı, ücret politikalarına ilişkin sorulan sorulara verdiği cevap ile karşılaştırıldığında çalışana verilen değer açısından iki cevap arasında bir çelişkinin olduğu görülmektedir. K – 3’e, çalışan değişikliğini doğal bir süreç olarak karşılamasının nedenleri sorulduğunda ise teknoloji eğitiminin yaygın ve kolay olduğunu, vasıf düzeyi yüksek çalışan profiline ikamesinin düşünüldüğü kadar zor olmadığını ve en nihayetinde ayrılan çalışanın hangi gerekçeyle ayrıldığına da burada önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. K – 6; “...şirket teknolojik altyapıyı sağladığında teknolojik uygunluğu olmayan çalışan işinden olabilir...” ifadesiyle aslında Endüstri 4.0’ın etkilerine yönelik var olan tartışmanın hangi tarafında olduğunu açıkça belirterek, cevabının devamında “...şirket için devamlılık elbette esastır ancak uyumsuz çalışanın yenisiyle değişmesi üretimi zorlaştırmadığı sürece kaçınılmaz bir durumdur...” şeklinde bir ifade kullanmıştır. K – 5 ise; bir gelecek öngörüsü olarak teknolojik ilerlemenin, üretim süreçlerinde çalışanların işlerini kolaylaştıracağını ve bu nedenle de çalışanların iş değiştirme ihtiyaçlarının olmayacağını belirtmiştir. Bu soruya “...devamiyet esastır...” şeklinde bir cevap vererek diğer katılımcılardan kısmen ayrılan ancak K – 6’ya biraz yaklaşan K – 7, şirketin her zaman aynı çalışanla birlikte iş yapmayı tercih edeceğini belirtmiş ancak şirket içinde teknoloji uyumluluğu olan vasıflı düzeyde ki çalışan değişikliğinin de büyük bir problem oluşturmayacağı görüşünün altını çizmiştir.



Endüstri 4.0 stratejisinin gerçekleşmesi genelden özele ülkeler, devletler, sektörler ve şirketler bazında önemli etkilere neden olacaktır. Batının Doğuya, Avrupa'nın Çin'e, bilişimin ve hizmet sektörünün diğer her sektöre ve Huawei'nin Apple'a karşı elde etmek istediği rekabet avantajı veya daha büyük bir pazar payı, Endüstri 4.0 stratejisinin ortaya çıkış nedenidir. Günümüzde dahi sürekli olarak gelişen teknolojik bir tabana oturtulmuş bu stratejinin üretim süreçlerine yansımaları elbette bir verimlilik beklentisinin de sonucudur.

Bu neden ve sonucun Bursa özelinde uygulanan örneklerine yönelik yapılan araştırmada katılımcılara, *"Yeni teknolojilerin rekabet gücü ve pazar payı açısından sektörünüzdeki üretimin geneline nasıl yansıdığını/yansıyacağını düşünüyorsunuz?"* ve *"Yeni teknoloji kullanımı, şirketinizin verimliliğini ekonomik olarak nasıl etkiledi?"* şeklinde iki soru sorulmuştur. Katılımcılar arasında *"...bulduğumuz sektör açısından değerlendirirsek pazar payımız arttı..."* cevabını ilk soru için ve *"...ilk yıl %30'a yakın verimlilik artışı oldu..."* cevabını da ikinci soru için veren K – 5, bu cevapların yanı sıra bulunduğu sektörde kullandıkları teknolojinin aslında önemli bir verimlilik sağladığını ve bunu sağlayamayan aynı sektördeki bir başka şirketin ise aynı pazarda küçülüp yok olduğunu belirtmiştir. K – 6 ise verimlilik artışının kısmen gerçekleştiğini ve pazar payında da küçük bir ilerleme kaydedildiğini belirtmiştir.

Araştırma için belirlenen soruların son ikisi daha çok Endüstri 4.0'a yönelik görüşlerin genel değerlendirmesini içermektedir. Şöyle ki; katılımcılara kendi şirketlerinde kullanımına başladıkları teknolojinin etkilerine yönelik soruların ardından sonra *"Türkiye sanayisinin Endüstri 4.0'a uyumu konusunda düşünceleriniz nelerdir?"* sorusu sorulmuştur. Katılımcılar arasında K – 5, *"...Türkiye'de sanayi ve kobilerin çoğunluğu Endüstri 4.0'ı doğru anlayabilmiş değil..."* cevabını vermiştir. K – 6, *"...Türkiye geride kalmış bir görüntü veriyor..."* cevabıyla K – 5'in düşüncelerini destekliyor. K – 1 ve K – 7'nin cevapları ise görüşmeler esnasında alınan notlarda kullanılan anahtar kelimelerde ortak bir derlemeyle verilebilecek kadar aynı olmuştur. Bu iki katılımcının ortaklaştırılmış cevabı; *"...süreç her ne kadar şimdilik gelişmiş ülkelerde başlamış olsa da yakın zamanda gelişmekte olan ülkelerde de yaşanmaya başlayacaktır. Bu nedenle sanayinin başlangıçta bilgi eksikliğini gidermesi, teknolojiyi yakından takip etmesi gerekir..."* şeklinde olmuştur. Bu soruya verilen cevapların çoğunluğu da

Türkiye’de şirketlerin bilgi eksikliğinden kaynaklı olarak Endüstri 4.0 farkındalığına henüz tam anlamıyla erişememiş olması şeklindedir.

K – 4 ile yapılan görüşme esnasında bu soruya verdiği cevap diğer katılımcılarla bir noktada ortak, bir başka noktada ise ayrı olmuştur. K – 4, “*Türkiye’de Endüstri 4.0 teknolojilerini milli teknoloji ile üretebilecek ve kullanabilecek çok vasıflı çalışan var. Değerlendirilmesi gerekenler her şeyden önce onlardır.*” cevabını vererek diğer katılımcıların şirketlerin farkındalığının yeterli seviyede olmadığı yönündeki cevapları ile bir yerde örtüşmüş ancak sanayide vasıflı çalışan ihtiyacı duymayacak bir Türkiye’nin de var olduğunu ayrıca belirtmiştir. Diğer katılımcıların yarısı bu konuda Türkiye’de var olan vasıflı çalışanların Endüstri 4.0 stratejisine uyum için yeterli olamayacağı görüşünü belirtmiş, diğer yarısı ise tıpkı K – 4 gibi vasıflı çalışanların Türkiye sanayisinde zaten var olduğunu ve değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Sonuç olarak katılımcıların çoğu Türkiye'nin teknolojik değişimlere ayak uyduramayacağını belirtmişse de; nitelikli mühendislik çalışmaları, ar-ge ve inovasyon çalışmaları ile Türkiye’de Endüstri 4.0’ın hayata geçirilebileceğini böylelikle Türkiye'nin artık gelişmekte olan ülkeler arasında değil gelişen ülkeler arasında adını duyuracağını düşünen katılımcılarda bulunmaktadır.

Araştırma bölümünün son sorusu, aslında önceki tüm soruların temel dayanağı olan ve Endüstri 4.0’ın etkilerine yönelik tartışmanın iki tarafını oluşturan iyimser ve kötümser görüşlerin görüşme yapılan katılımcılar tarafından hangisinin ne kadar desteklendiğine yöneliktir. Buradan hareketle katılımcılara son olarak “*Endüstri 4.0 teknolojilerinin çalışma hayatına etkileri üzerine genellikle 2 görüş hâkimdir (İyimser – Kötümser); siz bu iki görüşten hangisine katılıyorsunuz?*” sorusu sorulmuştur. Bu soruya yönelik katılımcıların verdiği cevaplar önceki soruların incelenmesinde yapıldığı gibi bir karşılaştırmaya yer vermeden genel sayısal çoğunluk ve azınlık belirtilerek incelenecektir. Şöyle ki; katılımcıların çoğunluğu “*...iyimser görüş (Makineler çalışanları devre dışı bırakmayacak. Yeni iş alanları doğacak.)...*” şeklinde görüş belirtirken, azınlıkta kalan bir katılımcı ise “*...teknoloji uyumluluğu olmayan çalışanın işinden olması doğal bir süreçtir...*” cevabını vererek “*...kötümser görüş (Makineler çalışanları devre dışı bırakacak.)...*” şeklinde bir görüşe yakınlığını belirtmiştir.

Endüstri 4.0'ın etkileri üzerine yapılan bu araştırma, nitel bir araştırma olmasından dolayı şimdiye kadar incelenen tüm bulguların değerlendirilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Nitel araştırma yönteminde bulguların değerlendirilmesi, yazarın özgün yorumlarını da barındıracak olmasından dolayı araştırma sonuçlarının, kapsayıcı ve daha net bir şekilde ortaya konulması açısından önemli bir unsurdur. Böylece çalışmanın bütünü, literatürdeki argümanlar ve bu argümanlara dayanarak yapılan araştırmanın elde edilen sonuçları, karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde anlam kazanacaktır. Buradan hareketle konunun tüm literatür argümanlarının ele alınması ve araştırma sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi için yeni bir başlık altında yapılması doğru bulunmuş ve bu başlığa aşağıda yer verilmiştir.

#### **4.5.2. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi**

Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojik bileşenler; nesnelere interneti, büyük veri analitiği, bulut bilişim, yapay zekâ ve makine öğrenmesi, akıllı robotlar, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, simülasyon, artırılmış gerçeklik, 3 boyutlu yazıcı, siber güvenlik, sensörler, insansız hava araçları, genetik ve blok zinciri teknolojilerinden oluşmaktadır.

Yapılan araştırmada, katılımcı şirketlerin bu teknolojilerden hangisine ne kadar yakın bir yeni teknoloji kullanımı olduğu sorgulanmıştır. Araştırma sonuçları çoğunlukla “*proses kontrol yazılımları*” ve “*bulut bilişim*” teknolojilerinin kullanımda olduğunu göstermiştir. Araştırmanın ilk bulgularına yönelik değerlendirme kısa bir anlatım ile burada kesilebilir ve yeterli bilgiyi de sağlamış olur. Ancak Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerinin günümüzde hangi durumda olduklarını görmek ve katılımcı şirketlerin kullandıkları yeni teknolojilerin tam konumunu tespit etmek, değerlendirmenin başlangıcı açısından son derece önemli bulunmuştur. Bu nedenle teknolojilerin durumları ile ilgili bilgiler, bir araştırma ve öneri geliştirme kuruluşu olan Gartner'ın geliştirdiği Hype Döngüsü Kuramı ile ortaya koyulacaktır.

Şekil 16'daki Hype Döngüsü Kuramı'nı kısaca açıklamak gerekirse; önemli bir teknoloji ilk ortaya çıktığında gerçekçi analiz ve yorumlar, yeteri kadar heyecan verici olmadığı için medyatik bir özelliğe sahip olmaz ve dikkate alınmaz. Genellikle magazin nitelikli, heyecan verici ütopyik veya distopyik beklentiler oluşturur. Örneğin “*Endüstri 4.0*

**Şekil 16.** Hype Döngüsü

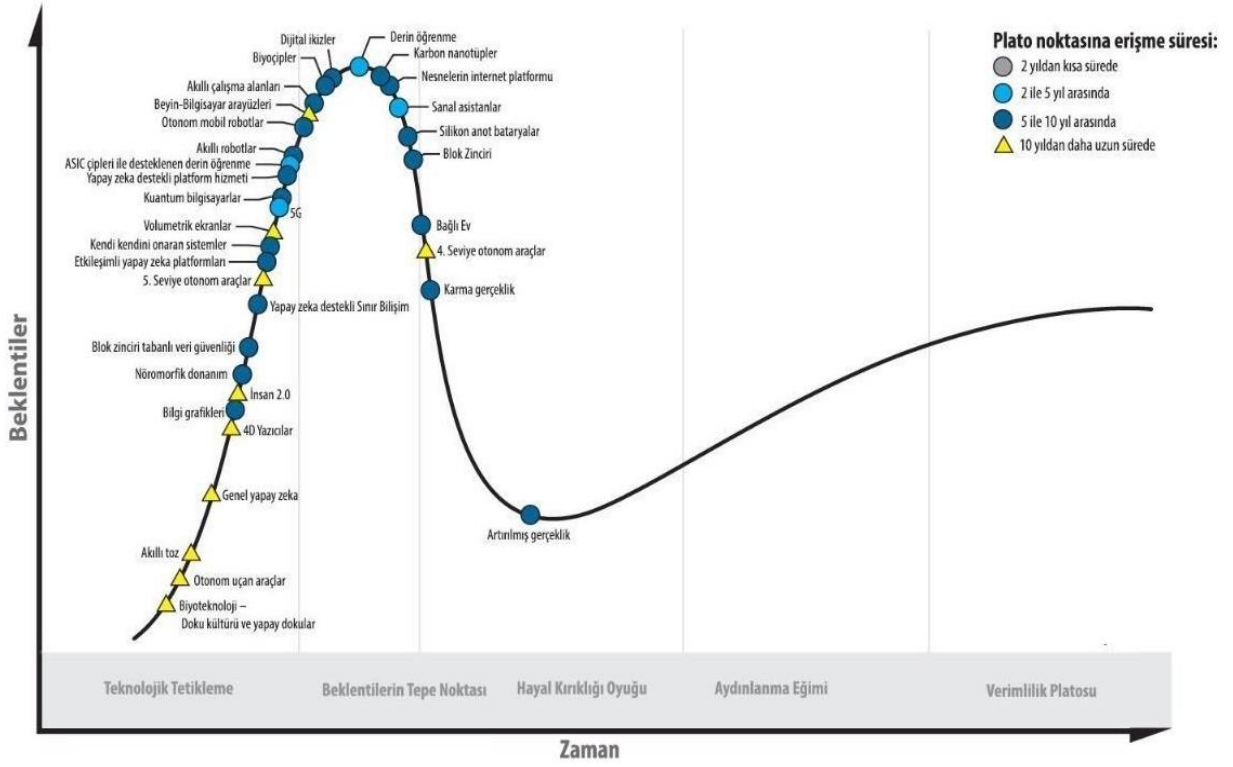
sayesinde, insansız fabrikalarda, elektriğe ihtiyaç duymayacağız ve robotlar insanlara hizmet edecek.” türü ütöpik veya “Akıllı fabrikalar insanları işsiz bırakacak ve insanlar robotların esiri olarak yaşayacak” türü distopik öyküler yaygınlaşır. Zamanla bu magazin nitelikli beklentiler gerçekleşmediği için bir çöküşe neden olur. Ancak daha sonra teknolojiye yönelik doğru analiz ve yorumlar ön plana çıkar ve gerçekçi değerlendirilme sürecine girilir. Bu aşamadan sonra da teknolojinin verimli kullanım dönemi başlar (Coşkunoğlu, 2016: 9).



**Kaynak:** Gartner (2018)

Araştırma sonuçlarında teknoloji kullanımının tespitine yönelik elde edilen ilk bulguları değerlendirirken aşağıdaki hype döngüsü dikkate alınarak, katılımcı şirketlerin kullanmaya başladıkları teknolojinin hangi aralıkta konumlandığının tespiti oldukça önemlidir.

Şekil 17. Gartner Teknoloji İlerleme Döngüsü, 2018



**Kaynak:** Gartner (2018)

Şekil 17 incelenirse; Endüstri 4.0 bağlamında sözü geçen teknolojilerin çoğu henüz verimli kullanım dönemine girmemiştir. Burada önemle değerlendirilmesi gereken nokta, araştırmaya katılan şirketlerin kullandıkları teknolojilerin bir Endüstri 4.0 bileşeni olarak değerlendirilmediğidir. Yazılım sistemleri; teknolojik tetikleme dönemine girmesi için bir teknolojinin ortaya çıkış noktasıdır. Bu nedenle “*proses kontrol yazılımı*” şeklinde yeni teknoloji kullanımları olduğunu belirten şirketler, hype döngüsü dikkate alındığında anlaşılacağı üzere Endüstri 4.0 bileşenleri arasında bulunmayan bir yeni teknoloji kullanımında bulunmaktadır. Ayrıca şekilde yer almayan “*bulut bilişimin*”, zaten verimli kullanım aşamasına ulaşmış olduğu bilinmektedir. Katılımcı şirketlerin ikisi “*bulut bilişim*” teknolojisi kullanımları olduğunu belirtmiş ve araştırmanın hemen hemen bütün sorularında da bu teknolojinin etkilerinin incelenebilir düzeyde olması, verimli kullanım aşamasına ulaşmış olduğunu doğrular niteliktedir.

Türkiye'nin, mevcut konumu Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasındadır (TÜBİTAK, 2016). Türkiye'de telekomünikasyon sektöründeki teknolojik gelişmelerin

1980'lerde ve 1990'larda özelleştirme sürecinin etkisiyle etkinliğini kaybetmesi, Türkiye'nin Endüstri 3.0'ı kaçırmaya nedeni olarak gösterilmekte ve Endüstri 4.0'ı yakalamasını daha da güçleştirmektedir. (Soyak, 2017: 74). Türkiye'nin Endüstri Devrimlerini geriden takip etmesindeki bir diğer neden de, işgücünün vasıf olarak gelişen teknolojiye uyum sağlayamamasıdır. Bu durumu destekler nitelikte Bursa'da yapılan araştırmada da, yerel şirketlerin belirtilen etmenlerin de etkisiyle Endüstri 4.0'a uyumluluk noktasında yeterli gelişimi gösteremedikleri ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin Endüstri 4.0'ı yakalayabilmesi, bilgi-işlem teknolojilerinin altyapısının oluşturulması ve vasıflı işgücünün istihdam edilmesi ile mümkün olabilir (Yazıcı ve Düzgaya, 2016: 82).

Türkiye sanayisinin, Endüstri 4.0'a uyumuyla ilgili 2016 yılı bir dönüm noktası olarak kabul edilebilir. Endüstri 4.0'ın özellikle 2016 yılında artan farkındalığı, şirketlerin yeni teknoloji kullanımına başlama sürelerinde de göze çarpmakta olup, çoğunlukla 2016 yılı ve sonrasında yeni teknoloji kullanımına başlandığı görülmektedir.

Yatırım eksiklikleri ve işgücü piyasasındaki sorunlar gelişmekte olan bir ülke statüsünde bulunan Türkiye için, Endüstri 4.0 yolunda yavaş ilerlemelere neden olabilir. Nitekim emeğin ucuz, fiziki sermaye maliyetinin nispeten pahalı yapıda olması, teknolojik yeniliklerin imalat sanayiine hızlı entegre olmasını kısıtlayan temel sorunlardan bir diğeridir. Ancak araştırmaya katılan şirketlerin teknoloji sağlayıcılarının kendi şirketlerinin Ar-Ge birimlerinde görevli vasıflı çalışanlar olması, kullanılan teknolojinin elde edilebilirliğine büyük oranda etki etmiştir. Elde edilen teknolojinin maliyet açısından henüz yazılım temelli bir teknoloji olması da, çoğunluğun belirtilen teknolojiyi kullanmasını olanaklı hale getirmiştir.

Teknolojik gelişmelerin, üretim sürecinde çözüm aracı olarak kullanılmaya başlanması fabrika ortamında önemli değişikliklere neden olmuştur. Geleneksel fabrikalarda uygulanan üretim süreçlerinin tüketici taleplerini istenildiği gibi karşılayamaması, üretim hatlarının tam zamanlı çalıştırılmaması, yöneticilerin üretim sürecinde tam kontrolü sağlayamaması sonucunda maliyetlerin artması ve üretim süreçlerindeki insan faktörünün maliyetli yapısı, günümüzde geleceğin fabrikaları olarak nitelenen dijital sistem bileşenlerini ortaya çıkarmıştır (Görçün, 2016). Geleceğin fabrikaları, üretim süreçlerindeki insan faktörünü devre dışı bırakan, üretimin; yüksek hızda ve tam esnek biçimde durmadan çalışan, hata payı düşük, gerçek zamanlı veri akışı

sağlayan makine veya robotlar tarafından organize edilmesidir. Mevcut üretim süreçlerinin yerini alacak olan yeni dijital sistem bileşenlerinin, geleceğin fabrikalarında bulunmasındaki en önemli faktör, üretimde verimlilik artışı sağlamaktır.

Önceki devrimlerden de hareketle anlaşılacağı üzere, teknolojik devrimlerin çıkış noktası genellikle kas gücü ve verimlilik kavramlarıdır. Bu noktada, insan faktörünün maliyetli bir yapıya sahip olması ve verimli üretimi her zaman aynı oranda gerçekleştirememesi, üretim süreçlerinin dijitalleşmesine ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. İnsan faktörü bir fabrika için, yüksek maliyet, insan odaklı yüksek hata payı ve üretim sürecinde hız kaybı anlamına gelmektedir.

Araştırmada, üretim süreçlerinde kullanılmaya başlanan teknolojinin üretim ve verimlilik odaklı etkisine yönelik elde edilen bulgularda, yeterli teknoloji kullanımının olmaması bu etkilerin henüz tam anlamıyla oluşmadığı sonucunu vermektedir. Ayrıca elde edilen bulguların azınlığı, yukarıdaki ifadeleri desteklemekte ancak yeteri kadar örnek uygulama sunamamaktadır.

Üretim süreçlerinde beklenen dönüşümün tam anlamıyla sağlanamamış olması, verimlilik beklentilerinin sonuçlarına henüz erişememiş bir sermaye demektir. Teknoloji kullanımını verimliliği esas alarak dönüşüme sokan şirketler, insan kaynağının günümüzdekinden çok farklı olmayacağı görüşünü de barındırmaktadır. Mevcut vasıflı çalışanlarının günümüzdeki teknolojiye uyum sağlayabilir düzeyde olması henüz yeni bir çalışan profili üzerinde durulmasını da ertelemiş durumdadır. Ancak Endüstri 4.0'ın tam olarak uygulamaya konulması ile yeni çalışan profillerine yönelik bir fikir oluşumu, günümüzde yerini almış görünmektedir. Şöyle ki; mevcut teknoloji kullanımı, üretim gerçekleştiren şirketlerde genellikle erkek çalışanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu durumun geleceğin fabrikalarında da aynı nitelikte olacağı görüşü hâkimdir. Zira kadınların teknik alanlardan uzak işlere daha uygun görülmesi, bu görüşün gelecek için şimdiden oluşmasına neden olmuş durumdadır.

Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenleri üretim süreçlerine adapte olmaya başladıkça üretimdeki insan faktörünü devre dışı bırakacaktır görüşüne karşılık, insan kaynağında azalma olmayacağı, uzun vadede yeni iş alanları oluşmasıyla işsizlik sorununun önüne

geçilebileceği görüşü bulunmakta ve bu görüşler çalışmanın literatür bölümünde detaylı olarak incelenmektedir.

Araştırmada bu görüşlere tam olarak destek veya karşı olacak bir sonuç çıkmamakla birlikte katılımcıların azınlığından alınan bilgiler bir noktada iyimser tarafa daha yakın bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Şöyle ki; araştırma kapsamında görüşülen şirketlerin azınlığı insan kaynaklarında bir daralma olmadığını aksine iş hacimlerinin genişlemesine bağlı olarak yeni çalışana ihtiyaç duyduklarını belirtmişler. Böylece şimdilik kullandıkları teknolojinin etkisinin bu yönde olduğunu bildirmişlerdir. Buradan hareketle tam bir sonuç vermemekle birlikte Endüstri 4.0'ın kısa vadede bir işsizlik sorununa neden olabileceği ancak uzun vadede sağlayacağı ekonomik büyümeyle yeni iş alanları oluşturacağı ve işsizlik sorununu aşacağı görüşünden bahsedilebilir.

Ayrıca araştırmaya katılan şirketlerde, Endüstri 4.0'ın yeni çalışan profilleri ve üretimde insan faktörünün mevcut ve gelecekteki konumunun yanı sıra vasıf düzeyleri üzerinde yaratacağı etki de incelenmek istenmiş ancak bu etkinin ortaya konması için gereken teknoloji kullanımının yeterli seviyede olmadığı görülmüştür. Şirketlerin günümüzde gerçekleştirdikleri üretimin teknolojik temelini var olan vasıflı çalışanlarına emanet ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Katılımcılar, sonraki yıllarda artması muhtemel teknoloji kullanımlarına bağlı olarak vasıf düzeyi yüksek çalışan profilini tercih edecekleri konusunda hemfikir durumdadır. Ayrıca araştırma sonucunda, oluşması muhtemel yeni iş alanlarında genellikle erkek Y kuşağı bireylerinin tercih edileceği görülmektedir.

Üretim süreçlerinde yaşanacak değişim, farklı uzmanlık alanlarının ortaya çıkmasına neden olacaktır. Teknolojik değişimin etkileri, işgücünün niteliğinin yanı sıra çalışma modellerini de değiştirecektir (Öztuna, 2017). Çalışma modellerindeki değişim endüstriyel sektörlerde olumsuz etkilere yol açabileceği gibi küresel rekabeti arttırıcı yeni iş alanları veya mevcut çalışma modellerine olan talep artışını da beraberinde getirebilir. Bu olumlu ve olumsuz etkilerin araştırmaya katılan şirketlerdeki yansımaları analiz edildiğinde ortaya çıkan sonuç; yeni teknoloji kullanımının sağladığı pozitif imkânların, çalışma modellerinde değişikliğe neden olduğu ve ilerleyen yıllarda teknoloji kullanımının artması ile serbest çalışanlara duyulacak ihtiyacın günümüzdekinden daha fazla olacağı şeklindedir. Bu iki değerlendirme araştırmaya katılan şirketlerin



azınlığından alınan verilerle yapılmıştır. Araştırmaya katılan şirketlerin çoğunluğu, kullandıkları teknolojinin etki oranını göz önüne aldıklarında veri olarak değerlendirilebilecek seviyede cevaplar veremedikleri için elde edilen bulguların bu noktada değerlendirilmesi pek mümkün olmamıştır.

Endüstri 4.0'ın etkileri üzerine yapılan tartışmanın kötümser tarafına göre; Endüstri 4.0 başlangıçta vasıfsız çalışanları işsizliğe mahkum edecek ve daha sonrada vasıf düzeyi yüksek çalışanları düşük ücretlerle çalışmak zorunda bırakacaktır. Bu görüşün temel alındığı ücret politikaları ve beklentilerine yönelik hazırlanan araştırmanın bu sorularında elde edilen bulgular, teknoloji kullanımının ücret politikalarında performans odaklı olumlu bir değişim sağladığı ve vasıf düzeyi yüksek çalışanlarında şirketler için vazgeçilmez hale geldikten sonra ücret beklentilerinde farklılaşmalara yol açabileceği şeklinde değerlendirilebilir. Buradan hareketle yeni teknoloji kullanımının kötümserler tarafından belirtildiği gibi ücret düzeylerinde tam anlamıyla bir çöküşü yaratmadığı, aksine vasıflı çalışanın şirket için öneminin anlaşılmasından sonra ücret politikaları ve beklentilerinde olumlu etkilerin oluştuğu görülmektedir.

Endüstri 4.0'ın, her sektörün var olan üretim sürecine farklı etkileri olacaktır. Bu etkiler günümüzde Türkiye sanayinde en çok otomotiv sektöründe görülmektedir. Ancak Bursa yerelinde yapılan araştırma için belirlenen şirketlerde sektör farkı gözetilmemesi, yeni teknoloji kullanımının farklı sektörel boyutlarını ölçmek içindir. Bu amaçla yapılan araştırmaya katılan şirketlerin azınlığı; kullandıkları yeni teknolojinin, kendi sektörlerinde rekabet gücü ve pazar payı dikkate alındığında olumlu etkileri olduğunu ve verimlilik oranlarında değişimlerin yaşanmaya başladığını belirtmişlerdir. Çoğunlukta olan şirketlerin ise üretim süreçleri ve verimliliğin değerlendirildiği önceki ifadelerden de görüleceği gibi yeteri kadar veri sunamaması, sektör bazlı bu değerlendirmeye dâhil edilememelerine neden olmuştur.

Sonuç olarak Endüstri 4.0 için günümüzde gelinen noktada net bir değerlendirme yapmak mümkün değildir. Zira Endüstri 4.0, henüz tam anlamıyla gerçekleşmemiştir. Günümüzde halen Endüstri 4.0 uyumluluğu için hazırlık ve alt yapı çalışmalarının devam ettiği bir dönem içinde bulunduğu söylenebilir. Endüstri 4.0 konusunda Dünyadaki her ülke farklı konumlarda olsa da tam olarak otomasyonu sağlamış ve dijital çağa geçmiş bir ülke henüz yoktur. Ancak 2020 yılının, bu geçişin sağlanması için teknolojik gelişmelerin

daha da ivme kazanacağı bir yıl olması beklenmektedir. Endüstri 4.0 tam anlamıyla uygulanmaya başlandığında; etkileri, hem üretim sistemleri, fabrikalar, ürün ve hizmetler de hem de devletlerin ekonomik ve sosyal refah seviyelerinde gözlemlenebilecektir.

Türkiye’de Endüstri 4.0’ın teknolojik bileşenlerinin çoğunluğu etkin bir şekilde otomotiv sektöründe kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde ise geleceğe yönelik ileri teknoloji kullanımı konusunda hedefler belirlenmiş durumdadır. Aksi takdirde Türkiye, coğrafi konumu itibariyle elinde bulundurduğu güçlü rekabet avantajını, Endüstri 4.0 ile ucuzlayacak iş gücü nedeni ile kaybedebilir. Araştırmanın Türkiye’nin Endüstri 4.0’daki konumuna yönelik kısmında elde edilen sonuçlar da, katılımcıların genel olarak Türkiye sanayisini Endüstri 4.0 konusunda geri kalmış olarak gördüğü şeklinde olup, bu durumu destekler niteliktedir. Ancak gerekli adımların atılması durumunda da vasıflı insan ihtiyacının yeterli seviyede görüldüğü şeklinde yorumlar da bulunmaktadır.

## SONUÇ

Endüstri 1.0'ın tetikleyicisi olan demiryolları ve su kanalları gibi ulaşımaya yönelik fiziksel altyapıların geliştirilmesinden bu yana, Endüstri Devrimleri, bu gelişimlerin üretim yöntemlerine dönüşümüyle biçimlendirilmiştir. Endüstri 4.0'ın geliştiği bu döneme damgasını vuran nesnelere interneti teknolojisi ile de her şeyin internete bağlı ve kontrol edilebilir olması, fiziki altyapı ağlarının birbirine bağlı yapısını değiştirmektedir. Endüstri 4.0 ile gelen yeni dijital çağ, üretim ve tüketim ilişkilerini tamamiyle değiştirecek bir yapıya sahiptir. Sürekli değişen tüketici taleplerine anında karşılık verebilen üretim süreçleri ile birbirlerine bağlı olan otomasyon sistemleri, Endüstri 4.0 ile gelen bu yeni çağın yapısını özetlemektedir.

Nasıl ki Endüstri 1.0, İngiltere'ye buharlı makinelerle küresel rekabette avantaj sağlamış ise, Endüstri 4.0'da yenilikçilik anlamında büyük bir avantaj sağlayacak ve ancak riskleri de beraberinde getirecektir. Bu avantajı, sanayisi gelişmiş ülkeler grubunda yer alan Almanya, yüksek teknoloji gücüne sahip bir ülke olmasından dolayı, Endüstri 4.0'ın çıkışı ve gelişimi açısından oldukça önemli bir konumda olduğu için elinde bulundurmaktadır. Almanya ve ABD gibi teknolojisi ve mühendislik alanları gelişmiş ülkeler yerlerini, Çin ve Hindistan gibi ucuz işgücüne sahip ülkelere kaptırmamak için üretim modellerini, teknolojik birikimleriyle harmanlama yoluna girmişlerdir. Almanya'nın Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı ve gelişimi konusundaki öncü tavrı altında yatan en önemli neden budur. Söz konusu ülkelere yaşlı nüfusun sayısının artması ile birlikte bu nüfusun yerine getiremeyeceği üretimi gerçekleştirebilecek bir otomasyon sağlamak da önemli bir diğer etkidir.

Bu çalışma ise; genç bir nüfus yapısına sahip, gelişmekte olan ülke grubunda yer alan Türkiye'nin sanayi en çok gelişmiş kentlerinden biri olan Bursa'da, Endüstri 4.0'ın çalışma hayatına muhtemel etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın gerçekleştirilmesinde, teknolojik gelişme süreçlerinin, ülke özelinde öngörülen etkilerinin tanımlanabilmesine yönelik arayış rol oynamaktadır. Araştırmanın çıkış noktası, Endüstri 4.0'ın günümüz ve gelecekteki teknolojik gelişmelerinin sosyo-ekonomik koşulları nasıl biçimlendireceğini anlayabilme yönündeki arayışa yöneliktir.

Çalışmada, Endüstri 4.0'in, teknolojik gelişmeye bağlı ekonomik büyüme sağlarken, azalan istihdam ve azalan ücretler sorunu ile karşı karşıya kalılabileceği ve böylece emeğin piyasadaki payının azalabileceği ve bu etkilerin de sosyo-ekonomik olumsuzluklara yol açabileceği görüşü üzerinde durulmuştur. Bu görüşe yönelik öncelikle kavramsal çerçeve ortaya konulmuş, üzerinde durulan görüşün savunduğu sosyo-ekonomik olumsuzluklar Endüstri 4.0'ın etkileri başlığı altında incelenmiştir. Bu sosyo-ekonomik olumsuzlukların etkiler boyutuyla değerlendirilmesi için yapılan incelemelerde, önceki devrimlerin sosyo-ekonomik olumsuzluklarından henüz kurtulamamış bir toplum yapısının olduğu ve Endüstri 4.0'ın bu yapıda gerçekleşeceği ortaya konulmuştur. Endüstri 4.0'ın sağlayacağı teknolojik yeniliklerin, bir yandan olumlu bir yandan da olumsuz sonuçlarının oluşabileceği üzerinde durulmuştur. Endüstri 4.0'ın ekonomik etkileri üzerinden bu çalışmanın yapıldığı alan itibariyle özellikle istihdam yapısına yönelik iyimser ve kötümser görüşlerin değerlendirmelerine uzunca yer verilmiştir. Teknolojik gelişmenin ekonomik etkileri ve topluma yansımaları arasındaki ilişki ortaya konmuş, bu ilişkinin Türkiye endüstrisi ve istihdam yapısı üzerinde oluşturabileceği etkiler incelenmiş ve böylelikle kavramsal çerçeve çizilmiştir.

Ele alınan kavramsal çerçevede Endüstri 4.0, birden fazla dinamik teknolojiden oluşan, bir yandan olumlu, bir yandan da olumsuz sonuçlara neden olan bir yenilik olarak görülmüştür. Çalışmanın birinci bölümünde Endüstriyel gelişimin tarihçesi genel hatlarıyla ortaya konulmuş ve Endüstri 4.0 ile onu oluşturan teknolojik bileşenler açıklanmıştır. Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojik bileşenlerin ayrı ayrı bir takım sosyo-ekonomik etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler çalışmanın ikinci bölümünde incelenmiştir. Endüstri 4.0'ın yaratacağı etkiler, iyimser ve kötümser iki görüş temelinde ve bu görüşleri savunanların ortaya koyduğu öngörüler üzerinden değerlendirilerek, bu bölüm mesleklerde yaşanacak dönüşüm ve 5 farklı etki başlığıyla tamamlanmıştır. Bundan sonraki bölümde Türkiye endüstrisinin mevcut konumu ve Endüstri 4.0 dönüşümü ortaya konulmaya çalışılmış, Endüstri 4.0'ın Türkiye istihdam yapısı üzerindeki muhtemel etkileri incelenmiştir.

Çalışmada başlıca ulaşılan sonuçlar ise şu şekildedir;

Endüstri 4.0'ın teknolojik gelişmeye dayalı olarak sağlayacağı ekonomik büyüme, toplumun küçük bir kesiminde sermayenin birikmesiyle sonuçlanacaktır. Endüstri 4.0'ın,

en çok tehdit ettiği orta sınıf, bu birikim karşısında alt sınıfa itilecektir. Bir ekonominin çarkını döndüren tüketim, çoğunlukla orta sınıf tarafından gerçekleştirildiği için, bu sınıfta yaşanacak bir daralma doğrudan ekonomiyi etkileyecektir. Endüstri 4.0, üretim süreçlerindeki yenilenmeyle birlikte vasıfsız çalışanların devre dışı kalmasına neden olacaktır. Yaratacağı vasıfsızlaştırma etkisiyle, yeni sürece tutunabilen vasıflı çalışanların da düşük ücret politikalarına maruz kalması kaçınılmaz hale gelecektir. Ekonomi içinde tüketicimin büyük bölümünü gerçekleştiren orta sınıfı oluşturan bu çalışanlar, tüketim yapacak seviyede ücret elde edemeyecekleri için bir ekonomik durgunluk süreci yaşanması muhtemel olacaktır. Orta sınıfın erimesiyle sonuçlanan bu süreç, küresel sistemde orta büyüklükteki gelişmekte olan yani yarı çevre ülkelerin erimesi ve az gelişmiş yani çevre ülke konumuna gelmesine neden olacaktır. Buradan hareketle, Endüstri 4.0'ın, küresel sistemde ülkeler boyutunda bir güç kaymasına neden olacağı sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte, küresel şirketlerin belirli sektörlerde güçlenerek ikinci bir güç kaymasına yol açacağı öngörüsü güçlenmiştir.

Endüstri 4.0'ın çalışma hayatında daha geniş bir etki yaratacağı beklenmekte olup, bu çalışmanın hazırlandığı alan itibariyle de çalışma hayatına etkileri üzerinde daha fazla durulmuştur. Şöyle ki; birçok kaynağa göre 2025 yılına kadar Endüstri 4.0'ın teknolojik bileşenlerinde önemli mesafe kat edilecektir. Yaşanacak bu dönüşüm, çalışma hayatını da değiştirecektir. Günümüzde insana ait önemli sayılan birçok becerinin yakın tarihte değişeceği tahmin edilmektedir. Bu tahminden yola çıkılarak yapılan literatür taraması ve araştırma sonucuna göre; günümüzde var olan mesleklerin çoğu kaybolacak, vasıf gerektiren yeni meslekler ortaya çıkacaktır.

Teknolojik gelişmelerin, istihdam ve işsizlik konularında ne düzeyde etkilerinin olacağına yönelik tartışılan iki görüşün kötümser tarafı bir işsizlik beklentisi içinde olsa da, tartışmanın iyimser tarafı uzun vadede yeni iş alanlarının oluşmasının bir istihdam dengesi sağlayacağını öne sürmektedir. Bu iki görüşün ortak kanaat getirdiği nokta ise işgücünün vasıflı hale getirilmesinin mutlak olduğudur. Önemli olan nokta, gelecekteki vasıflı işgücünün yeteneklerinin, “hızın hızlanması” sloganına sahip Endüstri 4.0'a uygun olarak geliştirilmesi gerekeceğidir.

Yapılan nitel araştırma sonucunda; şirketlerin genel olarak Endüstri 4.0'ın getirdiği avantajların farkında oldukları ancak bunun için bir eğitim programı oluşturmadıkları görülmüştür. Şirketler hiçbir yardım almadan bu dijital dönüşümü sağlayamayacağından, tüm paydaşların ortak çabasını gerektiren bir yaklaşıma ihtiyaçları bulunmaktadır. Yeni devrim ile ilgili durum tespitinden öteye geçemeyen çoğu şirketin daha ileri gidemedikleri belirtilmelidir. Azınlıkta kalan bazı şirketlerin ise gerek buldukları sektör gerekse buldurdukları vasıflı çalışanların yetkinliği itibariyle bazı yeni teknolojilerin kullanımında buldukları görülmüştür.

Nitel araştırmanın, Endüstri 4.0'ın henüz tam olarak oluşmamış etkilerini ortaya koyma amacı, sorgulanmasına neden olacak bir etkidir. Ancak araştırmanın yapılması kararı verilirken, Endüstri 4.0'ın tam olarak uygulandığı veya etkilerini göstermeye başladığı dönemde, değerlendirilebilir bir alan oluşup oluşmayacağı ve ilerleyen süreçte konuyla ilgili yapılacak araştırmalarda kullanılacak soruların anlamlı bir yapıda olup olmadığı test edilmek istenmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0'ın sanayiye girişinin ilk küçük etkilerini ortaya koyma ihtiyacı doğmuş, sanayideki gelişimi ve sonucu üzerine yapılacak araştırmalara bir altyapı oluşturulması amaçlanmıştır.

## KAYNAKÇA

- Acemoglu, D. (2002). Technical Change, Inequality, and the Labor Market. *Journal of Economic Literature*, 40 (1), .7–72.
- Adıgüzel O., Batur H.Z., Ekşili N., (2014), “Kuşakların Değişen Yüzü ve Y Kuşağı İle Ortaya Çıkan Yeni Çalışma Tarzı: Mobil Yakalılar”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (9), 165-182.
- Aggarwal, C. C., Ashish, N., & Sheth, A. (2013). The Internet of Things: A Survey from the Data-Centric Perspective, In *Managing and Mining Sensor Data*, Springer, Boston, MA, 383-428.
- Akbulut, U., (2011). <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2009/11/SANAY%C4%B0-DEVR%C4%B0M%C4%B0-D%C3%9CNYANIN-G%C4%B0D%C4%B0%C5%9E%C4%B0N%C4%B0-DE%C4%9E%C4%B0%C5%9ET%C4%B0RD%C4%B0-HAZ%C4%B0RAN-2011.pdf>, Erişim tarihi:10.10.2018.
- Aksu L. (2017), “Türkiye’de İstihdam, Verimlilik ve İktisadi Büyüme İlişkilerinin Analizi”, *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 39-94
- Alancioğlu E., Utlı, S. (2012), “İstihdam ve Ekonomik Büyüme: Türkiye Örneği”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 189-206, <http://www.sbd.ksu.edu.tr/article/view/5000035290>, Erişim tarihi: 16.05.2019.
- Alçım S. (2016), "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", *Journal Of Life Economics*, 19-30.
- Andrei M. (2017), "Chinese Factory Replaces 90% of Human Workers with Robots. Production Rises by 250%, Defects Drop by 80%", *ZMescience*, <http://www.zmescience.com/other/economics/china-factory-robots-03022017/>, Erişim tarihi: 09.03.2019.

- Armentia, L. J., Casado-Mansilla, D., & López-de-Ipina, D. (2012). Fighting Against Vampire Appliances Through Eco-aware Things, In *2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*, 868-873.
- Ashton, K. (2009). "That 'Internet of Things' Thing". *RFID Journal*, 22 (7), 97-114.
- Ashton, T.S. (1997). "Some Statistics of the Industrial Revolution in Britain", *The Manchester School*, 16, 29.
- Autor, D. H. (2015). "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3), 3–30.
- Avşar Ç.T. (2016), "En Büyük Zorluk İnsan Kaynağında Yaşanacak", *Ekonomik Forum Dergisi*, (259), 22-22.
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*, Ankara, Dorlion Yayıncılık.
- Bartodziej, C. J. (2017). *The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics*. Berlin: Springer Gabler Press.
- BBC. (2018). "James Watt", [http://www.bbc.co.uk/history/historic\\_figures/watt\\_james.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/watt_james.shtml), Erişim Tarihi: 20.10.2018
- BTK. (2013). *Bulut Bilişim*, Ankara, 3
- Blinder, A. S. (2006). "Education for the Third Industrial Revolution", *American Prospect*, 44-46.
- Bonekamp, L. & Sure, M. (2017). Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation, <https://journal-bmp.de/2015/12/auswirkungenvon-industrie-4-0-auf-menschliche-arbeit-und-arbeitsorganisation/>, Erişim tarihi: 14.02.2019
- Bowles, J. (2014). The Computerisation of European Jobs. <http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs/>, Erişim tarihi: 14.02.2019



- Brinded L. (2017), "This is How Robots will Change the Future of Work", WEF: <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/heres-how-robots-are-going-tochange-employment>, Erişim tarihi: 07.02.2019
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2011). *Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Digital Frontier Press. Lexington.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Company, New York.
- Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A. V., & Rong, X. (2015). "Data Mining for the Internet of Things: Literature Review and Challenges". *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11 (8), 431047.
- Citi GPS (2016). Technology at Work 2.0, The Future Is Not What It Used to Be, Citi GPS Reports, [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi\\_GPS\\_Technology\\_Work\\_2.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf), Erişim Tarihi: 16.01.2019
- Coşkunoğlu, O.,(2016), "Endüstri 4.0: Bir Tekno-Politik Değerlendirme", *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 459, 8-13.
- Çondur F., Erol H., Göcekli S.G., (2016), "Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve İstihdam İlişkisi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(5), 1065-1079.
- De Vries, J. (1994). "The Industrial Revolution and the Industrious Revolution". *The Journal of Economic History*, 54(2), 249-270.
- Dede, İ. (2017). "Dijital Sanayi Devrimi 7: Endüstri 4.0’Da 3D Yazıcılar", Industryolog akademi Web Sitesi, <https://industryolog.com/dijital-sanayidevrimi-4-endustri-4-0da-3d-yazicilar>, (24.12.2018).
- Doğanay, S. (2018). İşlerin Geleceği. <http://www.sertacdoganay.com/gelecegin-meslekleri-2018/>, Erişim Tarihi: 17.02.2019

- Domingos, P. (2017). *Master Algoritma: Yapay Öğrenme Hayatımızı Nasıl Değiştirecek?*, (Çev. Tufan Göbekçin), Paloma Yayınevi, İstanbul.
- Engelman, R. (2015). “The Second Industrial Revolution”, *US History Scene*, 10, 1870-1914.
- Ersoy A.R. (2016), 4.0 30 Yıl Sonra. (S. Yılmaz, Röportaj Yapan) Habertürk Gazetesi, <http://www.haberturk.com/yazarlar/serpil-yilmaz-2155/1332120->, Erişim Tarihi: 07.05.2018
- Ersoy, A.R. (2017) Endüstri 4.0 Sürecinde Neredeyiz, /<https://www.endustri40.com/endustri-4-0-surecinde-neredeyiz/>, Erişim Tarihi: 04.04.2019
- Ford, M. (2009). *The Lights In The Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future*, Acculant Publishing, USA.
- Ford, M. (2018). *Robotların Yükselişi: Yapay Zekâ ve İşsiz Bir Gelecek Tehlikesi*, (çev. Cem Duran), Kronik Kitap, İstanbul.
- Frey, C.B. & Osborne, M. (2013). “*The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*”, [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf), Erişim Tarihi: 16.01.2019
- Gartner, (2018), Hype Cycle, <https://www.gartner.com/en/information-technology/research-tools/hype-cycle>, Erişim Tarihi: 04.06.2019
- Google, 2017, <https://www.google.com/trends/>, Erişim Tarihi: 06.04.2019
- Görçün, F. Ö. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0*, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Gürkaynak, M.,& İren, A. A. (2011). “Reel Dünyada Sanal Açmaz: Siber Alanda Uluslararası İlişkiler”. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 263-279.
- Güvel İ.N., Erkurt S., (2016), “Türkiye’de Robotlu Üretim Artıyor”, *ST Robot Yatırımları Dergisi*, 37-39, <http://dergi.stdergileri.com/st-robot-yatirimlari-2016-ekim/index.html#p=1>, Erişim Tarihi: 02.05.2019

Harari, Y. N. (2018). *21. Yüzyıl İçin 21 Ders*, (çev. Selin Sıral), Kolektif Kitap, İstanbul.

Harvard Business Review. (2018). <https://hbr.org/2018/06/before-automating-your-companys-processes-find-ways-to-improve-them>, Erişim Tarihi: 12.12.2018

IAB (2015). Industry 4.0 and the Consequences for Labour Market and Economy, *Institute for Employment Research*, 8/2015 [http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815\\_en.pdf](http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815_en.pdf), Erişim Tarihi: 10.02.2019

ILO (2015), World Employment And Social Outlook, [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_337069.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_337069.pdf), Erişim Tarihi: 12.05.2019

Inglobetechnologies. (2018). Digital Manufacturing: The Third Industrial Revolution. <http://www.inglobetechnologies.com>, Erişim Tarihi: 21.11.2018

Javelosa, J., (2017), Production Soared After This Factory Replaced 90% of Its Employees With Robots, <https://futurism.com/2-production-soars-for-chinese-factory-who-replaced-90-of-employees-with-robots>, Erişim Tarihi: 21.03.2019

Jensen, M.C. (1993). 'The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control System', *The Journal of Finance*, 48, 831-880.

Jing, Q., Vasilakos, A. V., Wan, J., Lu, J., & Qiu, D. (2014). "Security of the Internet of Things: Perspectives and Challenges". *Wireless Networks*, 20 (8), 2481-2501

Kabaklarlı E. (2016), *Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi*, Ankara, Nobel Bilimsel Eserler

Kahraman F.,(2017), *Çalışma İlişkileri Bakımından Dördüncü Sanayi Devrimi ve Sivas İlinde Farkındalık Üzerine Alan Araştırması*, (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Kavrakoğlu, F. (2014). "Sanayi Devrimleri", Kişisel Blog, <http://blog.kavrakoglu.com/>, Erişim Tarihi : 22.10.2018

- Kesayak, B.,(2016). Endüstri 4.0 Tarihine Kısa Bir Yolculuk, <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, Erişim Tarihi: 13.10.2018
- Keskin S. (2016), Elektriğin İcadı, Teknoloji ve Tasarım Eğitimcileri Derneği:<http://www.tvted.org.tr/teknoloji-ve-tasarim-materyallerif7/elektrigin-icadi-85.html>, Erişim Tarihi: 22.02.2019
- Kopetz, H. (2011). Internet of Things. In *Real-time Systems*, Springer, Boston, Mai 307-323.
- Kökocak A., Yılmaz M., Demirci N. (2015), “İşsizlik Olgusu ve İstihdam Artırıcı Stratejiler”, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 109-121.
- Krugman, P. (2012). Robots and Robber Barons, The Newyork Times, 9/12/2012<https://www.nytimes.com/2012/12/10/opinion/krugman-robots-androbber-barons.html>, Erişim Tarihi: 14.01.2019
- Lee, J., Kao, H. , & Yang, S. (2014). “*Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment*”, *Procedia CIRP*, 16, 3-8.
- Lee, J., Kao, H., & Bagheri, B. (2015). “A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing”, *Systems Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). *Disruptive Technologies: Advances that will Transform Life, Business, and the Global Economy*, San Francisco, CA: McKinsey Global Institute, 180.
- Mishraa N., Singh A., Kumari S., Govindan K., Ali, S.I. (2016), "Cloud-based Multiagent Architecture for Effective Planning and Scheduling of Distributed", *International Journal of Production Research*, 54, 7115-7128, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2016.1165359>, Erişim Tarihi: 21.12.2018
- Murat S., Eser B.Y. (2013), “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve İstihdam İlişkisi”, *HAK-İŞ, Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 2(3), 93-123.

- O'Leary, D. E. (2013). "Big Data, The 'Internet of Things' and the 'Internet Of Signs.'" *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 20 (1), 53-65.
- OSD (2019), Otomotiv Sanayi Genel ve İstatistik Bülteni, [http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/2019\\_YILLIK-5401.pdf](http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/2019_YILLIK-5401.pdf) , Erişim Tarihi: 14.05.2019
- OSD (2019), Özet Değerlendirme 2019 Nisan, [http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/2019-04\\_OSD\\_Aylik\\_Degerlendirme\\_Raporu-5416.pdf](http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/2019-04_OSD_Aylik_Degerlendirme_Raporu-5416.pdf), Erişim Tarihi: 14.05.2019
- Özdemir, Ş. (2014). "Sanayi Devriminin Bilim Tarihi Üzerindeki Etkisi: Bilim ve Teknoloji İç İçe", Üretim Ekonomisi Kongre Bildirisi, <http://acikerisim.iku.edu.tr/bitstream/handle/11413/1207/%c5%9eelale%c3%96zdemirUEK2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Erişim Tarihi: 03.03.2019
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. Pusula Yayınları.
- Özen E.N. (2017), "Türkiye'deki Mesleklerin Ne Kadarı Gelecekte Bilgisayarlar Tarafından Yapılabilecek", *Ekonomik Forum Dergisi*, 74-83.
- Özlu, F., (2017), The Advent Of Turkey's Industry 4.0, <http://turkishpolicy.com/article/864/the-advent-of-turkeys-industry-4-0>, Erişim Tarihi: 15.04.2019
- Öztuna, B. (2017). *Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) İle Çalışma Yaşamının Geleceği*, Gece Kitaplığı Yayınları, Ankara
- Pew Research Center (2014). "Digital Life in 2025: AI, Robotics, and the Future of Jobs," <http://www.pewresearch.org/wp-content/uploads/sites/9/2014/08/Future-of-AI-Robotics-and-Jobs.pdf>, Erişim Tarihi: 12.01.2019
- Pollard, S. (1963). "Factory Discipline in The Industrial Revolution", *Economic History Review*, 254-271.

Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond”. *Procedia Cirp*, 52, 173-178

Resmi Gazete, 2018, <http://www.resmigazete.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 05.05.2019

Rifkin, J. (2014). *Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiyi ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor*, (çev: Sıral, P., Başekim, M.). İletişim Yayınları

Roblek, V., Mesko, M. & Krapez, A. (2016). “A Complex View of Industry 4.0”, *SAGE Open*, April-June , 1-11.

Robot Yatırımları Zirve ve Sergisi (2016), Kapanış Bülteni, <http://www.robotyatirimlari.com/basin.html> , Erişim Tarihi: 02.05.2019

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. Industrial Goods Publications*”, The Boston Consulting Group.

Sachs, J. D. & Kotlikoff, L. J. (2012).” *Smart Machines and Long-Term Misery*”, NBER Working Paper Series, No: 18629, 1-19.

Santucci, G. (2009). “From Internet of Data to Internet of Things”, In *International Conference on Future Trends of the Internet*, 28, 1-19.

Saylam A., Leblebici D.N. (2015), “İnsan Kaynakları Yönetimindeki Eğilimler, Eğilimlerin İtici Güçleri ve Kamu Yönetiminde Uygulanabilirliği”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(1), 187-204.

Schmidt, R. (2013). “Industrie 4.0—Revolution oder Evolution”. *Wirtsch. Ostwürtt*, 4-7.

Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*, (çev. Zülfü Dicleli), Optimist Yayınları, İstanbul.

Sener, S.,& Elevli, B. (2017). “Endüstri 4.0’da Yeni İşkolları ve Yüksek Öğrenim”. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2), 25-37.

- Siemens. (2017). Endüstri 4.0 Yolunda. <http://siemens.edergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=7>, Erişim Tarihi: 10.12.2018
- Soyak, A. (2017). “Teknolojiye Dayalı Sanayileşme: Sanayi 4.0 ve Türkiye Üzerine Düşünceler”, *The Journal of Marmara Social Research*, 11, 68-83.
- ST Endüstri 4.0 (2017), “Bilgi Teknolojilerinde Endüstri 4.0 Vizyonu”, *ST Endüstri 4.0 Dergisi*, Sayı 13, 9-12.
- Şentürk F. (2015), “Türkiye’de İşgücü Piyasası ve İstihdamın Yapısı”, *Sosyal Güvence Dergisi*, (7), 113-143.
- Tandoğan, U. (2012). “Üçüncü Sanayi Devrimine Ne Kadar Hazırız?”, Dünya Gazetesi Web Sitesi, <http://www.dunya.com/kose-yazisi/ucuncu-sanayi-devrimine-nekadar-haziriz/13008>, Erişim Tarihi: 13.11.2018
- Taş, H. (2018), “Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri”. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9 (16), 1819-1836.
- TEMA (2016), Sürdürülebilirlik Hedeflerine “Yeşil Yaka” Desteği, [http://www.tema.org.tr/web\\_149662\\_1/entitailfocus.aspx?primary\\_id=1570&target=categorial1&type=2&detail=single](http://www.tema.org.tr/web_149662_1/entitailfocus.aspx?primary_id=1570&target=categorial1&type=2&detail=single), Erişim Tarihi: 10.05.2019
- The Economist. (2012). “A Third Industrial Revolution”, <https://www.economist.com/special-report/2012/04/21/a-third-industrial-revolution>, Erişim Tarihi: 10.11.2018
- Topkaya Ö. (2016), “Dünyada Endüstriyel Robot Sektörü ve Çalışma Hayatına Etkileri”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(5), 1129-1143.
- Turan, K. *Dördüncü Sanayi Devriminin Uluslararası İlişkilere Sosyoekonomik Etkileri*, (Yüksek Lisans Tezi), İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2018.

- TÜBİTAK, (2016), Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, [http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli\\_uretim\\_sistemleri\\_tyh\\_v27aralik2016.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf), Erişim Tarihi: 04.05.2019
- TÜİK, (2015), Türkiye'nin İnternet Kullanım Alışkanlıkları, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), Erişim Tarihi: 12.04.2019
- TÜİK, (2019), İşgücü İstatistikleri, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), Erişim Tarihi: 12.05.2019
- TOBB. (2018), 2018 Yılı Sanayi Kapasite Raporu İstatistikleri Haber Bülteni, <https://www.tobb.org.tr/Sayfalar/Detay.php?rid=8684&lst=Haberler>, Erişim Tarihi: 26.04.2019
- TÜSİAD (2016a), Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliğinin Bir Gerekliliği Olarak Sanayi 4.0, [www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf](http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf) , Erişim Tarihi: 28.04.2019
- TÜSİAD (2016b), Türkiye'deki Dijital Değişime CEO Bakışı, <http://tusiad.org/tr/basin-bultenleri/item/8712-turkiye-deki-dijital-degisime-ceo-bakisiarastirma-> Erişim Tarihi: 28.04.2019
- TÜSİAD (2017), Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası Taslağı Hakkında Tüsiad Görüşleri, <http://tusiad.org/tr/tusiad/temsilcilikler/item/9604-yeni-sanayi-devrimi-akilli-uretim-sistemleriteknoloji-yol-haritasi-taslagi-hakkinda-tu-si-ad-gorusleri>, Erişim Tarihi: 28.04.2019
- Üskent, S. B. (2006). 19. YY. İngiliz Romanında Endüstri Devriminin Yansımaları, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- WEF (2018), “*The Future of Jobs*”, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FOJ\\_Executive\\_Summary\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf), Erişim Tarihi: 10.02.2019



Wisskirchen, G., Biacabe, B.T., Bormann, U., Muntz, A., Niehaus, G., Soler, G.J., & von Brauchitsch, B.( 2017). *Artificial Intelligence and Robotics and their Impact on the Workplace*, IBA Global Employment Institute, London. <https://www.ibanet.org/Document/Default.aspx?DocumentUid=c06aa1a3-d355-4866-beda-9a3a8779ba6e>, Erişim Tarihi: 04.02.2019

Yardımcı P. (2006), *İçsel Büyüme ve Türkiye’de İçsel Büyüme Etkileyen Faktörlerin Ampirik Analizi*, (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yazıcı, E. ve Düzkaya, H. (2016). “Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı?”, *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7 (13), 49-88.

Yılmaz, F., (2017), Türkiye’de Endüstri 4.0, / <https://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>, Erişim Tarihi: 04.05.2019



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULLARI  
(Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)  
TOPLANTI TUTANAĞI

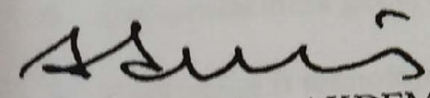
OTURUM TARİHİ  
31 Mayıs 2019

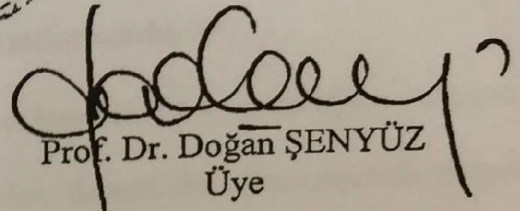
OTURUM SAYISI  
2019-04

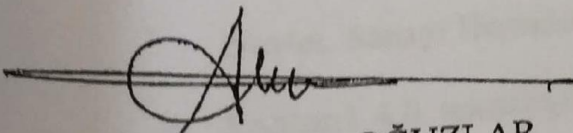
**KARAR NO 59 :** Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Halil İbrahim AKKUŞCU'nun "Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi:Bursa Örneği" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak görüşme sorularının değerlendirilmesine geçildi.

Yapılan görüşmeler sonunda; Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Halil İbrahim AKKUŞCU'nun "Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi:Bursa Örneği" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak görüşme sorularının, fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğu başvurucuya ait olmak üzere uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

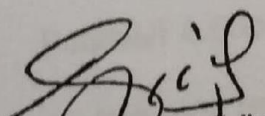
  
Prof. Dr. Feriudun YILMAZ  
Kurul Başkanı

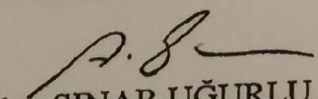
  
Prof. Dr. Abamüslim AKDEMİR  
Üye

  
Prof. Dr. Doğan ŞENYÜZ  
Üye

  
Prof. Dr. Ayşe OĞUZLAR  
Üye

*Katılmadı*  
Prof. Dr. Abdurrahman KURT  
Üye

  
Prof. Dr. Feriudun YILMAZ  
Üye

  
Prof. Dr. Alev SINAR UĞURLU  
Üye

## EKLER

### Ek.1: Araştırmada Kullanılan Sorular

#### Bursa Uludağ Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi Görüşme Soruları



Elinizde bulunan nitel araştırma formu, bilimsel bir çalışmaya veri toplamak amacıyla hazırlanmıştır. Bu nedenle araştırmadan elde edilecek sonuçların bilimsel bir nitelik taşıması ve güvenilir olması, soruları objektif bir şekilde cevaplamanıza bağlıdır. Cevaplarınız kesinlikle gizli tutulacak ve sadece bu araştırma için kullanılacaktır. Bireysel bir değerlendirme yapılmayacağı için isim verilmesine gerek yoktur. Katkılarınız için teşekkür ederim.

**Bursa Uludağ Üniversitesi Yüksek Lisans Öğrencisi**

Halil İbrahim Akkuşcu

1. Şirketinizde hangi Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanıyorsunuz?
2. Ne zamandır bu teknolojileri kullanıyorsunuz?
3. Endüstri 3.0'dan Endüstri 4.0'a geçiş süreci nasıl gelişti?
4. Çalışanlarınıza geçiş sürecinde nasıl eğitimler verdiniz?
5. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma ve çalışanları bu konuda eğitme noktasında, şirketiniz diğer paydaşlarla (Üniversiteler, Sendikalar, Danışmanlık Şirketleri, Devlet, Sanayi Dernekleri) ortaklık kurdu mu?
6. Endüstri 4.0 teknolojileri üretiminizde nasıl bir etki yarattı?(Üretimdeki hata payında düşüş oldu mu? – Ürün verimliliğinde artış oldu mu?)
7. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya başladıktan sonra insan kaynaklarınızda azalma oldu mu?
8. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya başladıktan sonra şirketinizdeki pozisyonlarda azalma oldu mu?

9. Yeni teknolojiler çalışanlarımızın vasıf düzeyinde nasıl bir etki yarattı? (Yeni teknolojileri kullanan veya birlikte çalışan personelinizin vasıf düzeyinde bir artış oldu mu?)
10. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya başladıktan sonra, daha çok hangi çalışan profilinin sürece uyum sağlayabildiğini gözlemlediniz? (Kadın-Erkek-Genç-Yaşlı)
11. Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanabilmek için bundan sonraki işe alımlarınızda nasıl bir çalışan profili arayacaksınız?
12. Yeni teknolojilerin kullanılması şirketinizin işe alım süreçlerini etkiledi mi?
13. Şirketinizde daha önce olmayan fakat Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya başladıktan sonra ortaya çıkan yeni bir pozisyon oldu mu?
14. Şirketinizde kullanılan yeni teknolojilerin etkisiyle esnek çalışma modellerinde bir artış oldu mu?
15. Yeni teknolojilerin kullanımı şirketinizdeki ücret politikalarında bir değişiklik yarattı mı?
16. Yeni teknolojileri kullanan çalışanlarımızın ücret beklentisinde bir değişim oldu mu?
17. Endüstri 4.0 şirketinizin verimliliğini ekonomik olarak nasıl etkiledi?
18. Endüstri 4.0 teknolojilerinin sektörünüzdeki üretimin geneline nasıl yansıdığını/yansıyacağını düşünüyorsunuz?(Rekabet gücü- Pazar Payı)
19. Türkiye sanayisinin Endüstri 4.0'a uyumu konusunda düşünceleriniz nelerdir?
20. Endüstri 4.0 teknolojilerinin çalışma hayatına etkileri üzerine genellikle 2 görüş hakim (İyimserler-Kötümserler); siz bu iki görüşten hangisine katılıyorsunuz?

21. İnsan - makine uyumu açısından değerlendirdiğinizde yeni tip çalışanlarımızın iş bırakması ve yerine yeni çalışanın alınmasını nasıl değerlendirirsiniz?



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Halil İbrahim Akkuşcu
Tez Adı	Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkisi: Bursa Örneği
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	Çalışma Ekonomisi Ve Endüstri İlişkileri
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Prof. Dr. Aysen TOKOL
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni Kısıtlama	<input type="checkbox"/> Patent Kısıt (2 yıl) <input type="checkbox"/> Genel Kısıt (6 ay) <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum.

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 13.06.2019  
İmza : 