



**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YÖNETİM VE ORGANİZASYON BİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARINA İLİŞKİN  
ALGILAR: OTOMOTİV VE TEKSTİL SEKTÖRÜ  
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mecnun MUTLU**

**BURSA - 2019**





**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**YÖNETİM VE ORGANİZASYON BİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARINA İLİŞKİN  
ALGILAR: OTOMOTİV VE TEKSTİL SEKTÖRÜ  
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mecnun MUTLU**

**Danışman:**

**Prof. Dr. Başak Aydem ÇİFTÇİOĞLU**

**BURSA - 2019**

T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İşletme Anabilim Dalı, Yönetim ve organizasyon Bilim Dalı'nda 701620024 numaralı Mecnun Mutlu'nun hazırladığı "Endüstri 4.0 Uygulamalarına İlişkin Algılar: Otomotiv ve Tekstil Sektörü Üzerinde Bir Araştırma" Yüksek Lisans Tezi ile ilgili tez savunması sınavı, 22.09/2019 günü 15:30-16:00 Saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının... başarılı.....(başarılı/başarısız) olduğuna... oybirliği... (oybirliği/oyçokluğu) ile karar verilmiştir.

22.09/20.19

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Başak Aydem ÇİFTÇİOĞLU  
(Bursa Uludağ Üniversitesi)



Üye : Prof. Dr. Füsun Çınar ALTINTAŞ  
(Bursa Uludağ Üniversitesi)



Üye:

: Dr. Öğr. Üyesi Umur EROĞLU





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

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih: 29/08/2019

Tez Başlığı / Konusu: Endüstri 4.0 Uygulamalarına İlişkin Algılar: Otomotiv ve Tekstil Sektörü Üzerinde Bir Araştırma

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam .....97... sayfalık kısmına ilişkin, 29.../08./2019 tarihinde şahsım tarafından ...Turan... adlı intihal tespit programından (Turnitin)\* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 10 'tür.

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  
29.08.2019

Adı Soyadı: Mecnun Mutlu  
Öğrenci No: 701620024  
Anabilim Dalı: İşletme  
Programı: Yönetim ve Organizasyon  
Statüsü:  Y.Lisans  Doktora

Danışman  
(Adı, Soyad, Tarih)

Prof. Dr. B. Aydemir Ciftcişah

\* Turnitin programına Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane web sayfasından ulaşılabilir.

## Yemin Metni

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Endüstri 4.0 Uygulamalarına İlişkin Algılar: Otomotiv ve Tekstil Sektörü Üzerinde Bir Araştırma” 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.

Tarih ve İmza

29.08.2019



Adı Soyadı: Mecnun Mutlu

Öğrenci No: 701620024

Anabilim Dalı: İşletme

Programı: Yönetim ve Organizasyon Tezli Yüksek Lisans

Statü: Yüksek Lisans

## ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı: Mecnun MUTLU

Üniversite: Bursa Uludağ Üniversitesi

Enstitü: Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ana Bilim Dalı: İşletme

Bilim Dalı: Yönetim ve Organizasyon

Tezin Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Sayfa Sayısı: xi + 104

Mezuniyet Tarihi:

Danışmanı: Prof. Dr. Başak Aydem ÇİFTÇİOĞLU

### **ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARINA İLİŞKİN ALGILAR: OTOMOTİV VE TEKSTİL SEKTÖRÜ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

Otomotiv ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren örgütlerin Endüstri 4.0 uygulamalarına ilişkin algısını incelemek üzere çalışma yürütülmüştür. Söz konusu iki sektörde ayrıntılı olarak incelemeyi amaçlayan bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim deseninden yararlanılmıştır. Her endüstri devrimi ürün üretme şeklini değiştirmesiyle başlamıştır. İşletmeler az maliyet ile verimi yüksek olan ürünler, yüksek performanslı çalışanlar talep etme ve endüstri devrimleri bu süreçleri baştan aşağıya yeniden tasarlamaktadır. Dördüncü endüstri devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0 da bu süreçleri değiştirmesi tahmin edilmektedir. Değişmesi öngörülen bu süreçleri inceleyen çalışmada veriler 19 adet yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi ile toplanmış ve ilgili yöneticilerle görüşme gerçekleştirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz metodu kullanılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre, gelecekte yer edinmek isteyen üretim işletmeleri Endüstri 4.0 çerçevesinde entegre edilmesi söz konusudur. Endüstri 4.0 üretim işletmesinde baştan aşağıya bir etki ederek, üretim alanından insan kaynağına, kadrolama, iş ilişkileri vd. olmak üzere çeşitli etkileri olacağı tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Endüstri 4.0, Dördüncü Endüstri Devrimi, Endüstri Devrimleri, Endüstri 4.0'ın Etkileri, Otomotiv ve Tekstil Sektörü.

## ABSTRACT

Name and Surname: Mecnun MUTLU

University : Bursa Uludag University

Institution: Social Science Institution

Field : Business Administration

Branch : Management and Organization

Degree Awarded : Master of Science

Page Number : xi + 104

Degree Date :

Supervisor : Prof. Dr. Başak Aydem ÇİFTÇİOĞLU

### **PERCEPTIONS OF INDUSTRY 4.0 APPLICATIONS: A RESEARCH ON THE AUTOMOTIVE AND TEXTİLE SECTORS**

The study was conducted to examine the perceptions of the organizations operating in the automotive and textile sectors regarding the applications of Industry 4.0. Phenomenology which is one of the qualitative research methods is utilized to examine these sectors in detail. Businesses demand high efficiency products and high performance employees at low cost. Industry revolutions redesign these processes from top to bottom. Industry 4.0, also known as the fourth industrial revolution, is expected to change these processes.

In this study, a semi structured interview form consisting of 19 questions was used and analyzed with descriptive analysis method. According to the findings, it is possible to integrate the production enterprises that want to take a place in the future within the framework of Industry 4.0. It has been determined to have various effects of Industry 4.0 in the production enterprises from production to human resource, staffing, business relations etc.

**Keywords:** Industry 4.0, Fourth Industrial Revolutions, Industrial Revolutions, Effects of Industry 4.0, Automotive and Textile Industry.



## ÖNSÖZ

Tez çalışmam aşamasında tecrübe ve bilgisiyle destek veren değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. B. Aydem Çiftçioğlu'na,

Eğitim hayatımın her aşamasında kayıtsız şartsız her zaman destek olan aileme,

Tez çalışmalarım sırasında beni motive eden, bilgisini her an sunan ve her türlü desteğini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma,

Tezimin araştırma aşaması süresince görüşmeyi kabul edip, ilgiyle samimiyetle araştırmama destek veren ilgili firma yöneticilerine teşekkür ve saygılarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	İV
ABSTRACT.....	V
ÖNSÖZ.....	VI
İÇİNDEKİLER.....	VII
GİRİŞ.....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM KAVRAMSAL ÇERÇEVE

<b>1. ENDÜSTRİ KAVRAMI .....</b>	<b>3</b>
<b>2.ENDÜSTRİ KAVRAMININ KAPSAMI.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ.....</b>	<b>5</b>
3.1. ENDÜSTRİ 1.0.....	7
3.2. ENDÜSTRİ 2.0.....	8
3.3. ENDÜSTRİ 3.0.....	10
3.4. ENDÜSTRİ 4.0.....	13
<b>4. ENDÜSTRİ 4.0'IN PARADİGMALARI .....</b>	<b>18</b>
4.1. SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER (CPS).....	19
4.2. NESNELERİN İNTERNETİ (IOT) .....	20
4.3. BULUT TEKNOLOJİ (CLOUD).....	21
4.4. BÜYÜK VERİ (BIG DATA) .....	22
4.5. AKILLI FABRİKA (SMART FACTORY) .....	23

## İKİNCİ BÖLÜM ENDÜSTRİ 4.0'IN ETKİLERİ

<b>1. ENDÜSTRİ 4.0'IN GÜNLÜK YAŞAMDAKİ ETKİLERİ .....</b>	<b>26</b>
1.1. EV HAYATINA ETKİSİ .....	26
1.2. ALIŞVERİŞE ETKİSİ.....	27
1.2. İNSAN İLİŞKİLİRİNE ETKİSİ.....	27
1.2. ULAŞIM VE TRAFİĞE ETKİSİ .....	28

<b>2. ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞ DÜNYASINDAKİ ETKİLERİ</b> .....	<b>30</b>
2.1. ÜRETİM ALANINDA ETKİLER .....	33
2.1. İNSAN KAYNAKLARI ALANINDA ETKİLER.....	35
2.1. PAZARLAMA FAALİYETLERİNDE ETKİLER .....	40
2.1. YÖNETSEL ALANDA ETKİLER .....	42
<b>2.2.1. Organizasyon Yapısı</b> .....	<b>42</b>
<b>2.2.2. Liderlik Tarzı</b> .....	<b>45</b>
2.1. İŞ İLİŞKİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLER .....	46
2.1. İŞLETME STRATEJİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLER .....	47

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARINA İLİŞKİN ALGILAR: OTOMOTİV VE TEKSTİL SEKTÖRÜ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

<b>1. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ</b> .....	<b>49</b>
1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI .....	49
1.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ VE SORULARI .....	50
1.3. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ .....	50
1.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ .....	51
1.5. VERİ TOPLAMA METODU.....	52
1.6. VERİ ANALİZ METODU .....	53
<b>2. ARAŞTIRMA BULGULARININ ANALİZİ</b> .....	<b>54</b>
2.1. ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖRGÜTLERDEKİ YERİ.....	54
2.2. ENDÜSTRİ 4.0'A GEÇİŞ SÜRECİ.....	58
2.2. ENDÜSTRİ 4.0'IN ETKİLERİ.....	61
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>70</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>81</b>
<b>EK GÖRÜŞME SORULARI</b> .....	<b>91</b>

## GİRİŞ

Endüstri, hammaddeleri üretim veya imalat safhasında yarı mamule, mamul haline getirmek üzere insan gücü makine, teçhizat ile deneyim tecrübe ve bilgiyi ele alarak teknolojiyle bir araya getirilmesi sonucu ortaya çıkan çıktının hazır hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Endüstri on sekizinci yüzyılın ikinci döneminden itibaren endüstrileşme başlamıştır ve yüzyıllar boyunca gelişim göstererek el emeği yerini seri üretime bırakmıştır. (Agarwal, 2017: 1062). Gösterilen bu gelişimler endüstri devrimi olarak isimlendirilmektedir. Toplumun her seviyesinde radikal bir değişimin olmasıyla birlikte uzun süreli bir değişim şeklinde algılanmalıdır. Endüstri devrimleri, geleneksel teknoloji ve üretim yöntemleri ile başlamıştır ve yeni teknolojiler geliştirme aşamasında daha fazla gelişme potansiyeli tükettiğinden her zaman kritik önceliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Janicke ve Jacob, 2009: 3-4). Endüstri devrimleri bir sonraki devrime katkıda bulunarak ilerlemiştir. İlk endüstri devrimi su ve buhar gücüyle mekanizasyona, ikinci endüstri devrimi elektrik kullanan seri üretim-montaj hatlarına ve üçüncü devrimde bilgisayarların ve otomasyonun benimsenmesiyle gelişme kat etmiştir. Endüstri 1.0 su ve buhar gücüne, Endüstri 2.0 seri üretime ve Endüstri 3.0 bilgisayar ve otomasyona dayanmaktadır. Günümüzde Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalar başlatılmıştır.

Örgütlerde Endüstri 4.0 ile birlikte gelen teknolojiler aracılığıyla değişiklikler meydana geleceği öngörülmektedir. Üretimde verimlilik, kalitenin artması, hata oranının azalması bunların birkaçıdır(Sundblad, 2018). Üretim yanısıra işgücünde değişiklik olması tahmin edilmektedir. Söz konusu Endüstri 4.0'ın teknolojileri ağır ve zor işleri uygulayarak vasıfsız işgücüne ihtiyacı oldukça azaltacaktır. Bunun yanısıra bu teknolojileri de işletmeye uygulamak için nitelikli işgücüne ihtiyaç oranı artması yönünde ifadeler yer almaktadır (Ermolaeva, 2017: 24). Sağlanan bu faydalarla beraber örgütler Endüstri 4.0'a ilgi göstermeye başlamıştır.

Bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın otomotiv ve tekstil sektöründe etkilerine yönelik algıyı derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde endüstri kavramına ve devrimlerine ardından dördüncü devrim olan Endüstri 4.0 kavramına ve paradigmaları (teknolojileri) hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, ilk olarak Endüstri 4.0'ın günlük yaşamdaki etkileri ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Ardından Endüstri 4.0'ın üretim sektöründeki etkilerine yönelik üretim, insan kaynağı, pazarlama faaliyetleri vd., hakkında açıklamalar yapılarak örnekler verilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan üçüncü bölümde Endüstri 4.0'ın otomotiv ve tekstil sektöründe etkilerine ilişkin algı çalışması nitel araştırma ile gerçekleştirilmiştir. Görüşmecilerin gizlilik esasından dolayı otomotiv sektöründe faaliyet gösterenler O1 ve O2, tekstil sektöründe faaliyet gösterenler T1 ve T2 olarak kodlanmıştır. Analiz aşamasında betimsel analiz metodu kullanılmıştır. Sonuç ve araştırma bölümünde, ilgili literatür taramasından ve araştırma kapsamında elde edilen bulgulara dayanarak, iki temel soruya yanıt aranmıştır.

Çalışmanın sonucuna göre, sağlanması öngörülen faydalardan dolayı Endüstri 4.0 için farkındalığın arttığı görülmüştür. Görüşmeciler bu faydaların üretimde kalitenin ve verimliliğin artması, hata oranlarının düşmesi sebepleri ile örgütün Endüstri 4.0'a entegre edilmesinin kaçınılmaz olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra Endüstri 4.0'ın teknolojileri ile üretim yönetildiği için çevrimiçi olarak saldırılara karşı dikkatli olunması gerektiği ve savunma sistemi üzerinde çok iyi çalışma yürütülmesi gerektiği görülmüştür. Çünkü olası siber saldırı ile üretim baştan aşağıya etkilenecek fabrikada üretimin durma noktasına gelmesi söz konusudur.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 1. ENDÜSTRİ KAVRAMI

Endüstri ticari faaliyetlerin, üretim bölümü olarak adlandırılmaktadır. Bir diğer ifadeyle ürünlerin, üretilme, yetiştirilmesi işlenmesi endüstri olarak tanımlanmaktadır. Hammaddelerin, yarı işlenmiş maddelerin işlenmesi, kullanıma hazır hale getirilmesi, enerji kaynaklarını üretmektir. Ülkelerin gelişmesinde endüstrinin rolü büyük olduğu belirtilmektedir. Çünkü ülkeler kalkınmanın büyük bir kısmını endüstrileşme ile sağlamaktadır. Endüstri on sekizinci yüzyılın ikinci yarısında başlamış, hızlı bir gelişim yaşayarak el emeğinin yerini seri üretime bırakmıştır. Günümüzde endüstri ülkelerin ekonomik seviyesini belirlemekte olan ilk faktör haline gelmiştir. Endüstri gıda, tekstil inşaat, kozmetik, otomotiv gibi alanlarda kullanılmakta olan üretici ürünlerini içermektedir. Tüketicilere sunulan ürünler tüketim ürünleri olmadan önce üretim malları kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla makine, ekipman, alet gibi ürünler de endüstrinin ürünlerini kapsamaktadır (<https://www.stendustri.com.tr/haberortak/endustri-nedir-nedemektir-h99486.html> Erişim Tarihi: 06.02.2019).

Endüstri sözcüğü Fransızca “industrie” den türetilmiştir ve yine Arapçadan dilimize giren “sanayi” sözcüğü ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Walsh ve diğerleri endüstri kavramını; üretim yapan işletmelerin belirli alan, bölge, ülke ya da ekonomi içinde bütünleşik veya bunların birinde yer almak üzere tüzel kişi oluşturması şeklinde ifade etmektedir (2014: 1-2). Başka bir ifadeyle endüstri; hammaddeleri üretim veya imalat aşamasında yarı mamul ya da mamul haline getirmek için makine, teçhizat, insan gücü ile bilgi, deneyim-tecrübe, teknolojinin bir araya getirilmesiyle ortaya çıkan ürünün hazır hale getirilmesi olarak tanımlamak mümkündür (Agarwal, 2017: 1062).

## 2. ENDÜSTRİ KAVRAMININ KAPSAMI

Pek çok insan, endüstriyi iyi organize olmuş tesislerde yüksek otomasyon ve uzmanlık derecesine sahip büyük ölçekli ürünlerin üretimi olarak görmektedir. Bu yaygın bir endüstri örneği olmasına rağmen tarım, ulaşım, otel ve diğerleri gibi mal ve hizmetler sağlayan diğer ticari faaliyetleri de içerebilmektedir. Dolayısıyla endüstrinin farklı türlerinin daha iyi anlaşılması için şu şekilde kategorize edilmiştir (<https://www.thoughtco.com/sectors-of-the-economy-1435795>, Erişim Tarihi: 15.06.2019):

- Birincil Endüstriler(Primary Sector), faydalı maddelerin üretilebileceği hammaddeleri çıkaran veya üreten endüstrilerdir. Hammaddelerin çıkarılması, madencilik faaliyetleri, ormancılık ve avcılığı içermektedir. Aynı zamanda tarım ürünleri daha fazla işlem gerektiren “hammadde” ürettiği için birincil bir endüstri olarak kabul edilmektedir.

- İkincil Endüstriler(Secondary Sector), işleme ve üretim yoluyla hammaddeyi kullanılabilir ürünlere dönüştüren endüstrilerdir. Unu ekmeğe dönüştüren fırınlar, metalleri ve plastiği araçlara dönüştüren fabrikalar ikincil sektörlerin örnekleridir. Katma değer terimi bazen işlenmiş ve imal edilmiş ürünlere uygulanmaktadır, çünkü bir hammaddeden kullanılabilir bir ürüne yapılan değişiklik ögeye değer katmaktadır.

- Üçüncül Endüstriler(Tertiary Sector), diğer sanayi düzeylerinin çalışmasına imkân sağlamak için temel hizmetler ve destek sağlayanlardır. Genellikle hizmet endüstrisi olarak adlandırılan bu seviye, ulaşırma, finans, kamu hizmetleri, eğitim, perakende, konut, tıbbi ve diğer hizmetleri içerir. Birincil ve ikincil sanayi seviyeleri bu hizmetler olmadan işleyemediğinden, bazen “spin-off” endüstrisi olarak adlandırılır. Örneğin Thompson şehrinin çoğu, birincil madencilik endüstrisini desteklemek için üçüncül veya hizmet endüstrilerinden oluşur.

- Dördüncül Endüstriler(Quaternary Sector), araştırma ve eğitim de dahil olmak üzere bilgilerin yaratılması ve aktarılması için olanlardır. Genellikle bilgi endüstrisi

olarak adlandırılan bu seviye, teknolojideki ilerlemelerin ve elektronik gösterimin ve bilgilerin aktarılmasının bir sonucu olarak gelişme sağlamıştır.

- Beşincil Endüstriler(Quinary Sector), endüstriyel ve devlet karar alma süreçlerini kontrol eden sektördür. Bu seviye, endüstri yöneticileri ile yönetim ve bürokratları ve hükümetteki seçilmiş yetkilileri içerir. Politikalar ve yasalar bu düzeyde yapılır ve uygulanır.

Teknolojik yenilikler ile birlikte yeni endüstriler ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda gelişmekte olan endüstriler teknolojik yeniliklerden kaynaklanan göreceli maliyetler, yeni müşteri ihtiyaçları veya diğer ekonomik ve sosyal değişimler arasındaki ilişkiyi değiştiren, yeni veya yenilenmiş endüstrilerdir. Dolayısıyla yeni teknolojilerin evrimi ile ürünün maliyeti düşmekte, kalite iyileşmekte, talep artmakta ve böylece piyasaya girmeleri ve büyümeleriyle birlikte sanayi büyümektedir (Porter, 1980: 80-95).

Endüstrinin yapısındaki rekabet; hayatta kalma ve gelişme için gerekli stratejiyi etkilemektedir. Endüstriyel yapı, talep ve teknolojik gereksinimlerindeki değişimin sanayi yaşam döngüsü boyunca her aşamada rekabet avantajı kaynakları için önemli etkileri olmuştur. Bu nedenle endüstriyel bağlamı anlamak ve sektörde çekici bir rekabet pozisyonu bulmak stratejik bir amaç haline gelmiştir. Çevrenin artan karmaşıklığının üstesinden gelmek için yenilikçi iş stratejileri bir ihtiyaçtan öte gerekliliktir (Sabol vd., 2013: 636-640).

### **3. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ**

Yaşam tarzımızdaki ilk büyük dönüşüm, yaklaşık 10.000 yıl önce hayvanların evcilleştirilmesiyle birlikte, avcılık ve toplayıcılıktan tarıma geçiş ile gerçekleşmiştir. Tarım devrimi sonucunda yerleşik hayata geçilmesi, şehirlerin yükselişine ve ticaretin gelişmesine zemin hazırlamıştır (Schwab,2016: 15).

Endüstri devrimi öncesinde ekonomi; insan, hayvan ve topraktan oluşan üretim faktörlerinden meydana gelmiştir ve öne çıkan sektörler tarım, hayvancılık,



marangozluk veya demircilik olmuştur. Ayrıca endüstriyel devrim öncesi toplumlarda üretici ve tüketici arasındaki ayırım kesin çizgilerle ayrılmadığından insanlar kendi ihtiyaçlarını temin etmek için ürünlerini takas yapmışlardır. Bir diğeri ise yaptıkları üretim sonucu ortaya çıkan üretim fazlasını toprak sahipleri, soylular veya yöneticilerden oluşan küçük bir elit kesim tarafından kullanılmıştır. Endüstri devrimiyle beraber yeni buluşların üretime olan etkisi ve James Watt tarafından buhar gücüyle çalışan makinelerin makineleşmiş endüstriyi doğurması kitle üretimine imkân tanımıştır. Dolayısıyla üretimin artmasıyla ve üretici-tüketici kavramlarının ortaya çıkması iktisat biliminin doğmasını sağladığı gibi, günümüze değin iktisadi tartışmaların temelini attığını ifade edebiliriz (Pamuk ve Soysal, 2018: 42; Yazıcı ve Düzkaya, 2016: 56).

Tarihte, bir kısmı toplumsal nedenlerden, bir kısmı da siyasi nedenlerden, bir kısmı da doğal nedenlerden ötürü birçok devrim yaşanmıştır. Sanayi devrimine neyin sebep olduğuna bakıldığında ise bu bir tartışma konusudur. Talep faktörleri, nüfus ve dış ticaretteki artış, genel ekonomideki talep, fiyatlar üzerinde yukarı yönlü baskı uygulayan ve dolayısıyla üreticilere, makine montajı gibi uygun gördükleri herhangi bir yöntemle daha fazla üretme konusunda teşvik sağladıklarından bahsedilmektedir. Tüketici zevklerinin endüstriyel ürünlere doğru kaymasının da bir faktör olabileceği görüşü yer almaktadır. Arz yönlü faktörlerin arkasında olduğundan bunların üretim maliyetini düşürdüğünü ve bu nedenle piyasayı genişlettiği ifade edilmektedir. Üretim maliyeti, sermayenin kullanılabilirliği, işgücü, teknolojiye iyileşme ve nihayetinde girişimcilik, iş geliştirme riskleri almaya istekli olması nedeniyle daha ucuz hale gelmiştir. Bahsedilen bu sebepler 18. ve 19. yüzyılın başlarında yaşanmıştır ve imalat sanayi hızla büyüyerek ekonomi etkilenmiştir. Böylece ilk sanayi devrimi o döneme verilen isim olmuştur. 19. Yüzyılın sonlarında ise ekonomiyi çok sert bir şekilde yeniden etkileyen, bazı büyük teknolojik gelişmeler yaşanmıştır ve bu dönem ikinci endüstri devrimi olarak bahsedilmiştir (Agarwal, 2017: 1062-1063).

Endüstri Devrimi, toplumun her kademesinde radikal ve ani bir değişimin yanı sıra uzun süreli bir değişim olarak algılanmalıdır. Enerji alanındaki, özellikle üretim ve kullanımdaki temel teknik yenilikler nedeniyle, ekonomi ile kurumsal çerçeve arasında

yeni bir denge gelişmektedir. Tarihçiler ve ekonomistler, bu sürecin kapsamını ifade etmek için inovasyon kümesi terimini kullanmışlardır. Küme içindeki karşılıklı başlangıç, çarpma ve hızlanma etkileri ekonomik büyümeye, istihdama ve ulusal ekonomilerin geniş bir modernleşmesine yol açmaktadır. Endüstri devrimleri, geleneksel teknolojilerin ve üretim yöntemlerinin, yeni teknolojiler geliştirilirken daha fazla gelişme potansiyeli tükettiği her zaman kritik bir önceliğe sahiptir. Bu aşamada, endüstriyel devrimde radikal bir paradigma değişikliği olarak ortaya çıkan ve daha sonra daha uzun bir süre boyunca istikrarlı bir gelişme sağlayan, radikal biçimde yeni teknik ve sosyal icatlar da yapılmıştır. Dolayısıyla, endüstri devrimleri, küresel ekonomideki kalkınma krizlerine radikal biçimde yenilikçi cevapların bir sonucudur (Janicke ve Jacob, 2009: 3-4).

İlgili yazın incelendiğinde endüstri devrimleri, yaşanan gelişmeler itibariyle sırasıyla Endüstri 1.0, Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0 olarak isimlendirilmektedir. Günümüzde teknolojik gelişmelerin ışığında Endüstri 4.0'ın yaşanacağı/yaşanmakta olduğu ileri sürülmektedir. Söz konusu endüstri devrimlerine aşağıda özetlenmektedir (Yıldız, 2018: 547):

### 3.1. ENDÜSTRİ 1.0

Bir diğer ismiyle Birinci Sanayi Devrimi, 1780'li yıllarda İskoçya'da James Watt tarafından su ve buhar gücüyle çalışan makineleri icat etmesi ile başlamıştır. İlk sanayi devrimi döneminde buhar gücünün yanı sıra tekstil, demir yapımı ve diğer çeşitli alanlarda önemli teknolojik gelişmeler yaşanmıştır.

İlk sanayi devrimi döneminden önce, ev işçilerinin kendi tesislerinde iplik eğirme ve dokuma yapmalarını sağlamak için yün kullanılmıştır. Ancak, ilk sanayi devrimi döneminde, Richard Arkwright ve Samuel Crompton gibi bazı yenilikçiler, sudan ya da dereden enerji alan mekanize pamuklu eğirme tekniğini geliştirmiştir ve bu teknik işçinin verimini arttırmış, tekstil endüstrisinde büyük gelişme kat edilmiştir. Bu buluş sayesinde pamuk üretimi makineleşmiş bir endüstri haline gelerek pamuğun ithalatçısı olan İngiltere pamuğun ihracatçısı olmuştur.

İlk sanayi devrimi döneminde metalürji endüstrisinde büyük teknolojik gelişmeler olmuştur. Bu dönemde odun ve diğer biyoyakıtlar yerine kömür gelmiştir. Kömür kullanmanın faydaları, belirli miktarda ısı için kömür madeninin odun kesmekten çok daha küçük bir miktar işçilik gerektirmesidir. Ve sadece bu dönemde şekillendirilmiş demir kullanan firma, kazı kömürü kesebilecek “Reverberatory Furnace” (Reverberatory Fırın) tekniği geliştirmiştir. Bu fırının avantajı, kömür madenciliği yaparken, yanan kömürün demir cevherinden ayrı kalmaya devam etmesi ve sonuç olarak demiri kül ve kükürt gibi kirletmeyle kirletmemesidir. Bu avantaj sayesinde demir üretimi artarak ucuzlamış ve buna bağlı olarak menteşe, çivi, tel ve diğer donanımlar imalatı daha pratik ve basitleşmiştir (Agarwal, 2017: 1063).

### 3.2. ENDÜSTRİ 2.0

İkinci sanayi devrimi ile çelik, kimyasallar, elektrik ve diğer çeşitli alanlarda önemli teknolojik gelişmeler meydana gelmiştir. Bu devrim 100 yıl sonra Cincinnati'deki mezbahalarda başlamıştır ve ABD'deki Ford T'nin üretimi ile doruğa ulaşmıştır. Bu üretkenlik patlamasının temeli, hem işbölümü hem de taşıyıcı bantların girişine dayanan seri üretim hatlarıdır.

İlk Sanayi Devrimi'nin çağında demir yapımı alanında meydana gelen tüm yenilikleri geride bırakarak, ikinci Sanayi Devrimi'nde çeliğin gelişimini görülmüştür. 1850 yılına kadar demir tanınmıştır. Ancak çeşitli kullanımlar için şekillendirilmiş demir zayıf ve pahalı olduğundan farklı arayışlara başlanmıştır. 1856 yılında Henry Bessemer, dökme demirdeki kirleticilerin çoğunlukla karbon içerdiği ve hava erimiş metalden şişirilirse bu karbonun yakıt olarak kullanılabileceği noktasını dikkate alarak çelik üretiminin önü açılmıştır. Ve böylece çelik üretimi genişleyerek binalarda, gemilerde ve demiryolu raylarında kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca İkinci sanayi devriminde tekstil endüstrisinde de bazı gelişmeler yaşanmıştır. Bunlar dikiş makinesinin gelişimi; Donisthrope Nip makinesinin gelişimi, Heilmann penye makinesinin gelişimi ve gezginin gelişimi olmuştur. Tüm bu gelişmeler verimliliğin

artmasına yol açmıştır ve bu teknolojiler daha sonra ayakkabı yapımında kullanılarak daha az çaba ile ürün kalitesini daha iyi hale gelmiştir (Landes, 2003: 40-41).

İkinci sanayi devrimi, ilk sanayi devrimi akım motorunun inovasyonunu geride bırakarak, elektrik gelişmiştir. Elektrik, ekonomik komplikasyonları kırmak için tamamen yeni bir anlayışın uygulandığı bir arenada kendine yer edinmiştir. Elektrik büyük çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır ve teknolojide kullanılması pratikliği beraberinde getirmiştir. Elektrik çok büyük bir buluş olmuştur ve bunun sayesinde dünyada sonsuza dek olacak gelişmeler yaşanmıştır. Bu dönemde fabrikalardaki elektrik ışıkları, çalışma koşullarında yangın tehlikeleri olasılığı, elektrik kullanımı ile büyük ölçüde azalmıştır ve gaz aydınlatmasının kullanılmasından kaynaklanan ısı ve kirliliği ortadan kalkmıştır (Agarwal, 2017: 1064).

Endüstri 1.0 ve Endüstri 2.0'daki gelişmeler bunlarla sınırlı kalmamıştır. İlk sanayi devrimi sırasında, kimyasallar üretme teknolojisi geliştirilmiştir ve bu kimyasallar sülfürik asit, alkali, sodyum karbonat, hidroklorik asit, beton ve diğerleri sayılabilir. Bu kimyasallar, ikinci sanayi devrimi döneminde cam, tekstil, sabun, ağartma bezi vb. yapımında, pek çok şeyde kullanılmıştır. Ayrıca sentetik boya, mauveine gibi birçok kimyasal madde de geliştirilmiştir. İlk sanayi devrimi döneminde, gaz aydınlatma, cam yapımı ve kâğıt makinesi gibi başka teknolojiler de geliştirilmiştir. Gaz yağı işlemi, yüksek fırında kömürün büyük ölçekli gazlaştırılması, gazın temizlenmesi ve depolanması ve dağıtılması olmuştur. Gaz aydınlatması, topluluk ve imalat organizasyonu üzerinde etkili olmuştur; çünkü fabrikaların petrol veya donyağı mumlarına dayandığı durumlarda mağazaların ve fabrikaların daha önce daha uzun süre aydınlatılmasında kullanılmıştır. İkinci sanayi devrimi döneminde ayrıca petrol endüstrisi, denizcilik, lastik endüstrisi, otomobil endüstrisi, telekomünikasyon endüstrisi ve gübre endüstrisinde bazı teknolojik gelişmeler görülmüştür. Bu dönemde, petrol endüstrisinde üretim ve rafine teknolojisi de gelişmiştir. Aynı dönemde denizcilik teknolojisi de gelişmiştir. Bu deniz teknolojisini tesadüfen pervaneler inşa etmenin yeni bir yöntemini ortaya koyan Francis Pettit Smith ile ortaya çıkmıştır. Bu tesadüfi buluşla buharla çalışan gemi inşa edilmiştir. Bu buluştan sonra, denizcilik teknolojisindeki birçok gelişme, yüzey kondenserinin icadı, çoklu genişleme buhar motorlarının icadı,

salınan motorun icadı vb. gerçekleşmiştir. Bütün bu ikinci buluşlar, uzun deniz yolculuklarının mümkün olmasına, yolculuk sırasında daha az kömür harcanmasına vb. yardımcı olmuştur. O zaman, gemiler sadece yolcu veya bagaj taşıma değil, aynı zamanda savaş gemilerinde de kullanılmıştır. Sonrasında ise Charles GoodYear ve Briton Thomas Handcock 1840'larda kauçuk yapma amaçlı teknolojiyle lastik icadı gerçekleşmiştir. Bu dönemde gerçekleşen bir diğer önemli teknolojik buluş telekomünikasyon alanında olmuştur. Sir William Fothergill Cooke, Charles Wheatstone ve Sir James Anderson telgraf teknolojisi kullanılmaya başlanmıştır ve o dönemde Alexander GrahamBell asla unutulmayacak telefon müjdesiyle gelmiştir. Ancak o zaman telefon sadece iş amaçlı kullanılmıştır. Telekomünikasyondaki bu gelişmeler iletişim sanatını sonsuza dek değiştirmiştir. Tüm bu gelişmeler sadece iş dünyasında yardımcı olmakla kalmayıp aynı zamanda insanların günlük yaşamını da etkilemiştir (Robert vd.,1995, 16-18-22).

### 3.3. ENDÜSTRİ 3.0

Birinci ve ikinci endüstri devriminde yaşanan gelişmeler; buhar gücünün kullanılması ve bununla beraber tekstildeki gelişmeler, elektriğin kullanılması ve seri üretim bu iki devrimin en büyük gelişmeleri olmuştur. Üçüncü endüstri devrimi bu yeniliklere nazaran iletişim sektöründeki gelişmelerle dijital motor, bilgisayar, otomasyon teknolojisi, yenilenebilir enerjiden ve üç boyutlu yazıcılar ile seviye atlamıştır.

Üçüncü Endüstri Devrimi 1940'lı yıllarda başladığı varsayılmaktadır. Dünyada gerçekleşen savaşların etkisiyle üçüncü endüstri devrimi daha geç gerçekleşmiş ve gelişmeler 2010'lu yıllara kadar devam etmiştir. Devrimin başlangıcı John Bardeen, vd. tarafından modern bilgisayarların ve diğer dijital çözümlerin temel yapı taşı "transistörün" icat edilmesi olmuştur. Bu icadın gerçekleşmesiyle 1950'li ve 1960'lı yıllar da birçok kurum ve organizasyon, bilgisayarı bünyesine dahil etmiştir (Sedefçi, 2018: 9).

1969'da Modicon otomasyon sistemlerinin dijital olarak programlanmasını sağlayan ilk programlanabilir mantık denetleyicisini (PLC) sunmuştur. Programlama paradigması hala günümüzün modern otomasyon sistemi mühendisliğini yönetmektedir ve oldukça esnek ve verimli otomasyon sistemleridir (Drath ve Horch, 2014: 1-2).

Üçüncü Endüstri Devriminde bir diğer büyük gelişmelerden bir tanesi bugün bildiğimiz internet, 1950'lerde bir fikir olarak ortaya çıkmıştır ve 21. yüzyılın başlarına kadar uzanan dönüm noktalarına odaklanmaktadır. Bugün tanık olduğumuz çeşitli ve karmaşık sosyal ve teknolojik dönüşümlerin, ABD Savunma Bakanlığı Gelişmiş Araştırma Projeleri Ajansı'ndan araştırma bursları ile internetin geliştirilmesinde uzanmaktadır. Elektrik tesisinin tahrip olması durumunda uzak yerler arasındaki iletişimi sürdürmek istenmiştir. Bu istekle beraber internet, Amerikan araştırma birimlerinde, üniversitelerde ve en ileri seviyedeki araştırmalara ilgi duyan telekomünikasyon şirketlerinde tasarlanmış ve uygulamaya koyulmuştur. Böylece 60'lı ve 70'li yıllarda büyüyen ve gelişerek “paket değiştirme” ile bilgi ileten bir bilgisayar ağı haline gelmiştir. Bilgisayar ağı 1990'lı yıllara dek Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen ve daha sonra birkaç yıl içinde etkileyici bir hızla ilerlemiş, küresel olarak genişleyen, açık dağıtık ve çok platformlu bir ağ haline gelmiştir (Cohen-Almagor, 2011: 46).

Günümüzde hayatımızın ayrılmaz bir parçası olan cep telefonu, üçüncü endüstri devriminde yer edinmiştir. Aslında kamusal cep telefonu geçmişi, 1940'larda II. Dünya Savaşı'ndan sonra başlamaktadır. İlkel mobil telefonlar, savaştan önce var olmasına rağmen, bunlar, hükümet ya da sanayi tarafından kullanılan, telsiz telefon şebekesine elle yapılan yamalar ile kullanılan iki yönlü telsizleri özel olarak dönüştürülmüştür. Posta, Telefon ve Telgraf idareleri, BK'lar ve özel telefon şirketleri ilk önce sabit hatlı telefon ve hizmetler sağlamaya odaklanmıştır. Ve Amerika'nın Bell Telephone Laboratories'in kullanacak çok sayıda radyo mühendisi ve bilim insanının olması avantaj sağlamıştır. Bununla birlikte 17 Haziran 1946'da ilk Amerikan ticari mobil telsiz telefon hizmeti vermeye başlamıştır. 30 yılın aşkın bir süre sonra taksi şirketleri, yardımcı filolar ve emniyet müdürlüğü için radyo sistemleri üzerine çalışan Motorola 1973 yılında radyo sistemi için patent başvurusunda bulunmuştur. Yine aynı dönemde ilk

prototip cep telefonu ve baz istasyonu tamamladıktan sonra Dr. Martin Cooper ilk görüşmesini rakibi ile gerçekleştirerek ilk cep telefonu başarısına imza atmıştır (Farley, 2005: 22-26).

Sanayi devrimlerinde yaşanan gelişmelerin göz ardı edilemeyen olumsuz sonuçları da olmuştur. İlk iki sanayi devrimine bakıldığında dünya kaynaklarının hızla azaldığı, doğal yaşam çevresinde olumsuz niteliklerin oluştuğu ve dünya genelinde yaşamın sürdürülebilirliğinin zorlaştığı fark edilmiştir (Krahn, Graham, 1993). Kirlilik yaratan sanayileşmeyi azaltabilmek için yenilenebilir enerji kaynakları üzerine çalışma yapılması ve enerji tüketiminin teknolojik gelişmelerle azaltılması üçüncü endüstri devriminin diğer ismiyle endüstri 3.0'ın ortaya çıkışını etkileyen bir diğer etken olmuştur (Wigand, Picot, Reichwald, 1997). Çünkü yenilenebilir enerjiler ve enerji verimliliğindeki bir artış iklim korumasına çok önemli katkılar sağlamaktadır. Aynı zamanda, pahalı enerji ithalatı yerine koyma ve uygun fiyata enerji sağlama imkânı sunmaktadır. Yenilenebilir enerjiler ve enerji verimliliğinin sıkı bir şekilde teşvik edilmesi ve fosil enerjilerin dış kaynaklı zararlardan tahsil edilmesi durumunda, muhtemelen bir emisyon ticaret sistemi, yeni verimli ve yenilenebilir teknolojiler lehine öğrenme etkileri ve ölçek ekonomileri, bu teknolojiler geliştirilecektir. Bu yenilikler buna bağlı olarak göreceli iklim rahatlama potansiyelini artıracaktır (Janicke ve Jacob, 2009: 19).

Buraya kadar bahsedilen ilk üç endüstri devriminde yaşanan gelişmeler; kullanılan hammadde ve teknoloji, enerji kaynağı, ulaşım ve iletişim ve de endüstri devrimlerinin hangi ülkede gerçekleştiğidir.

Endüstri devrimleri bir sonrakine katkıda bulunarak ilerlemiştir. İlk endüstri devrimi su ve buhar gücüyle mekanizasyona, ikinci endüstri devrimi elektrik kullanan seri üretim-montaj hatlarına ve üçüncü devrimde bilgisayarların ve otomasyonun benimsenmesiyle gelişme kat etmiştir. Üçüncü devrimdeki yaşanan gelişmeleri dördüncü devrimin ele almasıyla veri işlenmesi, makine öğrenimi ile beslenen akıllı ve özerk sistemlerle gelişmesiyle bir sonraki devrimin Endüstri 4.0 olduğu anlamı taşımaktadır (<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4->

0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#2d8b08529788 Erişim Tarihi: 24.06.2019). Burada bahsedilen veri işleme daha önce kullanılmadığı anlamını taşımamaktadır çünkü yıllardır veri toplanmaktadır. Ancak bunun farkı sadece mevcut verilerin hacmi ve hepsini ele almak için sahip olunan yeni yöntemlerdir dolayısıyla yeni teknolojilerdir. Siber Fiziksel Sistemler ve Bulut Teknolojili süreçlerle Nesnelere İnterneti, verileri daha önce mümkün olmayan yollarla toplamaya ve yorumlamaya olanak tanımakta ve bu teknolojilerin etkisi üretimin her alanında, üretimden bakıma, pazarlamaya ve hatta daha sonra nihai ürünlere kadar hissedilmesi öngörülmektedir. Örnekle açıklamak gerekirse, bir CNC makinesinin büyük ölçüde otomatik olmasına rağmen, yine de bir insan kontrol ünitesinden gelen girdilere ihtiyacı vardır. Dolayısıyla süreç verilere göre değil insan girdisine göre otomatikleştirilmiştir. Endüstri 4.0'ın farkı yeni teknolojilerin faaliyete geçmesiyle, örnekteki aynı CNC makinesi yalnızca ayarlanan programlama parametrelerini takip etmekle kalmayarak, aynı zamanda üretim süreçlerini kolaylaştırmak için veri kullanmaktadır. Bakım açısından sensörler aracılığıyla çok fazla veri toplanabileceği ve tamirat ve bakım ile ilgili kararların alınmasında kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Tahmini bakım sistemleri, arızasının ne zaman gerçekleşebileceğini belirlemek ve önleyici tedbirler almak için makine öğrenmesini uygulamaya başlaması ifade edilmektedir (<https://www.onupkeep.com/qa/predictive-maintenance/difference-between-industry-3-0-and-industry-4-0/> Erişim Tarihi: 24.06.2019).

Dördüncü Endüstri Devrimi olana isimlendirilen Endüstri 4.0'a ilişkin detaylı açıklamalar ve teknolojileri (paradigmaları) aşağıdaki başlıkta yer almaktadır:

#### 3.4. ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0 Almanya'da doğup filizlenmiş ve şu anda da yavaş yavaş dünyaya yayılmaya başlamıştır. İlk olarak 2011 yılında Almanya Eğitim Araştırma Bakanlığı ülkenin güncel durumunu değerlendirerek gelecekle ilgili geliştirici ve kalkınmaya katkı sağlayacaklarını düşündükleri 10 tane proje oluşturmuş ve bu projeler "Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020'nin Gelecek Projeleri" adı altında yayınlanmıştır ve bunlardan bir tanesi de Endüstri 4.0'dır (Fang, 2016).



Sektörle ilgili hemen hemen her fuar, konferans veya diğer proje çalışmalarında Endüstri 4.0 tartışılmaktadır. 2011'de Hannover Fuarı'nda ilk kez tartışıldığında konu gündemde yer edinmiştir. Diğer yandan Endüstri 4.0 hit mi yoksa aldatmaca-uyduruk mu sorusunu akla getirmiştir. Nitekim Alman Hükümeti, küresel Alman üretim sınırını daha da sağlamlaştırmak ve desteklemek amacıyla Endüstri 4.0'ı ülke stratejisi olarak belirlemiş ve devlet tarafından 200 Milyon Euro fonla desteklemiştir (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2147, Drath ve Horch, 2014: 1)

Endüstri 4.0 bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve endüstriyel teknolojinin entegrasyonuna dayanmaktadır. Üretimin daha dijital, bilgi odaklı, özelleştirilmiş ve çevreci olmasını sağlamak amacıyla kurulan dijital ve akıllı fabrika, Siber Fiziksel Sistemlere (CPS) bağlıdır. Endüstri 4.0'ın amacı ise üretim sürecinde yer alan insanlar, ürünler ve cihazlar arasında anlık etkileşimlere olanak sağlayan, kişiselleştirilmiş ve dijital ürün ve hizmetlerin oldukça esnek bir üretim modelini oluşturmaktır. Bu sayede endüstriyel üretkenliğin %30 artacağını Almanya Elektrik Endüstrisi Birliği öne sürmektedir (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2147). Gelişmiş analitik, bulut bilişim ve Siber Fiziksel Sistemler (CPS) çerçevesinin ortaya çıkmasıyla gelecekteki Endüstri 4.0, makinelerin kendini tanımlarını sağlayan ve potansiyel performans sorunlarını aktif olarak önleyen bir bilgi sistemi elde edebilecektir. Kendi kendini tanıyan ve kendi kendine bakım yapan bir makine sistemi, kendi çalışma durumunu ve arızasını kendi kendine değerlendirebilen ve olası sorunları önlemek için akıllı bakım kararları için diğer makinelere gelen benzer bilgileri daha fazla kullanabilen bir sistem olacaktır (Lee vd., 2014: 5).

Bilginin merkezi dönüştürme aracı olarak gücünü ve toplumsal konumunu gittikçe arttırdığı günümüzde, toplumlar zorunlu bir dönüşüm dalgasının nesnesi haline gelmektedir. Polanyi'nin teknolojik devrim için kullandığı ve sanayi devriminin yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulayan “on dokuzuncu yüzyıl uygarlığı çöktü” metaforu günümüzde yaşanan değişimler ışığında yirminci yüzyıl uygarlığının da çökmenin eşiğinde olduğu şartlar için yeniden kullanılabilir (Yazıcı ve Düzgaya, 2016: 50)

Bilgi teknolojilerinin gelişmesi öncülüğünde başlayan ve gün geçtikçe toplumsal, ekonomik ve siyasal ilişkileri daha da çok etkileyen yeni bir endüstri çağının (Endüstri 4.0) eşiğinde durulmaktadır. Daha önceki endüstri devrimlerini çağdaşlarına göre oldukça geç ve sorunlu bir şekilde yakalayan ülkemizin, yeni devrimsel süreci daha yakından incelemesi ve bu devrimin getirdiği yeniliklere uyum sağlaması bir zorunluluk olarak karşımızda durmaktadır (Yazıcı ve Düzkaya, 2016: 52-53). Klaus Schwab'ın ifadesiyle “hangi endüstri alanında olursak olalım teknolojik yenilikler ile bir araya gelen bilginin kullanılması sonucu ortaya çıkan dijitalleşme, şirketlerin geleceği için bir tercihten ziyade mecburiyete dönüşmektedir”. İstisnasız bütün sektörler ve şirketler için asıl soru, “Bozucu etkilere ben de hedef olacak mıyım?” sorusu değil ”Bozulma ne zaman gelecek, hangi biçimi alacak ve beni ve kuruluşumu nasıl etkileyecek” sorusudur. Dolayısıyla Teknolojik gelişmelerin yeniden şekillendirdiği ilişkiler bütünü “kabul et ve birlikte yaşa” ile “reddet ve onusuz yaşa arasındaki ikili bir tercih olarak görmek yerine, değişimin yönünü, hızını ve getirdiklerini anlamamız gerekmektedir (Schwab, 2016: 22).

Endüstri 4.0 kavramı kökeni Almanya olan, Almanca terimden (Endüstri 4.0) türetilmiştir. Endüstri devrimlerinin arasında Dördüncü Endüstri Devrimi olarak kabul edilen Endüstri 4.0 kavramı Almanya’da “Endüstri 4.0”, “Amerika’da Endüstriyel İnternet” ve Çin’de “İnternet+(Plus)” olarak adlandırılmaktadır. Siber Fiziksel Üretim Sistemlerinin (CPPS), yani imalat / üretim alanında uygulanan Siber Fiziksel Sistemlerin eş anlamlısı olarak da kullanılmaktadır (Vogel-Heuser ve Hess, 2016: 411). Endüstri 4.0, başlangıçta 2011 yılında Alman ekonomisinin gelişmesi için önerilmiştir (Lu, 2017: 1). Ayrıca her örgütün gelecekte rekabetçi ortamda ayakta kalması için önemli bir strateji olarak görülmektedir. Endüstriyel şirketler şu anda ürünlerin bireyselleştirilmesinin artması, kaynak verimliliğinin artırılması ve pazara girme süresinin kısaltılması gibi zorlukların üstesinden gelmek için endüstri 4.0 terimi üzerinde durmaktadırlar (Rennung, Luminosu ve Draghici, 2016: 373).

Endüstri 4.0 karmaşık, fiziksel makine ve cihazların, ticari ve toplumsal sonuçları daha iyi tahmin etmek, kontrol etmek ve planlamak için kullanılan ağa bağlı

sensörler ve yazılımlarla entegrasyonudur veya ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi seviyesi olarak tanımlanabilir (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 470). Endüstri 4.0'ı farklı bakış açılarından incelediğimizde (Lu, 2017: 2);

- Konsorsiyum II, Fact Sheet'e göre; “daha iyi iş ve sosyal sonuçları öngörmek, kontrol etmek ve planlamak için kullanılan karmaşık fiziksel makine ve cihazların ağ bağlantılı sensörler ve yazılımlarla entegrasyonu”,
- Johannes'a göre Endüstri 4.0; “ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi”,
- Hermann göre Endüstri 4.0; “değer zinciri organizasyonu teknolojileri ve teknolojileri için ortak bir terim” şeklinde ifade edildiği görülmektedir.

Endüstri 4.0, fabrikalardaki üretimi sensörler, aktörler ve özerk sistemler ile donatarak daha akıllı, esnek ve dinamik hale getirecektir. Buna bağlı olarak, makine ve ekipman yüksek düzeyde optimizasyon ve otomasyona ulaşacaktır. Ek olarak, üretim süreci beklendiği gibi ürünlerin daha karmaşık ve nitelikli standartlarını ve gereksinimlerini karşılama kapasitesine sahip olacaktır (Roblek, Mesko ve Krapez, 2016: 4).

Endüstri 4.0 üretimle direkt ya da dolaylı olarak ilişkili olan bütün birimlerin birbiri ile ortak çalışmasını planlanmakta, dijital verilerin yazılımın ve bilişim teknolojilerinin birbiri ile entegre olarak çalışmasını öngörmektedir (Schuh vd., 2014: 1). Bir diğer ifadeyle Endüstri 4.0; endüstriyel üretim sürecinde yer alan tüm birimlerin birbiriyle iletişimine, bütün ilgili verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılabilmesine ve bu veriler sayesinde mümkün olan en fazla katma değer sağlanmasına dayanmaktadır (Brettel vd., 2014: 38 ).

Endüstri 4.0 ile talepten ürün/hizmet geliştirmeye, hammaddenin tedarik edilmesinden üretime, üretimden ürünün pazara ulaştırılmasına kadar olan bütün süreç insan, makine ve bilgi teknolojilerinin birbirine bağlı olduğu, karar mekanizmasının çoğu zaman makinelerle bırakılarak özerkleştiği ve müşterinin bireysel tercihlerinin

üretim her aşamasında etkileyebildiği bir mükemmelliği hedeflemektedir (TOBB, 2016: 22).

Endüstri 4.0'ın hedefleri, daha yüksek düzeyde bir otomatizasyonun yanı sıra, daha yüksek düzeyde operasyonel verimlilik ve üretkenlik elde etmektir. Roblek ve diğ. ve Posada ve diğ. göre Endüstri 4.0'ın;“dijitalleştirme, optimizasyon ve üretimin özelleştirilmesi”, “otomasyon ve adaptasyon”, “insan makine etkileşimi (HMI)”,“değerli hizmetler ve işletmeler” ile “otomatik veri değişimi ve iletişim” olmak üzere beş ana özelliğinin olduğunu belirtmiştir. Bu özellikler sadece internet teknolojileri ve gelişmiş algoritmalar ile yakından ilişkili olmakla kalmamakta, aynı zamanda Endüstri 4.0'ın endüstriyel bir değer katma ve bilgi yönetimi süreci olduğunu göstermektedir (Lu, 2017: 1).

Endüstri 4.0 akıllı siber-fiziksel sistemler ile kurulan akıllı fabrikaların bir vizyonudur. Kendi kendini yapılandırma, kendi kendini izleme-denetleme ve kendi kendini iyileştirme gibi özerk özelliklere sahip akıllı sistemler tarafından üretilen üretim ekosistemlerini sağlayacaktır. Endüstri 4.0, daha önce görülmemiş seviyelerde operasyonel verimlilik elde etmemize ve bu verimlilikle hızlı büyümemize olanak sağlayacaktır. (Thames ve Schaefer, 2016: 13). Nesnelere yerleştirilen sensörler sayesinde yapılan analiz, onların sürekli izlenmesini ve ön bakımlarının yapılmasını mümkün kılmaktadır. Böylece azami ölçüde yararlanmak mümkün hale gelmektedir. Analiz artık belli hataları bulmakla ilgili olmaktan çıkmış, daha çok bir teçhizat parçasının performans kıstaslarının kullanılmasıyla ilgili hale gelmiştir. Örneğin uçaklarda hava kontrol merkezleri belli bir uçaktaki bir motorun bir hata geliştirmekte olduğunu daha pilot farkında varmadan saptayabilmektedir. Böylece pilotu ne yapması gerektiği konusunda yönlendirebiliyor ve varış yerindeki bakım ekini önceden harekete geçirebiliyor. Bakıma ek olarak, belli bir nesnenin performansını tahmin etme yeteneği yeni iş modellerinin oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Nesne performansı zaman içinde ölçülebiliyor ve izlenebiliyor. Böylece analitik operasyonel toleranslar konusunda bilgi sağlayıp ve şirketin ihtiyaçlarının merkezinde olmayan ya da stratejik önem taşımayan ürünlerin dışarıdan temin edilmesi için bir temel sunmaktadır (Schwab, 2016: 64-65).

Endüstri 4.0 ile endüstriyel üretim daha karmaşık oldukça ve bilgi arttıkça, çok fazla veri ortaya çıkmaktadır. Heterojen verilerin dezavantajı endüstriyel gelişmeyi engellemesidir. Bu nedenle, büyük veri yönetimi (veri işlemeciliği, veri sınıflandırması ve veri depolama) büyük bir zorluk haline gelmektedir. Bulut mimarisi, güvenlik ve güvenlik yapılarına bağlı olarak verileri analiz etmek için kullanılabilir. Çünkü siber saldırılar bilgi çalmak için büyük tehdit oluşturmaktadır. Bulut teknoloji kullanırken bu sistemlerin güvenliklerinin sağlanması için çalışmaların oldukça dikkatli, açık vermeden yapılması işletme açısından büyük önem arz etmektedir. Aksi takdirde işletme siber saldırıya uğraması halinde söz konusu gizli bilgilerin neredeyse tamamı tehlike halindedir (Miskuf, Zolotova: 2016: 1-3).

Endüstri 4.0 bazen “Dördüncü Endüstri Devrimi” olarak nitelendirilmektedir ve siber-fiziksel sistemler ile kurulan akıllı fabrikaların bir vizyonudur. Kendi kendini yapılandırma, kendi kendini izleme ve kendi kendini iyileştirme gibi özerk özelliklere sahip akıllı sistemler tarafından üretilen üretim ekosistemlerini sağlaması öngörülmektedir. Endüstri 4.0, daha önce görülmemiş seviyelerde operasyonel verimlilik elde etmemize ve verimlilikte hızlı büyümemize olanak sağlayacaktır. Makine-insana işbirliği ve sembiyotik (karşılıklı birbirini kullanması) ürün gerçekleştirme etrafında dönen yeni tip ileri imalat ve endüstriyel süreçler ortaya çıkacaktır.

#### **4. ENDÜSTRİ 4.0'IN PARADİGMALARI**

Endüstri 4.0 sayısız teknolojiyi ve ilişkili paradigmaları içermektedir. Ortaya çıkan bu paradigmalardan bazıları; Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti, Bulut Teknoloji, Büyük Veri, Radyo Frekansı Tanımlama, Otonom Robotlar, Simülasyon, Sistem Entegrasyon, Kurumsal Kaynak Planlaması, Üç Boyutlu Yazıcılar, Akıllı Fabrika, Akıllı Ürün ve daha fazlasını saymak mümkündür (Thames ve Schaefer, 2016: 13). Ancak tezin ilerleyen sayfalarında bu paradigmalardan Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti, Bulut Teknoloji, Büyük Veri ve Akıllı Fabrikalardan bahsedilmiştir. Söz konusu çalışma Endüstri 4.0'ın Etkilerini araştırma olduğundan bir üretim işletmesinde olmazsa olan insan olgusu yerini siber fiziksel sistemlere

bırakmaktadır. Dolayısıyla sanal ve fiziksel dünyayı birleştirmekten bahseden Siber Fiziksel Sistemler birbirleri ile internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ; gerçek dünyadaki nesnelerin ve davranışların bilgisayar ortamında simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortamdır. "Nesnelerin İnterneti" ile birlikte çok geniş bir iletişim ağı yaratan ve böylece gerçek ve sanal dünyalar arasındaki sınırı kaldırmaya yönelik Siber-Fiziksel Sistemler, Endüstri 4.0'ın temelindeki güçlerden birini oluşturmaktadır (<https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/> Erişim Tarihi: 23.06.2019). Ayrıca yaşanan bu gelişmelerle birlikte veriler hızla arttıkça veri işleme gittikçe zorlaşmakta ve sınırların dışına çıkmaya ihtiyaç duymaktadır. Çok büyük miktarda veri günlük olarak üretilmekte ve toplanmaktadır; bunların işleme ve analizleri geleneksel araçların yeteneklerinin çok ötesindedir (Witkowski, 2017: 767). Geleneksel veri tabanı teknolojisi, büyük veri toplama işleminin toplanması, depolanması, yönetimi ve analizini tamamlamada zorluk çekmektedir. Dolayısıyla üretimde gerçekleşen bu veri depolama ve veri işleme için Bulut Teknoloji ve Büyük Veri önem arz etmektedir. Buna istinaden söz konusu başlıklar ve detaylar aşağıda özetlenmiştir:

#### 4.1. SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER (CPS)

Siber Fiziksel Sistemler kavramı ilk olarak 2006 yılında sanal dünyanın ve fiziksel dünyanın CPS ile birleştirilebileceği konseptini tanıtan Dr. James Truchard tarafından tanımlanmıştır. Aslında bir CPS; entegre bir bilgisayar, ağ iletişimi ve kontrol sistemidir. Endüstri 4.0, bir Siber Fiziksel Üretim Sistemi(CPPS) oluşturmak için CPS teknolojisini kullanır. Akıllı bir fabrika ekipmanının daha akıllı olmasını sağlamak için sanal alanı fiziksel dünyayla birleştirir, böylece akıllı üretimi mümkün kılan daha iyi üretim koşulları yaratmaktadır (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2149).

Shafiq vd., göre CPS; “makinelerini, depolama sistemlerini ve üretim tesislerini içeren işler için küresel ağlar kurarak fiziksel ve dijital dünyaların birleşmesi” olarak tanımlamaktadır. Monostori vd., göre ise, “CPS, fiziksel dünya ve devam eden süreçleri ile yoğun bir şekilde bağlantılı olan ve aynı zamanda internette mevcut olan veri erişim

ve veri işleme hizmetlerini sağlayan ve kullanan, işbirliğine dayalı hesaplama varlıklarının sistemleridir” (Lu, 2017: 4).

CPS bilgi ve malzemeleri herhangi bir merkezi yönetime bağlı olmadan tamamen kendi bağımsızlığı ile bir araya getirdiği için endüstriyel performansın iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. CPS, verilerin analizi ile verimliliği artırabilir, büyümeyi destekleyebilir, iş gücü performansını değiştirebilir ve düşük maliyetli yüksek kaliteli ürünler üretebilir (Lu, 2017: 4).

Karmaşık, dinamik ve entegre bir yapı olan CPS, üretim sürecinde planlama, analiz, modelleme, tasarım, uygulama ve bakım ile ilgili, söz konusu tüm üretim süreci evresi tamamen bağımsız bir şekilde birbiriyle işbirliği içindedir (Lasi vd.,2014: 241-242).

#### 4.2. NESNELERİN İNTERNETİ (IOT)

Nesnelerin interneti fikri ilk olarak Xerox Palo Alto Araştırma Merkezi uzmanlarından olan Mark Weiser tarafından yazdığı makale ile gündeme gelmiştir. Fakat bu fikir İngiliz girişimci Kevin Ashton tarafından 1999 yılında formüle edilmiştir. Ağ iletişimi teknolojisinin gelişmesiyle nesnelerin interneti (IoT) olarak ortaya çıkan sanal dünya ile fiziksel dünyayı harmanlamakta ve nesnelerin birbirleriyle “konuşabilecekleri” görüşü yer almaktadır. IoT, radyo frekansı tanımlama (RFID) cihazları, kızılötesi sensörler, global konumlandırma sistemleri, lazer tarayıcılar ve diğer bilgi algılama cihazları ve diğer nesneleri içermektedir (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2149). Kevin Ashton tarafından geliştirilen nesnelerin interneti, ortalama on yıl sonrasında internete bağlanan cihazların sayısının dünyada yaşayan insan sayısını geçmiştir. Cisco'ya göre bu durum daha çok “Her Şeyin İnterneti” olarak adlandırılan “Nesnelerin İnterneti” nin gerçek doğuşudur (Witkowski, 2017: 766).

IoT'un gelişimi, Endüstri 4.0'ın gelişimi ile ilişkilidir. IoT, yeni sanayi devriminin eğilimi ve yönüdür. İnsanları ve makineleri birbirine bağlayan IoT, kurumlar ve içerideki kuruluşlar arasındaki bilgileri aktarmasını ve bütünleştirmesini

sağlayacaktır. Buna bağlı olarak IoT ve Endüstri 4.0 müşteriler, üreticiler ve tedarikçiler arasındaki ilişkiyi değiştirecektir. Üretici kararları, üreticiler ve perakendeciler tarafından yönetilmeyecek, bunun yerine IoT ve Industry 4.0 müşterileri kalite ve ürünlerin özelleştirilmesiyle ilgili kararlara daha fazla dahil edilmiş olacaktır. Söz konusu özel ve kişiselleştirilmiş ürünleri tüketiciler web sayfaları üzerinden taleplerini iletme imkânına sahip olacaktır. Daha sonra web sunucuları kablolu veya kablosuz ağlar üzerinden endüstriyel bulut sistem ve tesislere veri ileterek süreç ilerleyecektir. Alınan verilere dayanarak, üretici, ürünleri verimli bir şekilde üretmek için tasarımı birleştirecek ve üretim sürecini optimize edecek, yönetecek ve izleyecektir. Kendi kendini geliştirme ve özerk karar verme mekanizmalarının yardımıyla, makine ve ekipman performansı geliştirmek için daha fazla olgu benimseyecektir (Lu, 2017: 6-7).

#### 4.3. BULUT TEKNOLOJİ (CLOUD)

Bulut teknoloji, bilgi işlem hizmetleri sunmak için ortaya çıkan yeni bir bilgi işlem paradigmasıdır. Yaklaşım, İnternet, sanallaştırma ve grid hesaplama gibi mevcut teknolojilere dayanmaktadır. (Grid hesaplama, tek bir problemi -genellikle büyük miktarda bilgisayar işlem gücü gerektiren- çözmek için bir şebekeye bağlı olan birçok bilgisayarın hesaplama gücünü birleştirmek için yazılımın kullanılmasıdır) Bununla birlikte, bu kullanılan kadar ödeme imkânının sunulması, mevcut bilgi işlem hizmet yöntemleriyle karşılaştırıldığında bu bilgisayar hizmeti yaklaşımını benzersiz kılmaktadır (Sultan, 2011: 272).

Bulut teknolojinin kökleri 1960'lı yıllara dayanmaktadır ama uygulama bazında ilk kez 1990'lı yıllardır. Bulut sözcüğü, bilgisayar programı veya verileri içeren dosyaların sağlandığı konuma işaret etmektedir. Bulut teknoloji bir kaynaktaki yazılım ve bilgilerin paylaşımı sağlanarak bilgisayar veya benzeri aygıtlardan elektrik iletim ve dağıtım sistemlerine benzer bir biçimde internet üzerinden kullanılmaktadır. Bulut teknoloji temellerini bilgisayar ağlarını oluşturma yaklaşımıyla atmaya başlamıştır. Sunucu (server) olarak adlandırılan merkezi bir bilgisayar etrafında ona bağlı olarak çalışan istemci (client) bilgisayarların öngörülmeyle başlamasıyla bulut teknoloji de



gelişmeye başlamıştır. Bulut teknoloji internet tabanlı bir bilgi işlem yaklaşımı olduğundan internet ağına bağlı olarak bulunan büyük bilgisayarlar ve yazılımlar, yapılan işlemlerin bu büyük ağ üzerinden paylaşılarak yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca bulut teknoloji ile yapılan işlemler dünyanın farklı noktalarında bulunan değişik sunucular üzerinde gerçekleşmekte ve sonuçlar bilgisayara iletilmektedir. Karşıda tek bir bilgisayar görülmesine rağmen arka tarafta dev bir bilgisayar ve diğer ilgili donanımda oluşan bir orman “bir bulut” vardır (Banger, 2018: 57-58-60).

Grosman’a göre Bulut teknolojinin henüz standart bir tanımı yapılamamıştır, ancak;“ dağıtılmış bilgisayarların, bulutlarının veya kümelerinin, genellikle bir veri merkezi ölçeğine ve güvenilirliğine sahip bir ağ üzerinden isteğe bağlı kaynaklar ve hizmetler sağlaması” şeklinde ifade etmektedir (2009: 23).

Bulut teknoloji bütün verileri hem saklayabilecek hem de işleyerek bilgiye dönüştürecek yazılımları uygun şartlarda çalıştırabilecek, cihazların maliyetlerinin yüksek olması, ortak noktada çalışmak istenmesi ve işlemleri hızlı yapabilmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Türkoğlu, 2018: 16). Bulut teknoloji ile birlikte bilgisayar donanımı, yazılım ve hizmetlerine ilişkin olarak sermaye yatırımı ihtiyacını ortadan kaldırarak bunun yerine kullanılan altyapıya, kullanım miktarına ve süresine bağlı olarak hizmet bedeli ödenmektedir. Banger’in benzetmesiyle elektrik veya su aboneliği, kablo tv kullanımı gibidir (2018: 59).

Bulut Teknolojiyi günümüzde Amazon, Google, IBM, Microsoft, Salesforce, Walmart, Facebook gibi kuruluşlar farklı ihtiyaçlarına yönelik bulut teknoloji ürünlerini bünyelerinde kullanmaktadır.

#### 4.4. BÜYÜK VERİ (BIG DATA)

Öngörülü üretim sisteminin kavramsal çerçevesi, izlenen varlıkların veri edinimi ile başlar. Uygun sensör kurulumları kullanılarak, titreşim, basınç vb. çeşitli sinyaller çıkarılabilir. Ek olarak, daha fazla veri işlemeciliği için geçmiş veriler toplanabilir. MTConnect ve OPC gibi iletişim protokolleri, kullanıcıların denetleyici sinyallerini

kaydetmelerine yardımcı olabilir. Tüm veriler bir araya getirildiğinde, bu birleştirmeye “Büyük Veri” adı verilir (Lee,Kao ve Yang, 2014: 4-5).

Günümüzde, internetin hızlı bir şekilde gelişmesiyle, çok büyük miktarda bilgi günlük olarak üretilmekte ve toplanmaktadır; bunların işleme ve analizleri geleneksel araçların yeteneklerinin çok ötesindedir (Witkowski, 2017: 767). Geleneksel veri tabanı teknolojisi, büyük veri toplama işleminin toplanması, depolanması, yönetimi ve analizini tamamlamada zorluk çekmektedir. Yönetim açısından, üretim şirketlerinin, büyük miktarda yapılandırılmış veri ve ürün verileri, işletme verileri, değer zinciri verileri ve dış veriler gibi yapılandırılmamış verileri içeren geniş bir veri yelpazesini yönetmeleri gerekir. Üretim şirketlerinin birçok tüketicinin kişiselleştirilmiş verilerini Web'den anlık olarak elde etmeleri ve aynı zamanda daha fazla alakalı veri türü yönetmeleri gerekir. Büyük veri teknolojisi, derinlemesine anlayış sağlamak, ön görüde bulunabilmek, doğru karar verebilmek, keşifler yapmak ve çeşitli veri türlerinden hızlı bir şekilde değerli bilgiler elde etmek için yeni işlem modlarını kullanmaktadır. Gelecekteki sektörde, CPS içindeki atölye ekipmanları, sensör verilerini ve kurumsal bilgi sistemlerini entegre edecektir. Üretim sürecini yönlendirecek kararları saklamak, analiz etmek ve oluşturmak için bir bulut bilişim veri merkezine büyük miktarlarda veri yüklenecektir ve bu sayede büyük veri ve büyük veri analizi, üretim şirketlerine süreçleri optimize etme, maliyetleri düşürme ve operasyonel verimliliği artırma gibi çeşitli avantajlar sağlayacaktır (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2147).

#### 4.5. AKILLI FABRİKALAR

Şimdiye kadar, Endüstri 4.0'ın değer zincirine uygulanmasında kullanılan paradigmanın genel çerçevesi çizilmiştir. CPS, IoT üzerinden iletişim kurduğundan bu kavramların birbiriyle yakından ilişkili olduğuna dikkat edilmelidir. Bu nedenle, insanların, makinelerin ve kaynakların birbirleriyle sosyal bir ağda iletişim kurduğu merkezi olmayan(özerk) bir üretim sistemi fikrine dayanan “akıllı fabrika” diye isimlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Ürünler, makine, nakliye sistemleri ve insanlar arasındaki yakın bağlantının ve iletişimin mevcut üretim mantığını değiştirmesi beklenmektedir. Bu nedenle akıllı fabrikalar, Endüstri 4.0'ın bir başka önemli özelliği

olarak görülmektedir. Akıllı fabrikada, ürünler üretim süreçleri boyunca kendi yollarını bağımsız olarak bulur ve her zaman kolaylıkla tanımlanabilir ve bulunabilir niteliktedirler. Akıllı fabrikalar üretim süreçlerinin artan karmaşıklığını, orada çalışan insanlar için yönetilebilir hale getirerek ve üretimin aynı anda çekici, kentsel çevrede sürdürülebilir ve karlı olmasını sağlamaktadır (Hoffman ve Rüşch, 2017: 25).

Akıllı fabrikalarda üretim kaynakları (sensörler, aktüatörler, makineler, robotlar, konveyörler, vb.) sadece otomatik olarak bilgi alışverişinde bulunmayacak aynı zamanda üretim sürecini kontrol etmek ve fabrika sistemini yönetmek için makineleri öngörmek ve bakım yapacak kadar bilinçli ve akıllı olacaklardır. Buna ek olarak, ürün tasarımı, üretim planlaması, üretim mühendisliği, üretim ve servisler gibi pek çok üretim süreci, modüler olarak simüle edilecektir. Ayrıca, bu süreçler sadece bir merkezileştirilmemiş sistem tarafından komuta edilmeyecek aynı zamanda birbirine bağımlı bir şekilde kontrol edildiği anlamına gelen uçtan uca sistemiyle birbirine bağlanacaktır (Qin vd., 2016: 174).

Akıllı fabrikada dijitalliğin artması bir yana çevreci yönü de ön plana çıkıp bir enerji tedarikçisi ve tüketicisi haline gelecektir. Akıllı şebekenin yanı sıra akıllı fabrikanın enerji yönetim sistemi, enerji arzının ve geribildirimlerinin dinamik gereksinimlerini karşılayabilmelidir. Akıllı fabrika içerisindeki değer yaratma modülleri için temiz su temini, aynı zamanda yeterli ve bozulmamış bir su deposu gerektiren önemli bir kaynak akışıdır. Ayrıca akıllı lojistik ile fabrikalardan fabrikalara gelen ve giden lojistik, trafikte veya havada meydana gelen değişiklikler gibi öngörülemeyen olaylara karşı tepki gösterebilen ve başlangıçtan başlayarak otonom bir biçimde çalışabilen ulaşım araçlarına ile karakterize edilmektedir (Stock ve Seliger, 2016: 538).

Akıllı fabrikada üretimde elde edilen çıktı “Akıllı Ürün” (Smart Product) olarak nitelendirilmektedir. Akıllı ürünler fonksiyonel rehberliği müşterilere iletmek üzere bilgi ve bilgiyi taşıyan ve kullanım geribildirimlerini üretim sistemine ileten sensörler, bileşenler ve işlemcilerle donatılmıştır. Bu donatılar ürünlerin veya kullanıcıların durumunu ölçmek, bu bilgileri taşımak, ürünleri izlemek ve bilgilere bağlı olarak sonuçları analiz etmek, öngörü ve bakımı optimize etmek için ürün yardımcısı ürün

geliştiricisine tam bir üretim bilgi günlüğü oluşturmak gibi birçok işlevden oluşmaktadır. Müşteriler ayrıca Endüstri 4.0 altında birçok avantaja sahip olacağı öngörülmektedir. Müşterilere yeni bir satın alma yöntemi sağlanacaktır. Müşterilerin sadece bir tane olsa bile, ürünlerin fonksiyonu ne olursa olsun sipariş verme imkânına sahip olacaktır. Bununla birlikte ürüne ait sipariş ve fikir, son dakikada dahi, üretim sırasında, herhangi bir zamanda hiçbir ücret ödemediği değiştirilebilecektir. Öte yandan akıllı ürünlerden elde edilen fayda müşterinin sadece ürünün üretim bilgilerini bilmesini değil, aynı zamanda müşteri kendi davranışlarına bağlı olarak kullanım tavsiyesi alma olanağı olacaktır (Qin vd., 2016: 174).

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0'IN ETKİLERİ

#### 1. ENDÜSTRİ 4.0'IN GÜNLÜK YAŞAMDAKİ ETKİLERİ

Endüstri 4.0, yalnızca üretimdeki kaynak verimliliğinin potansiyel artışı veya büyük miktarda veri toplayan robotlar ile ilgili değildir. Bilimdeki sürekli ilerleme sayesinde, günlük olarak yeni trendlerin ve teknolojilerin geliştiği hızla gelişen bir dünyada yaşıyoruz. Bu teknolojiler günümüzde dikkat çekici konularındandır ancak 90'lı yılların sonlarından beri hayatımızın içindedir. 20 yıldan fazla olan bu süreçte iş ile ilgili birçok konu dijital ortama taşınmaya başlamıştır. Özellikle son yıllarda bu alanda çok fazla ilerleme kaydedilmiş ve insan ile etkileşiminin minimum düzeye getirilmesiyle Endüstri 4.0 gün yüzüne çıkmıştır. Dördüncü Endüstri Devrimi olduğu ifade edilen Endüstri 4.0, genel olarak toplumu, endüstriyi, eğitim, sağlık sadece hayallerimizle sınırla kalarak birçok farklı alanda etkisi olacağı tahmin edilmektedir. Bu başlıkta toplumun dolayısıyla insanların günlük hayatında yeni teknolojilerin nasıl etkilediği açıklanmaktadır. Bu etkiler ev hayatı, insan ilişkileri, ulaşım ve trafik, alışveriş olmak üzere dört başlık ile sınıflandırılarak aşağıda incelenmektedir (Auriga, 2016):

##### 1.1. EV HAYATINA ETKİSİ

Günümüzde şu an Endüstri 4.0 teknolojilerinden olan ancak farkında olmadan birçok teknolojik ürün kullanıyoruz. Telefon ve diğer cihazlarda fotoğraf, dosya vb. depolama için cloud (bulut teknoloji) kullanılmaktadır. Cd ya da flaş belleğe ihtiyaç duymadan daha hızlı işlem görülmektedir. Cd ve flaş bellek öncesinde ise disketler kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle söz konusu araç gitgide küçülmüş nihayetinde göremediğimiz bulut teknolojiye dönüşmüştür. Ev temizliğinde de yenilik meydana gelmiştir. Daha çok yabancı dizilerde gördüğümüz Roombalar artık ülkemize de gelmiştir. Her ne kadar yaygın olarak kullanılmasa da 2017 yılında yerli üretime geçiş sağlamıştır. Roomba ilk evrelerinde daha manuel olarak evi süpüren küçük yuvarlak bir robot süpürgeydi. Ancak artık Endüstri 4.0 Teknolojileriyle Roomba akıllı telefonla

evde olmadan tek tık ile çalışabilen, şarj ihtiyacı olduğunda kendi kendine haznesine ulaşabilen hatta toz haznesi dolduğunda haznesine giriş yaparak şarj doldurabilmektedir. Şarjı dolduktan sonra ise yeniden temizliğe devam edebilmektedir. Ayrıca evin tüm detaylarını kendi kendine öğrenmektedir. Bununla birlikte klimalarda eve gelmeden önce akıllı telefon yardımıyla klimanın açılması, Ikea'nın piyasaya yeni sürdüğü akıllı perde, hatta Çin'de giyilebilir klimanın duyurulması hayatımızı etkileyen/etkileyebilecek gelişmiş ürün ve hizmetlerdir.

## 1.2. ALIŞVERİŞE ETKİSİ

Ürünleri satın alma ve tüketme şeklimiz, büyük ölçüde daha geniş aralıklar ve tek tıklamayla alışveriş deneyimleri gibi seçenekler sayesinde değişmektedir. Uygun fiyatlı mobil teknoloji ve gelişmiş veri manipülasyonu miktarı katlanarak büyümekte ve gelecekte müşteriler daha geniş bir seçenek yelpazesi ve daha kişiselleştirilmiş ürünler talep etmesi tahmin edilmektedir. İki basit örnek ile düşündüğümüzde; birey yeni spor ayakkabıları satın almak istediğinde, anında internette sipariş verebilmektedir. Söz konusu spor ayakkabı aylar önce bir Asya ülkesinde üretilmiş ve satılmayı beklemektedir. Endüstri 4.0 döneminde ise birey hala internet üzerinden spor ayakkabıları arayabilmesinin yanı sıra, daha sonra bunları tamamen özelleştirebilirler ve özelleştirilmiş spor ayakkabıları siparişten iki gün içinde teslim edilmesi öngörülmektedir. Otomobil endüstrisi aynı şekilde ilerlemesi mümkündür. Endüstri 4.0 ile müşteri özelleştirilmiş arabasını bayide yapılandırmaya karar verdiğinde başlaması belirtilmektedir. Tüm araba parçaları bir çip ile etiketlenmiş olacak ve araba üretim Sistemleri tam olarak ne nerede üretilceği ve tüm üretim sürecini tüm taraflar için şeffaf hale getirmesi ifade edilmektedir(<https://piek.international/industry-4-0-and-its-influence-on-our-daily-lives/>).

## 1.3. İNSAN İLİŞKİLERİNE ETKİSİ

Dördüncü Endüstri Devrimi, nihayetinde sadece üretimi değil aynı zamanda bireyin kim olduğunu da değiştirmesi, birey kimliğini ve onunla ilişkili tüm konuları etkilemesi öngörülmektedir: “mahremiyet duygusu, mülkiyet anlayışı, tüketim düzeni,

çalışma ve boş zamana ayrılan zaman, kariyeri geliştirme, becerileri geliştirme, insanlarla tanışıp kurulan ilişkiler”. Bu listenin sonsuz olduğunu çünkü bunun sadece hayal gücüne bağlı olduğu belirtilmektedir. Nitekim Schwab, “teknolojinin hayatımıza elverişsiz bir şekilde entegrasyonunun insanda şefkat, işbirliği gibi insanın duygusal kapasitesini azaltıp azaltamayacağını merak ediyorum” şeklinde teknolojinin insan ilişkileri üzerinde etkisinden bahsetmektedir. Günümüzde akıllı telefonlarla olan ilişkimiz bu konuda bir örnektir: sürekli bağlantı, bizi yaşamın en önemli varlıklarından birini mahrum bırakarak, anlamlı konuşmayı duraklatma bunun açık göstergesidir (World Economic Forum, 2016).

#### 1.4. ULAŞIM VE TRAFİĞE ETKİSİ

Şehirleşmenin yoğun olduğu ABD, İngiltere ve Almanya’da yapılan çalışmada trafik tıkanıklığından dolayı ekonomik maliyetin 461 milyar dolar gibi yüksek sayılar olduğu belirtilmektedir. Başka bir deyişle, artan şehirleşmeyle birlikte trafik sıkışıklığının ekonomik maliyeti büyük bir sorundur. Birleşmiş Milletlerin yakın zamanda dünya nüfusunu 2050’de 9,8 milyar kişiye ulaşmasını öngördüğü için, insanları hareket ettirme mücadelesi daha da kötüleşecek ve önümüzdeki 3 yılda yaklaşık 2,2 milyar insan artması tahmin edilmektedir. Ayrıca, devam eden kitlesel bir kentleşme hareketi vardır ve daha çok insan kentsel alanlara şehirlere taşınmaktadır. Daha fazla insan şehirlerde toplandıkça, hali hazırda yaşanan ve kapasitelerine yakın olan mevcut şehir altyapıları, artan sayıda konut sakini için desteklemek için daha fazla güçle karşılaşmaktadır (Zhang, 2018).

Mevcut trafik yönetim sistemleri, gerçek zamanlı trafik koşullarına göre adapte olma yeteneklerine sahip değildir. Örneğin, trafik sinyalleri için geleneksel zamanlama sistemleri, geçmiş trafik verilerine dayanarak programlanır ve trafik kazaları ve inşaat gibi düzensiz olaylar nedeniyle zamanlamayı dinamik olarak ayarlayamaz. Bazı büyük şehirlerde trafikte bir azalma olduğunu gösteren, kesişme noktalarında trafik akışını artırmak amacıyla senkronize bir trafik sinyal sistemi uygulanmıştır. Ancak, bu tür sistemler hala merkezi bir yaklaşıma dayanmaktadır. Sistemin herhangi bir noktasında

akış kesildiğinde, trafik kazası algılayamamakta ve senkronize trafik sinyalleri önceden programlanmış zamanlamalarını buna göre ayarlayamamaktadır.

Akıllı Trafik Yönetimi, merkezi olarak kontrol edilen trafik sinyallerinin ve sensörlerin talebe cevap olarak şehir içindeki trafik akışını düzenlediği bir sistemdir. Akıllı bir trafik yönetim sistemi şehirlerin trafik akışını daha verimli bir şekilde yönetmelerine yardımcı olabileceği öngörülmektedir. Herhangi bir akıllı trafik yönetim sisteminin bel kemiği, şehrin altyapısı boyunca kablosuz bağlantıdır. İlgili teknolojiler arasında 4G, 5G, farklı tipte ağlar gerektiren çeşitli son kullanım uygulamalarıdır. Şehirdeki ana yollardaki tüm sinyalleri yükseltme ve entegre edilmesiyle birlikte trafik akışını yumuşatarak ve gerçek zamanlı talebe cevaben trafiğe öncelik vererek günlük tıkanıklığı belirgin şekilde azaltılması hedeflenmektedir. Şehir genelinde kirliliği azaltarak yoğun trafikten dolayı dur-kalk sürüş verimi ve düşük hava kirliliği hedeflenmektedir. Yaklaşan kavşaklara giden otobüslere öncelik verilmesiyle, otobüslerle akan trafiği şehre gelen diğer araç sayısında azalma olacağı ifade edilmektedir. Bu konuda BURULAŞ da ilgili çalışmalara başlamıştır. Sinyalizasyon sistemiyle birlikte metro seferlerinde bekleme süresinin 3,5 dakikadan 2 dakikaya düşeceği ve böylece daha fazla yolcu taşıma kapasitesine ulaşılabileceği belirtilmektedir (<https://www.burulas.com.tr/Haber.aspx?ID=2353>, Erişim Tarihi: 01.08.2019). Ayrıca şu an sahip olduğumuzdan çok daha ayrıntılı trafik ve yolculuk verileri toplamak için izleme ekipmanı kurmak için mükemmel bir fırsat sağlayacaktır. Her trafik ışığı kümesinde, kameralardan veya Bluetooth dedektörlerinden ve aracılığıyla araç verilerini iletmek için kullanılacak iletişim ekipmanları bulunması öngörülmektedir. Mevcut trafik kontrol merkezinin durumunu bilmeden, trafiği izlemek ve kontrol etmek için yeni bir son teknoloji paketi geliştirmek veya oluşturmak için yatırım yapılması gerektiği belirtilmektedir (<https://www.smartertransport.uk/smart-traffic-management/> Erişim Tarihi:01.08.2019).



## 2. ENDÜSTRİ 4.0'IN İŞ DÜNYASINDAKİ ETKİLERİ

Küreselleşmiş bir ortamda rekabet gücünü korumak için, üretim işletmelerinin üretim sistemlerini sürekli geliştirmeleri ve pazarın değişen taleplerini karşılaması gerekmektedir (Pedersen vd., 2016: 282). Teknolojik gelişmeler her organizasyonda önemli bir rol oynamaktadır. Yeni bir endüstri devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0 ürün ve üretim sistemlerini (tasarım, süreçler, operasyonlar ve hizmetler) önemli ölçüde değiştirdiğinden dijital dönüşümdeki ilerleme ve artan karşılıklı bağlantılar organizasyon için yeni zorluklar oluşturmaktadır. Elbette, bu kavramın uygulanması, yeni iş modelleri yaratarak yönetim ve gelecekteki işler için daha fazla sonuç doğurmaktadır. Bunlar ürünün tüm yaşam döngüsünü etkileyerek yeni bir üretim ve işletme yöntemi sağlamakta ve böylece süreçlerde iyileşme ve işletmelerin rekabet edebilirliğinin artmasıyla endüstri-pazar üzerinde olumlu yönde etki yaratmaktadır (Slusarczyk, 2018: 245).

Dijitalleştirme bilgi yönetimi alanında, üretimde, gündelik hayatta çalışma biçimimizi değiştirmektedir. Bilgisayarlar, otomasyonlar ve robotlar önceki yıllarda mevcuttu, ancak internetin sunduğu fırsatlar kullanımlarını ve sağladıkları fırsatları değiştirmekte, giderek daha ucuz olan çözümler, makinelerin, malzemelerin, çalışanların ve hatta ürünlerin kendi faaliyetlerini, çalışmalarını ve süreçlerini izlememize ve gerçek zamanlı karar vermede veri toplamamıza, analiz etmemize ve kullanmamıza olanak tanımaktadır. Son yıllarda, üretim ve üretim sistemleri bilgi teknolojisi destek araçları ile giderek daha da artmaktadır, çünkü daha karmaşık teknolojileri kontrol etmek, çok sahalı üretim talepleri ve lojistik süreçleri desteklemek daha da karmaşık görevler haline gelmiştir. İşletmelerde BT'nin (Bilgi Teknolojisi) kaçınılmaz rolü hem çalışma koşullarını hem de verimliliği değiştirmiştir ve önemi tartışılmaz konu haline gelmiştir (Nagy vd., 2018: 2).

“Endüstri 4.0” kavramı hayatın hemen hemen her yerinde dijitalleşme bağlamındaki beklentileri içine alan genel bir terim haline gelmiştir. Dördüncü Endüstri Devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0 bugüne kadar uygulanan endüstriyel çözümlerin sayısı ve kapsamı, Dördüncü Endüstri Devriminin vaadine tam olarak

uyumasa dahi birçok kesim yeni uygulamalar, ürünler ve çözümler geliştirmek için çaba sarf etmektedir.

Yakın zamana kadar kimse bu tür gelişmelerin insansız fabrikalara yol açacağına olanak vermemiştir ancak Endüstri 4.0 ile uyumlu çalışma biçimini düzenlemenin zamanı gitgide yaklaşmaktadır. Verimlilikteki gerçek kazançlar ancak iş süreçleri uyarlandığında ve her seviyedeki çalışanlar yeni teknolojiyi kullanabildiğinde elde edilebilir. İşletmeler sadece nitelikli çalışanları arayıp bulmakla yetinmemeli mevcuttaki çalışanlarını niteliklerini ve becerilerini geliştirmek için eyleme geçmesi gerekmektedir. Böylelikle dijitalleştirme ve otomasyon, iş dünyasının temelini baştan aşağıya değiştirmesi ifade edilmektedir.

Temel olarak Endüstri 4.0, yeni bir ağ bağlantılı değer zinciri oluşturmak için nesnelere, insanları ve makineleri örgütsel sınırların ötesine entegre etmek amacıyla yeni teknolojilerin kullanılmasıdır. Amaç ise otomasyon ve operasyonel verimlilik ile etkinlik açısından iyileştirmeler elde etmektir ve Endüstri 4.0 potansiyelinden beklenti, bugünün fabrikaları ve değer zincirleri gelecekte daha az sayıda çalışanla aynı kapasitede çalışma gerçekleşmesidir. Endüstri 4.0 işletmenin tüm değer zincirine nüfuz eder; değer zinciri üretim tabanlı yorumlarsa da lojistik operasyonlarla desteklenmektedir (Nagy, 2018: 4). Nesnelere yerleştirilmesi ve yüklenmesi gibi basit rutin görevlerin otomatik hale gelebileceği ve akıllı ağa bağlı kontrol sistemlerinin rutin kararları alabileceği planlama ve kontrol alanında düşük vasıflı işleri etkileyeceği düşünülmektedir.

Endüstri 4.0 ışığında yönetim dijitalleştirme ve otomasyonun beklenen etkileriyle önem kazanmaktadır. Gelecekte kararları daha hızlı ve daha fazla ivme ile almak gerekecektir. Aynı zamanda, değer zincirlerinin entegrasyonu hız kazanmaya devam etmesi halinde, kararların sonuçları daha geniş kapsamlı olmasıyla, karar vermenin bazı yönleri de akıllı sistemlere aktarılması öngörülmektedir.

Önceki endüstri devrimleri mal üretme şeklini değiştirerek başlamış, işletmeler ürünleri daha verimli, etkili kılmak ve performanslarını arttırmak için işletmeyi

köklerinden tamamen yeniden şekillendirilmiştir. Zaman içerisinde işletmeler odağını, rekabet avantajlarını, kaynaklarını ve pazara yönelimlerini değiştiren yeni teoriler ve iş modelleri ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 da Dördüncü Endüstri Devrimi varsayıldığından için bununla birlikte işletmeler; değer yaratma, rekabet edebilme, başarılı olma, strateji oluşturma ve bunları uygulama şeklini değiştirme rolü üzerinden ilerlemekte ve bunun henüz başında yer almaktadır. Literatüre bakıldığında Endüstri 4.0 üzerine strateji, iş modelleri, sürdürülebilirlik, insan kaynakları, sosyal yenilik vb. konulardan ziyade üretim ile ilgili teknik konularda daha fazla kaynak yer almamaktadır. Bu nedenle Piccarozzi vd., yönetsel anlamda Endüstri 4.0'ı tanımını şu şekilde yapmıştır: "Endüstri 4.0, nesnelerin interneti ve diğer teknolojilerin, endüstriyel değer yaratmaya entegrasyonunu ifade etmektedir ve üreticilerin tamamen dijitalleştirilmiş, bağlı, akıllı ve merkezi olmayan değer zincirlerini kullanmalarını sağlayan, rekabet gücünü sağlamlaştırmak için daha fazla esneklik ve sağlamlık sağlamak ve esnek, uyarlanabilir iş yapıları inşa etmeleri için gerekli şartları sağlayan, değişen bir iş ortamı ile başa çıkmak için iç evrimsel gelişmeler için kalıcı yeteneği elde eden ve zamanla uygulanan kasıtlı olarak formüle edilmiş bir stratejinin sonucudur" (Piccarozzi vd., 2018: 17-16-2).

Dördüncü Endüstri Devrimi ekonomisinde, bir kurumun rekabet edebilirliği artık yalnızca kendi kaynaklarının optimizasyonuna değil, toplam organizasyonel değer zinciri yenilikçiliği ve destekleyici ortak bilgisi, teknolojileri, ürünleri, hizmetleri ve sistemleri üzerine kuruludur. Endüstri 4.0 ile dijitalleşmenin artırılması ve değer zincirlerinin, ürünlerin ve iş modellerinin birbirine bağlanması ile karakterize edilmektedir. Kuruluşlar işbirlikçiler ile birlikte yerel, bölgesel ve uluslararası işbirlikçi bir iş ekosisteminde faaliyet gösteren yenilikçi kurumlar arası değer ve tedarik zincirleri oluşturmaktadır. Rekabetçilik, stratejik etkinliklerin işbirliği içinde daha etkin ve verimli bir şekilde yapılmasıyla kazanılır. Başarıya ulaşmak için, bilgi temelli öğrenme paradigmasını ve tasarımlarını benimseyerek bürokratik uygulamaları ve yapıları kaldırarak dönüşüm ve değişime zorlanmaktadır. Bu, dönüşümsel liderlik mükemmelliği ve sistemik program yönetimi bilgisi ile desteklenen olağanüstü yönetim gerektirmektedir. Sanal ortak ağlarındaki proje ve programların etkin ve verimli çapraz fonksiyonel ve organizasyonlar arası yönetimi Endüstri 4.0

ekonomisinde faaliyet gösteren işletmeler için kritik bir yetkinlik yetkinliği olarak ortaya çıkmıştır. Bu da başarılı sanal ortak ağları(işbirlikçileri) oluşturmak için insanlara, işbirliğine ve ilişki kurmaya odaklanmaktadır. Modern teknolojilerin karmaşıklığı, yani robotik, yapay zeka, kitle verileri, nesnelerin interneti, bilgi teknolojisi ve operasyon teknolojisini entegre etme vb., ortak kuruluşlar arasında uzmanlaşma ve sürdürülebilir işbirliği çağrısında bulunmakta ve olağanüstü yetenekler ve iyi eğitilmiş insan kaynakları gerektirmektedir (CranefieldCollege, 2018).

## 2.1. ÜRETİM ALANINDA ETKİLER

Etkin bir şekilde rekabet etmeye devam etmek isteyen üreticiler sürekli baskı altındadır, bu yüzden üretimde çalışma süresini, verimi ve kaliteyi artırırken israfı azaltmaları gerekmektedir. Üreticiler endüstri devrimleriyle gelen bozulmaya yabancı değillerdir ve son yıllarda yalın üretim uygulamaları ve otomasyon bazı üreticileri tamamen piyasadan çıkarmaya zorladığından kendileri için daha fazla baskı meydana gelmiştir. Endüstrileşmenin önceki üç aşamasına dayanan (mekanizasyon, seri üretim ve kontroller) Endüstri 4.0, üretimde bir sonraki yıkıcı aşama olarak ifade edilmektedir. Entegre bir kurumsal veri sistemleri, nesnelerin interneti ve bulut bilişim tarafından etkinleştirilen akıllı bir üretim sayesinde Endüstri 4.0 makine arızaları veya atık gibi performans sorunlarına neden olabilecek değişkenler veya anormallikler hakkında bilgi sağlamak ve imalat sektörünü tamamen dönüştürerek temelde ürünlerin üreticileri ve tüketicileri arasındaki kurulan ilişkiyi değiştirmesi öngörülmektedir (Sundblad, 2018).

Üreticiler üretim planı esnasında değer zincirinde genellikle birçok belirsizlikle karşılaşmaktadır. IoT'un bu alanda birçok dönüşümü desteklemesi belirtilmektedir. IoT kullanarak talep algılama ve planlama (sensörler, sinyal toplama, optimizasyon ve tahmin), üreticilerin değer zinciri boyunca veri toplamalarını sağlamaktadır. Modelleri hareketlerin izini sürmek ve nihayetinde müşterilerin ne istediğini ve ne aşamada olduğunu anlamak için analiz edilebilir ve böylece doğru zamanda ve yerinde planlama yapılabileceği ifade edilmektedir. Porter ve Heppelmann, şirketin temel sorunlarının yüzeysel olarak ele alınmaması gerektiğini, sinyallerin göz ardı edilmemesi gerektiğini savunmaktadır. Bu konuda ürüne bağlı olarak alınacak dijital hizmetlerin ne için nasıl

değer yaratacağını fizibilite çalışması yapılmasının ardından karar verilmesi gerekmektedir (Nagy, 2018: 7). Dolayısıyla üreticiler, ürünün başarısızlığın arkasındaki nedenleri tespit ederken semptomlarından ziyade sorunun kökünü bulunması, çözümü daha etkili bir şekilde ele almasını sağlayabilmektedir. Örneğin Schneider Electric, bir yıl boyunca toplanan bakım ve geçmiş verileri, teknisyenlerin bir kalite sorununun temel nedenlerini değil semptomları ele aldıklarını fark etmiştir ve ardı ardına bir dizi arıza veren, düzenli olarak devam eden bakım gerektiren 110 MW buhar modeli türbini incelenmiştir. Bir yıllık analiz sayesinde elde edilen verilerle Schneider'in, ekipmanın kapanmasına neden olan titreşimi taşıyan “belirtiler”e yol açmadan önce kök neden termal genleşme problemlerini ele almasını sağlamıştır. Ve böylece şirket öngörülü bakımın çok daha az ekipman kesintisi ile birlikte potansiyel tasarruflarda milyonlarca dolar sunduğunu belirtmiştir (Sniderman, 2016: 14-16).

Günümüzde endüstrinin her geçen gün daha fazla kişiselleşen ihtiyaçları karşılayabilmesi için otomasyon süreçlerinin siber fiziksel sistemle yeniden kurgulanması yoluyla hızlı ve verimli üretim bantlarının oluşturulması gerekmektedir. Fabrikalarda yüksek verimlilik sağlayan açık network teknolojisi Endüstri 4.0 sürecinde önemi daha da artmaktadır. Açık network yapısının başarısı ise standart teknolojiyi destekleyen otomasyon ürünlerinin kullanılabilirliği ile belirlenmekte ve bu doğrultuda açık endüstriyel ethernet protokolü CC-Link "Kesintisiz Açık Ağ" (The Non-Stop Open Network) dikkat çekmektedir. CC-Link endüstriyel networkler, verimli fabrika ve proses otomasyonu sağlamak amacıyla kontrol ve üretim verilerini yüksek hızda iletmektedir. Bu yüksek hızlı haberleşme, farklı tedarikçilerden sağlanan çok sayıda otomasyon cihazını tek bir kablo üzerinden birbirine bağlamaktadır ve geleneksel endüstriyel kontrol ağları ile yalnızca bir üreticiye ya da az sayıda üreticiye ait saha cihazlarının kurulumu yapılabilirken, CC-Link gibi açık ağlarla bu sayı yaklaşık 300'e ulaşabilmektedir. CLPA (CC Link Partner Association) Ülke Müdürü Tolga Bizel, bu sistemin sanayide verimlilik artışına imkan tanıyan avantajlarının olduğunu ifade etmiştir. CC-Link'in hatalı, arızalı ya da bakım gerektiren ikincil istasyonunu otomatik olarak devreden çıkartma özelliğine sahip olduğunu belirten Tolga Bizel, bu esnada diğer tüm istasyonların network yanıt sürelerini etkilemeden çalışmaya devam edebildiğini ve yalnızca CC-Link'e özgü olan bu özelliğin esnek üretim hattı

yapılandırmaları oluşturulmasını mümkün kıldığını vurgulamıştır (Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, 2019).

Üretim süreçlerinin dijitalleşmesi makinelerin esnek üretim sisteminin uyumlu bir ağ bağlantısı uyarlanmasıyla sağlanmaktadır. Üretim sürecinde belirli bir sırada yapılması gereken adımlar vardır. Önceden, kontrol listeleri kullanılırken bu yerini akıllı gözlüklere bırakmıştır. Uluslararası şirketler grubunun Fransız üyesi, ActiveGlass olarak adlandırdıkları gözlüğü kalite güvencesinde kullanarak kontrol listelerini bir bilgisayarda toplanmış, kaydedilmiş ve gözlüklere bağlanmıştır. Çalışmanın başlangıcında, küçük bir video (ses ve görüntü ile) kullanıcıya hangi çalışma aşamasının ne olduğunu, ne zaman ve nasıl olacağını göstermiştir. Görev tamamladığında bir QR kodunu gösterebilir, başını sallayabilir veya düğmeye basabilmektedir. Bu arada, iki elin de çalışması serbesttir. ActiveGlas'ın kullanıldığı yerlerde, kalite kontrolü için gereken süre yarıya düşmüş ve hata oranı önemli ölçüde azalmıştır. Bunun yanı sıra sensörler üretim hattı takip etmek için kullanılmaktadır. Pratikte sensörler ile bir araç izlenmiştir. Araç kirlendiğinde onarılması bir ay gibi bir zaman kaybına yol açmaktadır. Titreşim algılama sensörüyle birlikte bakım personeline en ufak bir sapma bildirilmekte, böylece araç hasar görmeden önce kir çıkarılabilmektedir. Karşılaşılan bu durumun tespit edilip çözülmesiyle binlerce Avro tasarruf edilmiştir. Detaylarına bakıldığında yeni araçlar satın almak zorunda kalınmamış ve eskileri üretim alanından çıkarılmamıştır. Bu şekilde, plansız bakımda %12 oranında düşme meydana gelmiştir Üretime dahil edilen çözümlerin avantajı yalnızca verilere hemen erişilebilmesi değil, aynı zamanda müdahale protokolünün önceden de çalışılabilmesi ve mevcut bilgilerin hem karar verme sürecinin hem de zorlama sürelerinin kısılması sonucuna ulaşmıştır (Nagy, 2018: 16).

## 2.2. İNSAN KAYNAKLARI ALANINDA ETKİLER

Günümüzde, endüstride işgücü dönüşümü yaşanmaktadır. Dördüncü Endüstri Devrimi ile tüm işletmeler dijital endüstriyel teknolojilerle dönüştürülmektedir. Endüstri 4.0'ın uygulanmasıyla imalatta verimliliğinin artırılacağı, işletmelerin endüstriyel işgücünü genişletmesine imkan sağlayabileceği ifade edilmektedir. Bunun dışında

üretim sermaye yoğunluğu artmasıyla, düşük maliyetli alanların işgücü maliyetinin avantajının azalacağı belirtilmektedir. Boston Consulting Group'un çalışmasında Endüstri 4.0'ın daha yüksek verimlilik sağlamasıyla mevcut piyasayı genişletmesi ve yeni ürün-hizmetleri tanıtmak için yeni işler yaratması öngörülmektedir. Bu olumlu varsayım, genel üretim hacmindeki artış olmasına rağmen üretim işlerinin azaldığı geçmiş teknolojik ilerleme dönemleriyle çelişmektedir. Otomasyondaki gelişmelerle 1997'den 2013'e kadar olan süreçte Almanya'nın üretim işgücünde %18 oranında düşüş olmuş ve aynı zamanda da üretim hacmi arttırmıştır (Ermolaeva, 2017: 24).

Dünya Ekonomik Forumu'nun yayınladığı "Future of Works -2016- (Çalışma Yerlerinin Geleceği)" raporunda eğitim hayatının ilk yıllarında olan çocukların %65'inin eğitimi tamamladıklarında günümüzde mevcut olmayan işlerde çalışacağı ifade edilmektedir. Dördüncü Endüstri Devrimi'nin gelecekte iş yapısını etkilemesi tahmin edilen teknoloji kökenli birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar; nesnelerin interneti, bulut teknolojisi, büyük veri, yapay zekâ, 3 boyutlu baskı sistemleri ve biyoteknoloji faktörleridir. Bu faktörlerden bazıları günümüzde etkisini göstermektedir. Diğer faktörler ise önümüzdeki birkaç yıl içinde hayatımıza etkisini göstermesi tahmin edilmektedir. Bu gelişmeler teknolojik, jeopolitik, sosyo-ekonomik olarak nüfus yapısına etkisini gösterecek ve aynı zamanda iş kategorileri ve bazı meslekleri ortadan kaldırarak yeni mesleklerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu gelişmeler hem mevcut iş kategorilerinde, hem de yeni ortaya çıkması öngörülen iş kategorilerinde ihtiyaç duyulan becerileri değiştirmesi, insanların nerede ve nasıl çalışacaklarını belirleyeceği, yeni yönetim anlayışına ve düzenlemelerine ihtiyaç duyulacağı ileri sürülmektedir. Bunun dışında üretim yeteneği sermayeden daha önemli olması, yetenek seviyesinin artmasıyla ücretin yükselmesi ve dolayısıyla sosyal gerilimi artıracacağı belirtilmektedir. Bu bağlamda Endüstri 4.0 hem günlük yaşam tarzında hem de iş hayatında tüm alışkanlıklarını derinden etkilemesi tahmin edilmektedir. Bu değişime uyum sağlanamaması halinde hem işletmeler hem çalışanları ekonomik anlamda ortadan kaybolması ileri sürülmektedir. Çalışanları ve işletmeleri ciddi düzeyde etkileyen bu değişimle birlikte insan kaynakları yönetimini de değişime uğrayacaktır. Endüstri 4.0 üretim, dağıtım ve pazarlama dahil olmak üzere tüm adımları değiştirmesi, örgütte radikal değişimlere neden olması ve bu yeniliklerin başında insan kaynakları olacaktır.

Değişime uyum sağlayabilen işletmeler rekabette üstünlük elde edecektir. Uyum sürecinin işletmenin tamamına yayılabilmesi için insan kaynakları; iş tanımını ve sorumluklarını dolayısıyla misyonunu yeniden tanımlamasına ihtiyaç duyulacağı ifade edilmektedir (World Economic Forum, 2016: 13).

Endüstri 4.0'ın paradigmalarında yer alan Nesnelerin İnterneti, insansız çalışabilmekte ve bağımsız bir şekilde daha akıllı sistemleri desteklemektedir. Diğer endüstri devrimlerinde yaşandığı gibi bu devrimde de çeşitli avantaj ve dezavantaj olması tahmin edilmektedir. Yapay zekayla birçok iş kategorisinde otomasyona yenik düşmesi, bununla birlikte yeni iş kategorilerinin ortaya çıkması beklenmektedir. Yaşanan bu teknolojik gelişmeler insanların davranış kalıplarını sosyal normları yeniden şekillendirmesi öngörülmektedir. Ancak bu sürecin etkilerini öngörmek tam anlamıyla mümkün olmadığı belirtilmektedir (Greengard, 2017:13).

Daha önce de ifade edildiği üzere, Endüstri 4.0 mevcut iş kategorilerinden bir kısmını ortadan kaldırmasının yanı sıra yeni iş alanları da yaratacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda, üretimin hangi aşamasında robotların insanların yerine geçmesi konusunda uzmanlar tartışmaya devam etmektedir. İlgili çalışmalarda işletmeler, robotları çalışanların ağır işlere yardım amaçlı kullanmayı planlandığı, robotların insanların yerini almayacağı ifade edilmektedir. Yardım sistemlerinin ortaya çıkmasıyla fiziksel güç gerektiren ağır ve rutin işlerde azalacağı, problem çözme ve kişiselleşmeye ihtiyaç duyan işlerin sayısının artacağı belirtilmektedir. Tüm bu gelişmelerle, çalışanların değişime açık olması, yeni rollere dolayısıyla çalışma ortamına uyum sağlamada esneklik göstermesi ve öğrenmenin sürekli olarak alışlagelmesi gerekmektedir. Endüstri 4.0 ile hızlı uyum sağlama ve öğrenme yeteneği çalışanlarda daha önemli ve zorunlu beceriler haline geleceği belirtilmektedir (Jepsen and Drahokoupil, 2017: 250).

Dördüncü Endüstri Devrimi'nde yaşanan dijital gelişmeler tüm endüstrileri aynı şekilde etkilemeyeceği tahmin edilmektedir. Örneğin büyük veri ve bulut teknoloji bilgi ve iletişim teknolojileri yapısında daha güçlü bir etkisi olacağı öngörülmektedir. VDI Teknoloji Merkezi yaptığı araştırmada kimya sektöründe Endüstri 4.0 konusunun,



makine, elektronik, bilgi, iletişim sektörlerine kıyasla daha az kullanıldığını vurgulamaktadır. (VDI, 2014; Filizöz, Orhan, 2018:113). Boston Consulting Group'ın Endüstri 4.0'ın farklı alanlarda ve çalışanlarda etkisini anlamak üzere 2015 yılında mülakat yapmış ve hangi iş alanlarında nasıl ve daha çok etkilendiğini üzerine çalışma yürütmüştür. Yeni teknolojilerinin mevcut iş üzerindeki etkisini ve çalışanların uyum sağlama seviyesine ulaşmıştır. İlk örnek çalışanların ağır kaldırma, sağlığına zarar verebilecek fiziksel güce ihtiyaç duyulan otomotiv montaj hattıdır. Bir hat üzerinde çalışan personel yerine koyulan robot, ağır işlerden kurtaracağı, ayrıca ergonomiyi geliştirme sağlamak için de kullanılacağı belirtilmektedir. Bir diğer örnek mobil servis teknisyenidir. Manuel operasyonların yeni teknolojilerle azalması ve sahada yer alan hizmet teknisyenlerinin verimliliği artacağı öngörülmektedir. Elde edilen bulgularla başka bir örnek makine operatörünün işidir. Yeni teknolojilerin getirileriyle bir operatör birden fazla makinenin işini aynı anda yönetilebilecek ve izleyebilecektir. Otomatik sayesinde sistem makine performansını takip etmeye yardımcı olacak ve çalışanların işlerini ekran üzerinden ya da özel gözlükle aracılığıyla kontrol edebilmesini sağlayacaktır (Bonekamp and Sure, 2016).

Macaristan'da işçilerin tutumlarını ölçmek için iki otomotiv şirketine(çok uluslu şirket), bir sistem entegratöründe (Macar şirket) ve bir de elektronik sistemler(çok uluslu şirket) sektöründe faaliyet gösteren 4 şirkette araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada şirketler çalışanlarına Endüstri 4.0'ın yeni teknolojileri ve bunlara duyulan gereksinimi tanıtmıştır. Tanıtımın ardından işçiler yeni araçları teknolojik ürünleri kabul edip kullanmaya başlamıştır. Bir kısmı ise gösterdikleri direnişle bunu reddederek sensörleri, ara yüz cihazlara zarar vermiş ve verilen talimatları takip etmemiştir. Bunun üzerine yeni araçları kullanımının bırakılmasıyla çok hızlı bir şekilde büyük maliyet kaybına yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır. Yöneticiler şirkette otokratik yaklaşıma geçerek yeni araçları kullanmak istemeyenlerin yeni iş bulması konusunda çalışanlarına yol göstermiştir. Bulunulan bölge geniş bir sanayi sitesinde bulunmasına dolayısıyla iş imkânlarının geniş olmasına rağmen çok büyük ölçekli istifalar gerçekleşmemiştir. Dolayısıyla dijital kültür ve eğitim eksikliği, şirketler için en büyük zorluktur: yaratıcı insanlara ve güçlü analitik becerilere sahip insanlara ihtiyaç vardır. İnsan kaynakları alanındaki en büyük zorluklardan biri bu çalışanları bulmak ve elde tutmaktır. Bu

disiplinlerin dinamik olarak gelişmesi çok önemlidir, yani eğitim aynı zamanda çalışanları sürekli güncel tutmak zorunda kalacaktır (Nagy vd., 2018: 18).

Endüstriyel işgücünün dönüşümü dışında Endüstri 4.0, liderlik becerilerini de etkilemekte ve yetenek yarışını daha zorlu hale getirmektedir. Bu yetenek yarışında rekabet halinde olabilmek için şirketler stratejik iş gücü planlamasına odaklanmalıdır. Bu planlama, çalışanların temel bilgilerinin sistematik olarak toplanmasıyla ve çeşitli pozisyonlarda çalışanların iş türlerine göre sınıflandırılmasıyla başlayarak ilerlemektedir. Ardından işletmelerin personel ihtiyacını öngörmesi, verimlilik ve gelir artışında tahmin oranları oluşturmaları, çalışanların eğitim ve gelişimi, çalışan transferleri, iç ve dış kaynak kullanımı ve de yeni işe alım üzerine analizler yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan işsizlik konusunda işgücü piyasası endişelenmektedir. Bundan dolayı hızla değişen teknolojiyle çalışanlar değişimlere ayak uydurması ve halihazırda işine devam edebilmesinde insan kaynaklarının eğitimlerin karşılanmasında sorumluluk alması gerektiği belirtilmektedir (Colatla et all., 2016).

İşgücü piyasasında meydana gelen diğer bir köklü değişim işgücü profilinde hızlı değişme ve yeni kuşağın öncekilerden farklı özellik ve beklentiye sahip olmasıdır. Çalışanlar kariyer hayatı boyunca aynı işyerinde çalışması durumu sona ermekte ve günümüzde araştırma konusu olan Y Kuşağı'nın iş hayatı süresince birden fazla işte çalışması öngörülmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde bu genç kuşakta, teknoloji odaklı bilgi-becerilere sahip ve öğrenme süreçleri değişerek dijital olarak gerçekleştirmekte ve talep etmektedir. Teknolojik bilgi ve beceriler bu kuşağa dijital çağda istihdam fırsatı yaratmaktadır. Bunun dışında işletmeler, bu kuşağa iş-yaşam dengesi tercihini kabul ederek, şirketler bu yönde kendini geliştirmeye başlamaktadır. Evden çalışma, iş paylaşım programları gibi fırsatlar ile daha esnek iş düzenlemeleriyle dönüşüm yaşanmaktadır (Ermolaeva, 2017: 31).

Endüstri 4.0 insan kaynağına etkisinin yanı sıra, insan kaynakları yönetimi sürecinde yer alan işe alım konusunda da değişim etkisi olması öngörülmektedir. Endüstri 4.0 ile işe alım sürecinde en önemli gelişmenin yapay zeka kullanımı olduğu ifade edilmektedir. Yapay zeka ile işe yerleştirme aşamaları hızlı ve daha az maliyetli

olmaktadır. Günümüzde ise bu uygulama MYA yapay zeka ismiyle işe alım asistanı bu sürecini başarıyla gerçekleştirmektedir. MYA sayesinde İK çalışanlarının yüzde 75 oranında zaman tasarrufu sağladığı görülmüştür. MYA ile gerçekleşen iş görüşmelerinde görüşmeye gelenlerde memnuniyet oranı 10 puan üzerinden 9,8 olduğu tespit edilmiştir. Yüzde 80 oranıyla maliyette fayda sağlayan yapay zeka, görüşme sürecinde her düzeyde konuşma kapasitesine sahiptir. (<https://www.endustri40.com>). Kozmetik şirketi L'Oréal, işe alım sürecinde yapay zeka işe alım asistanı olan MYA'yı kullananlardan biri olarak öne çıktığı görülmektedir. Çeşitli pozisyonlarda işe alım sürecini yana yapay zeka uygulaması, 2018 Eylül'den bu yana İngiltere, Amerika ve Fransa'da başarılı bir şekilde uygulanması söz konusudur. İşe alım sistemin kullanılmasıyla L'Oréal'de, adayların başvuru sürecindeki memnuniyeti arttığı belirtilmektedir. Yapay zeka sayesinde, L'Oréal senede 1 milyondan fazla başvuru almıştır ve daha çok başvuru değerlendirme imkanı bulmuştur. L'Oréal'ın İK Dijital Başkanı olan Niilesh Bhoite; *"L'Oréal olarak 10.000 kişiyle yapılan iş görüşmelerinde yapay zeka sisteminin adayların %92'si ile daha verimli iletişim kurulduğunu ve %100 memnuniyet oranına ulaşıldığını gördük. Başvuran adaylardan, sistemin ne kadar kolay olduğu ve kendilerini gerçekten çok özel hissettiklerine dair son derece olumlu geri dönüşler aldık"* ifadeleriyle yapay zekadaki olumlu etkilerinin altını çizmektedir (<http://www.loreal.com.tr>).

### 2.3. PAZARLAMA ALANINDA ETKİLER

Endüstride üretim süreçlerinin tamamen dijitalleşmesiyle ilgili bir dönüşüm yaşanmaktadır. Endüstri 4.0'ın faydalarını tam olarak gerçekleştirmek ve rekabet edebilmek için pazarlamayı bu sürece dahil etmek gerekmektedir. Dijital pazarlama ve pazarlama otomasyonu müşterileri şirkete bağlamakta, ne istediklerini anlamaya yardımcı olmakta ve özelleştirilmiş, kişiselleştirilmiş bir deneyim sunmaktadır. Şirkette diğer operasyonlar ve süreçler geleceğe doğru yöneldiğinde, bugünün pazarlama departmanını geride bırakmak vizyonu olumsuz etkileyecektir. Daha hızlı hareket edebilmeyi ve rekabet edebilmek için pazarlama departmanını optimize etme ve otomatikleştirme aşamasına atlatmak gerekmektedir. Ve böylece geleceğin pazarlama

departmanı optimize edilmiş, şeffaf, proaktif, çevik olacağı ifade edilmektedir (The Whole Brain Group, 2018).

Firmaların, müşterilerin daha yakın olmaları ve ihtiyaçlarının yorumlanmasında, müşterilerin değer zinciri düzeyinde (ürünlerin tasarımında ve gelişmekte olan süreçlerinde katılımı) katılımıyla daha da derinleşmeleri gerekmektedir. Bu bakımdan yeni teknolojiler, B2B ve B2C pazarlarında alıcı-satıcı ilişkisini değiştirerek, firmanın müşteri isteklerine hızlı bir şekilde cevap verebilme yeteneğini vurgulamaktadır (Obal ve Lancioni, 2013: 851).

İtalya'da yapılan bir çalışmada, müşterilerine sunulan hizmetlerin iyileştirilmesi Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesiyle ilgili ana motivasyon bağlı olduğu sonucuna ulaşılmamıştır. B2C ve B2B firmaları, üretim süreçlerine ilişkin alandaki yatırımlara ek olarak, pazarlama faaliyetlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerini de benimsemiştir. Bununla birlikte, B2B ve B2C firmalarının elde ettiği sonuçlar söz konusu olduğunda, esas olarak müşterilere sunulan hizmetlerin iyileştirilmesi yoluyla performansların artması sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, ortak tasarım ve ortak üretim süreçlerinde müşterilerin daha yüksek bir katılımı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle Endüstri 4.0'ın bu yeni teknolojilerinin benimsenmesiyle ilgili pazarlama perspektifinin hem B2C hem de B2B pazarları için stratejik bir role sahip olduğu söyleneceği ifade edilmektedir (Betiol vd., 2017: 5).

Başka bir çalışma da ise PwC yaptığı ankette katılımcıların %72'si, müşterilerle olan ilişkilerini iyileştirmek ve önümüzdeki beş yıl içinde müşteri verilerini analiz etmek için veri analizini kullanma kararını vermiştir. Müşteri ilişkilerinin iyileştirilmesi ve müşteri ihtiyaçlarına yanıt vermek, müşterilerin özel ihtiyaçlarına, müşteri hizmetindeki yeniliklere ve özelleştirmeye dayalı ürün/hizmet planlaması, hatta tek parça üretim hacimleri elde edilmesi planlanmıştır. Veri analizi, sadece üretim sürecinin geliştirilmesi için değil, aynı zamanda müşteri odaklı bir tedarik zincirinin oluşturulması için de kullanılabilen müşteri ihtiyaçlarını daha iyi anlamayı ve düşünmeyi sağlamaktadır (2016: 15). Pvc boru üreticisi olan Ridgeline Pipe Manufacturing, şirketin belirsiz talep karşısında öngörmesi ve planlaması, öngörülemeyen değişimlere

hızla uyum sağlama ve üretim değişim süresini kısaltma ihtiyacı doğmuştur. Eski sistemleri kullanmak, atık, maliyetler ve esneklik kabul edilemez seviyelere yükselmiştir. Sürekli değişen müşteri talebini ve kısa teslim sürelerini karşılamak için şirket, otomatik üretim kontrol cihazlarının teşhis ve performans hakkında bilgiye erişim sağlarken üretim ekipmanlarını yönettiği esnek bir üretim platformunu benimsemiştir. Sistem aynı zamanda üretimi analiz etmiş, tahmini arızalar giderilmiştir (Ridgeline Pipe Manufacturing Customer Story, 2012).

## 2.4. YÖNETSEL ALANDA ETKİLER

Endüstri 4.0 ile yönetim uygulamalarında dijital teknolojilere geçişte yapılacak değişiklikler söz konusu süreçte önem arz edecek ve böylece işletmelerin verimliliğini artıracaktır. İşletmeler üretim süreçlerini Siber Fiziksel Sistemler gibi teknolojik ürünlerle geliştirmeye karar vermesiyle yeni yönetim yaklaşımlarını benimsemesi dolayısıyla yeni öğrenme ve inovasyon ortamına ihtiyaç duyması öngörülmektedir. Bununla birlikte Endüstri 4.0 işletmelerde iş modelleri, pazar ve müşteri erişimi, ürün ve hizmet portföyündeki değişiklikler, değer zinciri, güvenlik ve kurum kültürü, yasal riskler gibi farklı bölümlerde yetenekler geliştirmeleri gerecektir (Shamim et all, 2016: 5310).

Endüstri 4.0 işletmelerin yenilikçi iş gücü ve dinamik yetenekler gerektiren birçok teknolojik, ekonomik ve sosyal zorluklarla karşı karşıya kalması öngörülmektedir. Bundan dolayı işletmeler Endüstri 4.0'ın ihtiyaçlara uyacak biçimde geliştirecekleri yönetim yaklaşımları söz konusu dijital teknolojilere geçiş sürecinde oldukça önemli olacak, böylece işletmelerin verimliliğinin artması tahmin edilmektedir (Ermolaeva, 2017:33).

### 2.4.1. Organizasyon Yapısı

Endüstri 4.0 da organizasyon yapısının değişmesi öngörülmektedir. Çok sayıda iş otomatik, mekanik ve robotize olduğundan, yalnızca eğitilmiş işçiler bu makinelere hizmet verebilecektir. Bunların üstünde, makineleri günlük olarak programlayan ve

bakımını yapan makine yöneticileri bulunmaktadır. Bir sonraki seviye, bir süreçte uzman olan, verileri analiz eden, kalıp arayan ve optimizasyon için algoritma ve yazılım yazan uzmanlardır. Bunların üstünde, süreçleri koordine edecek ve yönlendirecek dar bir liderlik katmanı olacak ve bu katmanın bugün olduğundan daha az kapsamlı olması beklenmektedir (Nagy vd., 2018: 18).

Firmaların en baştan aşağıya kökten değişmeye hazır olmaları gerekmektedir. Bu, yönetim kurulu düzeyinde farklı bir zihin seti ile başlamalı, aynı zamanda stratejileri farklı ve sürekli değişen bir çerçevede tasarlayabilen, başka yetenekler, araçlar, süreçler ve bunların kombinasyonlarını yaratabilen iyi yetenekler sağlamak için de olmalıdır. Firmanın tamamını kapsayan, içinde çalışan insanlardan başlayarak strateji uygulaması kesinlikle gereklidir. Piccarozzi vd., Endüstri 4.0'ı benimsemenin sadece yeni teknolojiler ve/veya araçlar ve/veya üretim yöntemleri meselesi değil, sadece iç düzeyde değil, aynı zamanda firmanın faaliyet gösterdiği ekosistemlerin tüm ortakları ve daha genel aktörleri ile ilişkilerde de tüm yönetim yönlerindeki değişiklikleri olacağını belirtmektedir (2018: 17-20).

PwC'nin yaptığı anketlerden "Global Endüstri 4.0", şirketlerinin sayısallaştırmanın sunduğu fırsatları nasıl kullanacakları konusunda sorular sormuştur. Ankete katılan şirketlerin çoğunluğu (%52), Endüstri 4.0'ın uygulanmasına en büyük engelin değer yaratma (üretim ve lojistik) süreçlerinde net bir dijital stratejinin olmaması ve dijital teknolojinin tanıtımı için şirket yöneticilerine destek olunmadığı sonucuna varılmıştır (PwC, 2016: 4).

Endüstri 4.0'ın yalnızca teknolojilerin uygulanması ile ilgili değil, aynı zamanda daha yüksek verimlilik ve performans elde etmek ve hepsinden öte rekabet edebilmek için çözülmesi gereken birçok organizasyon ve yönetim konusunu da içermektedir (Nagy, 2018: 10). Dolayısıyla örgütsel tasarım, geliştirme ve yönetim zorlu yeni bir aşamaya girmiştir. Ortaya çıkan bu gerçekler ışığında, Endüstri 4.0 kuruluşlarının stratejik dönüşümü ve değişimi kaçınılmaz hale gelmekte ve sanal yatay olarak şekillendirilmiş tedarik ve değer zinciri iş modellerinin kullanılmasını talep etmektedir. (Cranefield College, 2018).

Endüstri 4.0'ın getireceği değişimlerle işletmeler, öğrenme ve inovasyon için elverişli bir iklimin oluşturulmada önemli bir rolünün olduğu belirtilmektedir. Başka bir ifadeyle işletmeler mekanik tasarımdan organik tasarım ölçüsünde değişebilmektedir. Mekanik tasarım katı hiyerarşinin olduğu; merkezi bir yapının, birçok kural ve formalitenin, dikey iletişim ile karakterize edilmektedir, istikrarlı bir ortamda katı bir kültür için daha uygundur. Endüstri 4.0 ise denge durumu olmayan bir değişim ortamı yaratmaktadır ve ademi merkezîyetçilik, az sayıda kural ve formalite, yetkilendirme, işbirlikçi ekip çalışması yani yatay iletişim ile karakterize olan organik tasarıma daha uygun olmaktadır. Bundan dolayı Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde oluşturulacak örgütsel yapı, yöneticilerin organik tasarım yapısında kalmanın daha elverişli olacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra Endüstri 4.0'a tek bir yapı tavsiye etmenin rasyonel olmadığı, çünkü işletmelerin gereksinim ve durumları baz alınarak yapıları tasarlamaya gereksinim duyacağı, tüm işletmeler için sadece tek bir yaklaşımın uygun olmadığı, her örgütsel yapı yaklaşımının avantaj ve dezavantajı olduğu belirtilmektedir (Shamim et al, 2016:5311).

Endüstri 4.0'a uygun örgütsel yapı yaklaşımlarından biri "matris yapı" olduğu belirtilmektedir. Matris yapıda faaliyetler birden fazla otorite çizgisiyle aynı hizada olan örgütsel bir yapıyı ifade etmektedir. Matris yapıda, ikili raporlama sistem söz konusudur. Oldukça esnek yapısı olan bu yaklaşımın değişikliklere hızlı olarak yanıt verebileceği öngörülmektedir. Matris yapıda bir çalışan, bir ürün yöneticisi ve de fonksiyonel yöneticiden oluşan farklı bölüm yöneticisi yer almaktadır (Ermolaeva, 2017:35).

Diğer örgütsel yapı alternatiflerinden biri de ekip bazlı yapıdır. Bu yaklaşım, bir grupta farklı süreç ve işlevleri ortak bir amaçta toplamaktadır. Böylece işlevsel-bölümsel engeller ortadan kalkmakta, karar verme sürecini hızlanmakta ve organizasyonda öğrenmeyi desteklemektedir. Değişim sürecinde sık sık yaşanan ve başarı kazanmak için inovasyonun yer aldığı bir ortamda, ekiplerin olduğu yapılar öğrenme ve inovasyonu daha kolay entegre edebilmek için iyi bir seçenek olarak görülmektedir (Khedhaouria and Jamal, 2015).

Endüstri 4.0'da örgütsel hiyerarşiye en uygun seçenek düz hiyerarşi olduğu belirtilmektedir. Bu yapının göze çarpan özelliği daha az hiyerarşi düzeyi ve de geniş kontrol aralığı olduğu ifade edilmektedir. Dolayısıyla daha hızlı iletişim kurulmasıyla çalışanlar ve üst yönetim arasında düşük güç mesafesinin olmasıyla karakterize edilen bu yaklaşım, çalışanları karar alma süreçlerine katılma konusunda teşvik etme imkânı tanımaktadır. Ek olarak çalışanlar üst düzey yöneticilerine doğrudan geri bildirimde bulunarak daha hızlı öğrenme olanağına sahip olabilmektedir (Chan, 2015: 561).

Diğer yaklaşımlara nazaran daha çok söz edilen ademi merkeziyetçilik yapısı, Endüstri 4.0 için elverişli olan örgütsel yapı alternatiflerinden biri olarak nitelendirilmektedir. Merkezi olmayan sistemlerde çalışma otoritesi ve bilgisi denetmen veya üst yönetimde değil, çalışanlara aittir. Örgütsel kaynakları kullanma vb. konularda alt yönetici ve yönetim dışı personel gibi üst yönetimden onay almaya kalmadan karar alma yetkisine sahiptir. Değişken bir ortamda birçok işletme ademi merkeziyetçiliği seçmektedir. Çalışma ortamında yapılan değişikliklerle çalışanın yerinde karar vermesine ve yön değiştirmesine imkân tanımaktadır. Böylelikle hızlı karar verme ve öğrenme kolaylaştırmakta, bu yapı sayesinde de örgütün Endüstri 4.0 ile uyumunun kolay olacağı tahmin edilmektedir (Hindle, 2008: 58).

#### **2.4.2. Liderlik Tarzı**

Örgütsel amaçlara ulaşmak için motive etme, yönlendirme, etkileme ve ilham verme becerisi liderlik olarak tanımlanmaktadır Endüstri 4.0'da öğrenme ve inovasyon sürecini hızlandırmak için benimsenmesine ihtiyaç duyulan bir liderlik tarzının olması ileri sürülmektedir. Bununla birlikte dönüşümsel liderlik de tartışma konusu olmuştur. Gerçek liderlik, işlemsel liderlik gibi bazı liderlik tarzları öğrenme, bilgi ve inovasyon entegresinde tartışılmaktadır. Endüstri 4.0'ın uyum sağlayabilmek için dönüşümsel liderlikten çok daha fazlasına ihtiyaç duyulduğu ileri sürülmektedir. Çünkü dönüşümsel liderlik; etki etmek, ilham vermek, motivasyon ve vizyon sağlamak konusunda ideal olduğu ifade edilmektedir. Bilgiye, inovasyona, öğrenmeye odaklanması gereken Endüstri 4.0'a hem dönüşümcü liderlik hem de işlemsel liderlik tarzını kapsayan bilgi



odaklı liderlik tarzı önerilmektedir. Bilgi odaklı liderlik tarzı öğrenmeye ve yeniliğe özgü olmasına rağmen Endüstri 4.0'da yenilikçi rol modelleme ve mentörlük gibi kavramlarla genişletilmesi gerektiği belirtilmektedir. İşletmelerin Endüstri 4.0 ile uyumlu olmasında genişletilmiş bilgi odaklı liderlik tarzının inovasyona olumlu yönde etkisinin olacağı ve öğrenmenin daha hızlı olması savunulmaktadır (Shamim et all, 2016: 5312).

## 2.5. İŞ İLİŞKİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLER

Endüstri 4.0 dijital devrimi dünyamızı ve endüstrileri dönüştürmektedir. Bu yüzden Endüstri 4.0, kuruluşlardaki yükü yönlendiren güçlü bir İş İlişkileri Yönetimi (Business Relationship Managment) yeteneğine daha da ihtiyaç duymaktadır. Yöneticiler her zamankinden daha fazla, işletmelerin daha da teknolojik olarak büyümesini aracı olması gerekmektedir. Değer üretme, büyüme ve performans değişiklikleri hakkında saldırgan düşünceleri gerekmektedir(Brusnahan, 2018).

İşletmelerin değer zinciri üzerindeki etkisinin yanı sıra Dördüncü Endüstri Devriminin iş ilişkileri üzerindeki etkisini göz ardı etmek mümkün değildir. Tedarik zinciri düzeyinde, öncelikle tedarikçiler ile müşteriler arasındaki ilişkilerin haritası çizilmesi önerilmektedir. KPMG, gelecekteki eğilimin "eski rakiplerin birlikte çalışması ve sektörel ittifakların ortaya çıkması" konusunda öngöründe bulunmuştur. Bunun yanı sıra işletmeler çevre ile ilişkileri değiştirmesi ve bir kez daha toplumları tamamen yeniden şekillendirmeye yenilikçi katkılarını vermesi tahmin edilmektedir, çünkü toplumların yenilik odağı firmalara dayanmaktadır. (KPMG, 2016: 10, Piccarozzi, 2018: 17).

İnternet sayesinde tedarikçi, üretici ve müşteri faaliyetleri mümkün olduğunca verimli bir şekilde koordine etmek için tüm ilgili veri ve bilgilere anında bulut teknolojiden erişilebilecekleri tek bir dijital ekosistem yaratılması fikri ortaya atılmıştır. Diğer taraftan gelecekçi uzmanlar (futuristler) da bu öngörünün gerçekçi bir hedef olmadığını öne sürmüştür. Yakın bir gelecekte tek bir dijital ağla birleşme olmasa bile, tedarikçiler ve müşterilerle ilişkilerin değişmesi iddia edilmektedir. Müşterilerin

beklentileri, tedarikçiler için ön plana çıkmaktadır: müşteriler siparişlerin yerine getirilmesi ve ürün geliştirmede hız ve esneklik talep etmektedir. PwC'nın yaptığı araştırma gösteriyor ki bulut teknolojide toplanan veriler, veri analiziyle sadece üretim sürecinin geliştirilmesi değil, aynı zamanda müşteri odaklı bir tedarik zincirinin oluşturulması için de kullanılabilen, müşteri ihtiyaçlarını daha iyi anlamayı ve düşünmeyi sağlayarak üretimdeki faydasıyla sınırlı kalmamaktadır (Nagy vd., 2018: 5-6). Bir başka örnek ise Nesnelerin İnterneti ile durum izlemeyi etkinleştirerek makineden, tesisten ve lojistik sistemlerinden daha iyi sonuçlar elde etmek için canlı veriler başarıyla kullanıldığında, müşteri bu konuda bilgi edinmesi öngörülmektedir. Dolayısıyla ürünün üretim aşamasından teslim aşamasına kadar her anı takip edilmesiyle müdahale imkânının müşteride olması ifade edilmektedir (<https://www.sikich.com/insight/industry-4-0-business-model-transforms-relationships/> Erişim Tarihi: 23.07.2019).

Genel olarak, sayısallaştırma yoluyla elde edilen önemli miktarda veri, şirketin tüm alanlarını etkilemektedir. Böylece şeffaflığı, entegrasyonu ve tasarılabilirliği geliştirmekte ve müşteri ihtiyaçları ve bunları yerine getirmek için gereken bireysel işler hakkında daha fazla bilgi sağlamaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0 tamamen yeni değer yaratan iş alanları yaratmaktadır; örneğin, ürün tasarımı ve geliştirme ve veri güvenliği gelecekte çok daha önemli hale geleceği ifade edilmektedir (Porter and Heppelman, 2014).

## 2.6. İŞLETME STRATEJİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kurumsal Strateji, belirsizlik koşulları altında kısa ve uzun vadede kurumsal performansı artırmak için bir şirketin kararlarını ve eylemlerini yönlendiren bir dizi rehber ve itici güçtür. Piyasa stratejisi, maliyet stratejisi, hacim stratejisi, yeni ürün stratejisi, ücret arbitrajı, yeni piyasa stratejisi bunların hepsinin bir şirketin performansını artırmak için üstlendiği birçok kurumsal strateji vardır. Şirket, kurumsal performansı artırmak için tüm bu stratejilerle birden fazla düzeyde çalışmaktadır. Bir stratejinin rolü sadece gelirleri artırmak veya girdi maliyetlerini azaltmakla sınırlı değildir. Marka değeri yaratma, yeni pazar giriş, kredi derecelendirmesi, gibi devlet

projelerini kazanma yeteneği ve daha fazla pazara erişim içerir. Dolayısıyla, kurumsal performans, kârlılığa dar bir şekilde bağlı olmayıp aynı zamanda karlılık, hayatta kalma, kredi notu, uzun ömürlülük, kamu fonlarını çekme yeteneği, marka değeri ve piyasaya giriş ve piyasaya nüfuz etme gibi daha geniş içeriğe sahiptir(Agrawal vd., 2018: 165).

Yeni bir teknolojiyi kör bir şekilde absorbe etmek yatırım başarısızlığı risklerini artırabilirken, zamanında benimsememek de pazarda tam anlamsızlığa yol açacaktır. Bunun en basit örneğini Nokia yaşamıştır; akıllı telefon için çok geç adım atmasıyla diğer markalar karşısında geri planda kalmış ve sonucunda da rekabeti kaybetmitir. Endüstri 4.0'ın verdiği vaat üzerindeki yüksek itici güç göz önüne alındığında, birçok şirket geleceği stratejiye dönüştürmek için önemli sermaye yatırımları yapmaktadır. Zamanında kabul edilmemesi nedeniyle ilgisizlik riski ilk sermaye harcamasına ağır basmaktadır (Sosna vd. 2010). Sonuç olarak, şirketlerin yeteneklerini, öğrenme ve daha sonra da hareketlerini buna göre öncelik sırasına koyma yetenekleri üzerinde düşünmeleri önemlidir.

Önceki endüstri devrimlerinde gözlemlendiği gibi, devrimin her aşaması yeni örgütsel tasarımlar ve yeni bir beceri seti gereksinimi getirmiştir. Endüstri 4.0'ın karmaşıklığı yeni organizasyon yetenekleri ve kaynakları gerektirecektir. Endüstri 4.0'ı entegre etmeden önce, şirketler mevcut yeteneklerini, pazar ortamını ve kurumsal stratejilerini yansıtmak zorundadır. Kuruluşun gelişen teknolojileri öğrenme, değişen sanayi ve pazar manzaralarını haritalama becerisiyle, Endüstri 4.0 Teknolojisinin başarılı bir şekilde absorbe edilmesinde çok yardımcı olacaktır (Agrawal, 2018: 166-170).

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARINA İLİŞKİN ALGILAR: OTOMOTİV VE TEKSTİL SEKTÖRÜ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

### 1. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Bu bölümde Endüstri 4.0 uygulamalarına ilişkin otomotiv ve tekstil sektörü üzerinde algıyı incelemek için bir nitel araştırma yapılmıştır. Öncelikle araştırmanın amacı, problemi ve soruları yer almaktadır. Sonrasında ise araştırmanın evreni ve örneklemini belirtilmiştir. Ve nihayetinde araştırmanın modeli, verilerin nasıl toplandığı ve yapılan analizin yöntemi detaylı olarak işlenmektedir.

#### 1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Teknolojik gelişmeler her organizasyonda önemli bir rol oynamaktadır. Küreselleşmiş bir ortamda rekabet gücünü korumak için, üretim işletmelerinin üretim sistemlerini sürekli geliştirmeleri ve pazarın değişen taleplerini karşılaması gerekmektedir (Pedersen vd., 2016: 282). Günümüzde endüstriyel şirketler ürünlerin bireyselleştirilmesinin artması, kaynak verimliliğinin artırılması ve pazara girme süresinin kısaltılması gibi zorlukların üstesinden gelmek için Endüstri 4.0 terimi üzerinde durmaktadırlar (Rennung, Luminosu ve Draghici, 2016: 373). Çünkü Endüstri 4.0 bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve endüstriyel teknolojinin entegrasyonuna dayanmaktadır. Endüstri 4.0'ın amacı ise üretim sürecinde yer alan insanlar, ürünler ve cihazlar arasında anlık etkileşimlere olanak sağlayan, kişiselleştirilmiş ve dijital ürün ve hizmetlerin oldukça esnek bir üretim modelini oluşturmaktır. Bu sayede endüstriyel üretkenliğin %30 artacağını Almanya Elektrik Endüstrisi Birliği öne sürmektedir (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2147). Ortaya çıkan bu gerçekler ışığında, Endüstri 4.0 kuruluşlarının stratejik dönüşümü ve değişimi kaçınılmaz hale gelmektedir.

Bu çalışmada, dördüncü endüstri devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0'ın otomotiv ve tekstil sektöründeki etkilerine ilişkin algıyı ortaya koymak amaçlanmıştır.

## 1.2. ARAŞTIRMA PROBLEMİ VE SORULARI

Her örgütün gelecekte ayakta kalması için Endüstri 4.0 rekabetçi ortamda önemli bir strateji hedef olarak görülmektedir. Endüstriyel şirketler, tüketici tarafından talep edilen ürünlerin bireyselleştirilmesi, kaynak verimliliğinin artırılması, pazara girme süresi gibi zorlukların üstesinden gelebilmek için Endüstri 4.0 ilgi odağı haline gelmiştir. Bu bağlamda Endüstri 4.0'ın örgütler üzerindeki etkilerin neler olduğu temel problem belirlenmiştir. Bundan dolayı temel problem öncülüğünde aşağıdaki sorular araştırılmaktadır:

- Endüstri 4.0'a örgütlerin katılma sebebi nedir?
- Endüstri 4.0'ın işletmenin temel fonksiyonlarını nasıl etkileyecektir?
- Endüstri 4.0'ın örgüte entegre edilmesiyle ne tür değişiklikler olabilir?

## 1.3. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ

Bu araştırmanın evreni, Bursa ilinde otomotiv ve tekstil sektöründe üretim yapan işletmeler oluşturmaktadır. Önceki endüstri devrimleri ürün üretme şeklini değiştirmesiyle başlamış, işletmeler ürettikleri ürünleri daha verimli, etkili kılmak, performanslarını arttırmak amacıyla işletmeyi kökten tamamen yeniden şekillendirilmiştir. Zamanla işletmeler odağını, rekabet avantajını, kaynağını, pazar yönelimini değiştiren yeni teoriler ve de iş modelleri ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 da değer yaratma, rekabet edebilme, strateji oluşturma, başarılı olma ve tüm bunları fiilen uygulama şeklini değiştirme yolu üzerinden ilerlemektedir ve bu konun henüz başında yer almaktadır. Buradan yola çıkarak, Endüstri 4.0 uygulamaların ilişkin algı çalışması nitel araştırma metoduyla incelenmektedir.

Nitel araştırmalarda mevcut olan gözlem, görüşme gibi veri toplama metotları maliyetli ve zaman bakımından geniş bir örnekleme çalışmayı güç hale getirmektedir. Bundan ötürü, nitel araştırmalarda genelleme kaygısına yer vermeden olabildiğince evrende bulunabilecek bütün zenginliğe, farklılığa ve çeşitliğe bütüncül olarak ulaşma gayretindedir. Bu dolayı, nitel araştırmaların çoğu zaman az sayıda örnekleme çalışılmaktadır ve elde edilen sonuçların toplumun tamamına genelleme veya kesin sonuçlara ulaşma kaygısı güdülmemektedir (Yıldırım, Şimşek, 2018:114).

Nitel araştırmalarda, olasılıklı olmayan örnekleme metotlarının kullanımı oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Amaca Yönelik Örnekleme bu metotlar arasında yer almaktadır ve bilgi bakımından zengin olan durumların ve de olguların yoğun olarak tetkik edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu metotla örneklemin tercihinde, evreni ifade etme gücünden daha çok katılımcıların çalışmanın amacıyla alakadar olması önem göstermektedir (Güler vd.,2015:94-95). Bu çalışmanın örneklemi belirlenir iken olasılıklı olmayan örnekleme metotlarında yer alan amaca yönelik örnekleme kullanılmıştır. Bursa'da otomotiv ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren iki otomotiv, iki tekstil olmak üzere dört üretim işletmenin, insan kaynakları yöneticisi, ar-ge yöneticisi, üretim birimi yöneticisi ya da iş geliştirme birim yöneticisi ile görüşülmüştür. Görüşme için diğer altı üretim işletmesi ise yıllık izinler, yoğunluk, bilgi gizliliği ya da yeteri kadar bu alanda bilgiye sahip olmadıkları gerekçesi ile görüşme talebi olumsuz karşılanmıştır. Görüşülen dört üretim işletmesi ile firma isminin gizli olması tutulmasından ötürü firmalara otomotiv sektöründe olan iki firma için O1 Görüşmecisi ve O2 Görüşmecisi, tekstil sektöründe olan firmalar için T1 ve T2 Görüşmecisi olarak nitelendirilmektedir.

#### 1.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Otomotiv ve tekstil sektörlerinde Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalara başlayan üretim işletmelerinde, dördüncü endüstri devrimi olarak ifade edilen Endüstri 4.0'ın etkilerini incelemek için çalışmada nitel araştırma metodu kullanılmaktadır. Belirli bir içeriği detaylamasına incelemeyi amaçlayan nitel araştırma; deneyimleri, problemleri,

çalışılan konuyu genelleme çerçevesinde kaygıya yer vermeden, bütüncül bir yaklaşımla konuyu ele almakta, neden sonuç ilişkisine yer verilmemektedir (Yıldırım, Şimşek, 2018: 56). Nicel verilere çok fazla yer verilmeyip sözlü ifadeler söz konusudur. Bu araştırma metodunda olaylar kendi bağlamı içinde incelenmekte, doğal ortamında yorumlama ve bir anlam ortaya çıkarma gayretindedir (Güler, 2015: 40-41).

Nitel araştırmalarda, araştırma boyunca izlenen stratejileri, yöntemleri belirleyen yaklaşım tarzını nitel araştırma deseni olarak nitelendirilmektedir ve adeta rehberlik görevi üstlenmiştir. Çünkü çalışmada araştırmacıya tutarlı olmasını ve amaca uygun bir yol tutması için rehberlik etmektedir. Nitel araştırma desenine sosyal bilimler literatüründe araştırma yaklaşımı, araştırma geleneği ve araştırma stratejisi farklı isimlendirmeler de görülmektedir (Güler, 2015: 173). Bu çalışmanın deseni olgubilim (fenomenoloji) çalışmasıdır. Olgubilim deseni bir vakada farkında olunup ancak derinlemesine ve detay içeren bir anlayışa sahip olunmayan vakalar odak konusudur. Bu vakalarla günlük hayatta farklı şekillerde karşılaşmak mümkündür. Ancak bu yabancı olmayış vakaları tam olarak anlaşıldığı anlama gelmemektedir. Dolayısıyla araştırmacıya uzak olmayan ancak tam anlamıyla da kavranamayan vakaları araştırmayı amaçlayan çalışmalarda olgubilim (fenomenoloji) deseni uygun seçenek olduğu ifade edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018: 69). Bu sebepten ötürü çalışmada olgubilim deseni seçilmiştir.

#### 1.5. VERİ TOPLAMA METODU

Nitel araştırmalarda görüşme, odak grup görüşmesi, gözlem ve doküman inceleme veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Bu araştırmanın veri toplama aracı görüşme tekniğidir. Sosyal bilimler alanında görüşme, sık kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Görüşme dünü, bugünü ya da yarınla ilgili görüş, davranış ya da tutumu hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılmaktadır. Araştırmacı yaptığı görüşmede not tutmakta ve tutulan bu notlar sonrasında veri analizi için kağıda dökülerek yazılı hale getirilmekte ve böylece veri seti haline getirilmektedir (Yıldırım, Şimşek, 2018:130).

Veri toplama aracı olan görüşme üçe ayrılmaktadır: ilki yapılandırılmış görüşme, ikincisi yapılandırılmamış görüşme ve üçüncüsü yarı yapılandırılmış görüşme olmak üzere üç gruptadır. Bu araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Bu teknikte araştırmacı görüşeceği kişiden öncelikle randevu almaktadır ve araştırmacı araştırma soruları kapsamında önceden hazırlamaktadır ancak görüşmenin gidişatına göre sorularda değişiklik yapabilir, araştırmayı bozmamak şartıyla açık uçlu sorular yöneltebilmektedir. Sağladığı bu esneklik ile birlikte araştırmanın, yarı yapılandırılmış görüşme seçeneğini kullanılmasında etken olduğunu ifade etmek mümkündür (Güler, 2015: 115).

Yarı yapılandırılmış görüşme olarak tasarlanan araştırma, 19 sorudan oluşan görüşme formu tasarlanmıştır ve ekte yer almaktadır. Soruların hazırlanma sürecinde ulusal ve uluslararası yazın inceleme yapılmıştır. Ardından uzman kişilerin desteği ile sorular tasarlanmıştır. Araştırma yapılan firmalara, internet sayfalarında yer alan iletişim formları, telefon aracılığıyla, yöneticilerin linkedin hesapları ve birebir fabrikaya ulaşarak görüşme için randevu isteği belirtilmiştir. Burada dikkat edilen nokta, çalışmada firma isminin kullanılmaması belirtmek olmuştur. Altı firmadan çeşitli sebeplerden dolayı olumsuz yanıt alınmıştır. Araştırmaya katılımı kabul eden firmalardan, insan kaynakları yöneticisi, iş geliştirme yöneticisi, üretim birimi yöneticisi ve ar-ge yöneticisi olmak üzere dört yönetici ile görüşülmüştür. Burada farklı yöneticilerle görüşülmesinin sebebi her firmanın Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalarının söz konusu birim bünyesinde yapılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca görüşmeden önce hazırlanan sorulara, görüşmenin akışına bağlı olarak ek sorular yer almıştır. Görüşme yöneticilerin yoğunluklarına bağlı olarak yarım saat ile bir buçuk saat arasında değişen sürelerde gerçekleştirilmiştir.

## 1.6. VERİ ANALİZ METODU

Araştırma kapsamında sorulara verilen yanıtlar için betimsel analiz yönteminden faydalanılmıştır. Betimsel analizde, elde edilen bulgular önceden belirlenen temalar ile özetlenmesini ve böylelikle yorumlanmasını içermektedir. Nitel veri analiz metodlarından olan betimsel analizde, görüşmecilerin görüşlerini çarpıcı olarak



yansıtılabilmek amacıyla sık sık doğrudan alıntılar yer almaktadır. Bu analizin temel gayesi elde edilen bulguların okuyucuya, düzen çerçevesinde özetlenerek sunulmasıdır (Yıldırım, Şimşek, 2018:242).

Veri analizinin ilk aşamasında görüşmecilerin verdiği yanıtlar yazılı hale getirilmiştir. Elde edilen verilerin hangi tema altında yer alması gerektiği belirlenmiştir. Ardından düzenlenen veriler tanımlanarak özet haline getirilmiş ve doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

## **2. ARAŞTIRMA BULGULARININ ANALİZİ**

Bu bölümde görüşmecilere yöneltilen görüşme sorularının cevapları ve elde edilen bulgular detaylıca açıklanmaktadır.

### **2.1. ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖRGÜTLERDEKİ YERİ**

Görüşmecilere endüstri devrimlerinin varlığı hakkında soru sorulduğunda birbirine benzer cevaplar verdiği görülmüştür. Dolayısıyla ilk üç endüstri devrimi olan; ilki su ve buhar gücü kullanımı, ikincisi seri üretime geçiş ve elektrik gücü kullanımı, üçüncü olarak robotik sistemlere geçiş olduğu belirtilmiştir. Günümüzde ise dördüncü aşama geçiş aşaması olan dijital dönüşümden bahsedilmiştir. Ve bu ortak ifadelere görüşmeciler ek anlatımlarda bulunmuştur.

O1 görüşmecisi olan İş Geliştirme Yöneticisi ek olarak belirttiği söyleyişler şu şekildedir:

*“Klasik olarak yapılan sınıflandırma gerçekten de bu aşamaları çok güzel özetliyor. Ben klasik 4 maddeye ek olarak ilk maddeye ilkel el aletlerinin bulunması ve kullanılmasını ekleyebilirim. Bu aşama aslında ilk kıvılcımdır.”*

T2 görüşmecisi olan İnsan Kaynakları Yöneticisi ise endüstri devrimlerinin önemini şu şekilde ifade etmektedir:

*“Endüstri devrimleri dünyadaki tüm yaşamsal dengeyi etkilemektedir.”*

Endüstri 4.0’ın ne anlama geldiği ve Endüstri 4.0’ın hangi paradigmalardan (teknolojilerden) oluştuğu sorusu yöneltildiğinde elde edilen bulgular makine vd. araçların dijitalleşmesi, üretimi online olarak takip etme ve müdahalede bulunma, makinenin kendi kendine üretimi takip etme özellikleri öne çıkmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0’ın paradigmaları olarak nesnelerin interneti, bulut teknoloji, büyük verinin ifade edildiği göze çarpmaktadır.

İş Geliştirme Yöneticisi olan O1 görüşmecisi soruyu şu şekilde anlatmaktadır:

*“Endüstri 4.0 artık makinaların veya sistemlerin en doğru kararı kendi içinde otonom olarak verip bu kararları uygulaması aşamasıdır. Tabii en basit tabiri ile bunu bu şekilde özetleyebiliriz. Endüstri 4.0 kavramı denince akla; IoT, Yapay Zeka, Akıllı Robotlar ve Big Data gelir.”*

Üretim Birimi Yöneticisi olan O2 görüşmecisinin Endüstri 4.0’ın tanımını şu şekilde yapmaktadır:

*“Endüstri 4.0 robotik sistemlerin dijitalleşmesi ile üretimin çevrimiçi olarak kontrol edilebilmesi ve sanal kontroller ile üretimi takip edebilmektir.”*

Ar-ge Yöneticisi olan T1 görüşmecisi Endüstri 4.0 için henüz hazırlık aşamasında olan bir firmadır. Verilen cevap şu şekildedir:

*“Endüstri 4.0 bilim teknolojilerinin sanayide kullanımı şeklinde ifade edebilirim. 9 farklı teknolojiye dinlemiştim. Simülasyon, sistem entegrasyonu, nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut sistemi, dijital olarak zenginleştirilmiş ürünler, artırılmış gerçeklik, big data kullanımı, otonom robotlar.”*

T2 görüşmecisinin İnsan Kaynakları Yöneticisi de henüz Endüstri 4.0 farkındalığı olan ve gerekli çalışmalara henüz yeni başlayan bir firmadır ve verdiği cevaplar şu şekildedir:

*“Tüm üretim proseslerinin bilgisayarlaşma süreci, bulut teknoloji, üç boyutlu yazıcılar, az sermaye ile fazla kazanımdır.”*

Yöneticilere buldukları firmanın hangi endüstri devriminde bulunduğu sorusu yöneltildiğinde; O1 İş Geliştirme Yöneticisi Endüstri 3 ile 4 arasında ileriye doğru yol aldığını, O2 Üretim Birimi Yöneticisi yüzde 80 ile 90 arasında Endüstri 4.0 seviyesine ulaştıklarını, T1 Ar-ge Yöneticisi ve T2 İnsan Kaynakları Yöneticisi ise Endüstri 3.0 seviyesinde olduğu ifade etmişlerdir.

O1 İş Geliştirme Yöneticisi yönetilen soruyu şöyle yanıtlamıştır:

*“Şirketimiz iş yapış modeli olarak ve bulunduğu endüstri dalı olarak emek yoğun bir firmadır. Buna rağmen firmamız bulunduğu çağın tüm teknik ve teknolojik imkanlarını/kabiliyetlerini kullanmaktadır. Endüstri çağını 4'e ayırdığımızı düşünürsek firmamız 3 ile 4 arasında ileriye doğru yol almaktadır. Yaptığımız araştırmalar ve çalışmalara göre, piyasada bulunduğu sektörde dijitalleşme ortalamaların üstünde bir konumdadır.”*

O2 Üretim Birimi Yöneticisi Endüstri 4.0 konusunda bulunduğu firmayı, diğer firmaların örnek aldığını şu şekilde ifade etmiştir:

*“Türkiye’de şirket olarak Endüstri 4.0’ın öncüleri arasında yer alıyoruz. Diğer şirketler Endüstri 4.0’ı kendi fabrikalarına uygularken bizi örnek alıyorlar.”*

Endüstri 4.0’ın günlük yaşantı ile nasıl bir bağlantısı olduğu sorulduğunda iki farklı cevap alınmıştır. İlk olarak Endüstri 4.0’ın çalışma ortamında konforu sağlamaya yönelik olduğu, hali hazırda kullandığımız akıllı telefonların üretime entegre edilmesi söz konusu olmuştur. İkincisi ise henüz çalışma aşasında olan tekstil firmaları bulut

teknoloji sayesinde dosya saklama, satın alınan ürünlerde QR kodlarının yer almasından bahsedilmiştir.

O1 görüşmecisinin İş Geliştirme Yöneticisinin verdiği cevap şu şekildedir:

*“Firmamız günümüzün en önemli saatlerini geçirdiğimiz yerdir. Burada iş yapışımızda sağlayacağımız en ufak gelişme bile hayat kalitemizi artıracaktır. Bizler çalışmalarımızı yaparken çalışanlarımızın günlük hayatlarındaki konforlarını da artırmayı hedefliyoruz.”*

O2 görüşmecisinin Üretim Birimi Yöneticisi cevabı şöyledir:

*“Günlük hayatta yaygınlaşan internet ve akıllı cihaz kullanımı üretimdeki robotik sistemler ile bütünleşmiştir.”*

Ar-ge yöneticisi olan T1 görüşmecisinin ifadesini şu şekilde belirtmiştir:

*“Günlük hayatta en fazla bulut sistemi kullanılmaktadır. Birçok dosya cd ve usb yerine bulutlarda saklanmaktadır. Satın alınan ürünlerde de genellikle QR kod kullanılarak dijital olarak zenginleştirilmiş ürünlere rastlanmaktadır. Simülasyonlar ve artırılmış gerçeklik ile ilgili teknolojik ürünlerse günlük hayatta eğlence sektöründe karşılaşılmaktadır.”*

Yöneticilere, bağlı olduğu firmalar için Endüstri 4.0'a katılma sebebi sorulduğunda çağa uyum sağlamak, kaliteli ürün üretmek ve rekabet ortamında rakiplerle yarışabilmek amacıyla bu yeni trende uyum sağlama gerekliliği duyduklarını ifade etmişlerdir.

Görüşülen O1 Görüşmecisi İş Geliştirme Yöneticisi bu konudaki ifadeleri şöyle anlatmaktadır:

*“Endüstri 4.0 firmamız için bir ihtiyaç. Gelişen teknolojiyi ve imkanları kullanarak yapmakta olduğumuz işleri daha ölçülebilir ve yönetilebilir mecralara sokmuş oluyoruz. Böylece firmamızın kalite ve verimliliğinde artış sağlayarak piyasadaki rakiplerimizle daha güçlü bir şekilde mücadele edebiliyoruz.”*

O2 Üretim Birim Yönetici Endüstri 4.0’a katılma sebebini şu şekilde açıklamıştır:

*“Rekabetçi piyasa şartlarında rakipler ile maliyet ve kalite konularında rekabetçi olabilmek adına teknolojiyi yakından takip ediyoruz.”*

Ar-ge Yöneticisi olan T1 neden Endüstri 4.0’a katıldığını *“Mevcut teknolojik gelişmeleri takip edip çağın gerisinde kalmamak”* şeklinde ifade etmiştir.

Tekstil firmasında İnsan Kaynakları Yöneticisi olan T2 Görüşmeci Endüstri 4.0 için katılma gerekçesini şu sözlerle belirtmektedir:

*“Çağa ayak uydurarak, daha yenilikçi çözümler ile üretim, müşteri, dağıtım gibi süreçlerinde hızlilik, verim artışı, daha kalite odaklı ilerlemesi amacıyla Endüstri 4.0 sürecine katılmıştır.”*

## 2.2. ENDÜSTRİ 4.0’A GEÇİŞ SÜRECİ

Firmaların görüşülen yöneticileriyle Endüstri 4.0’a geçiş sürecinde ne tür engellerle karşılaşılacağı sorusu sorulmuş, elde edilen bulgular kalifiyeli insan kaynağının bulunmaması, yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve geçmişi büyük olduğu ifade edilen firmanın eski alışkanlarından kurtulması gerektiği verileri elde edilmiştir.

O1 Görüşmeci İş Geliştirme Yöneticisi soruya şu şekilde cevap vermiştir:

*“Firmamız bir dönüşüm sürecinde. Günümüzde bahsi geçen engeller elbette ki mevcut. Geçmiş büyük olan bir firma olduğumuz için bazı noktalarda hala eski alışkanlıklarımızdan kaynaklı sorunlar yaşayabiliyoruz. Kurum kültürünün bu yönde evrilmesini sağlamak en zor engelimiz diyebiliriz.”*

Görüşülen O2 Üretim Birimi Yöneticisi karşılaşılabilecek engelleri “Dönüşüm sürecinde bu alanda işinin uzmanı olan kişiler ile çalışılmak gerektiğini aksi takdirde küçük eksiklikler/sorunlar büyüklerine yol açabilir.” şeklinde çalışanın niteliğine vurgu yapmıştır.

Ar-ge Yöneticisi olarak görev yapan T1 Görüşmecisi de nitelikle çalışanın olmasına gerektiğini belirterek şu açıklamada bulunmuştur:

*“Kalifiye insan kaynağının yeterli gelmemesinden dolayı personel eğitiminde yaşanan zorluk ve yatırım maliyetlerinin eğitiminde yaşanan zorluk ve yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu başlıca engellerdir.”*

T2 Görüşmecisi İnsan Kaynakları Yöneticisi de diğer görüşmecilerle ortak fikirde olup çalışanın eğitiminin önemi ifade ederek şu sözleri söylemiştir:

*“Tüm çalışanların bu konuda doğru, uygulanabilir eğitimi konusunda engelle karşılaşabiliriz. Eğitim düzeyinde ki farklılıklar, verilen eğitimlerin davranışa dönüştürülmesi emek ve zamanla gelişecek durumdur. Her firma kültürü bu entegrasyon sürecine ayak uyduramayabilir veya daha geç ayak uydurabilir.”*

Görüşme gerçekleştirilen yöneticilere ilgili firmada Endüstri 4.0 ile birlikte ne tür değişimler yapılacağı sorulmuştur ve görüşmenin başında sorulan Endüstri 4.0'ın paradigmaları (teknolojileri) ilgili bir takım değişikliklerin olduğu belirtilmiştir. Geçiş sürecinde olan tekstil firmaları için de bu söz konusu teknolojiler olabileceği konusunda cevap vermiştir.

O1 Görüşmecisinin değişimler hakkında verdiği cevap şu şekildedir:

*“Şirketimiz şu anda big data, akıllı robotlar ve machine learning üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmektedir.”*

O2 görüşmecisi ise büyük bir çoğunlukla bu teknolojilerin uygulanmış olduğu ve bazı çalışmaların halen olduğundan bahsetmiştir:

*“Endüstri 4.0 kapsamında robotik sistemler ve seri üretim hattı siber sistemler ile entegre edildi. Yazılımlar üzerinden dünyanın her yerinde üretim kontrol edilebilir hale geldi ve hala birtakım çalışmalar sürmektedir.”*

Tekstil sektöründe Ar-ge Yöneticisi olan T1 Görüşmecisi ise görüşleri şöyledir:

*“Endüstri 4.0 hakkındaki mevcut bilgi birikimimiz ile ilk akla gelen değişimler büküm departmanında otonom robot kullanımı ve VR gözlükler ile fabrika ziyareti deneyiminin müşterilere yaşatılmasıdır.”*

Tekstil sektöründeki T2 Görüşmecisi olan İnsan Kaynakları Yöneticisi ise olası değişimlerin *“ERP programlarının devralınması, gerekli eğitimlerin şirket içi ve şirket dışından temin edileceği”* şeklindeki ibaresiyle cevabı kısıtlı bırakmıştır.

Görüşmeci Yöneticilere Endüstri 4.0’a geçiş süresinin ne kadar olabileceği sorusu yöneltilmiştir. Otomotiv sektöründe yöneticiler Endüstri 4.0’a geçişin halen devam ettiği ve 4 yıl bir süre öncesinde başladığı belirtilmiştir. Tekstil sektöründeki yöneticilerinden T1 Ar-ge Yöneticisi henüz geçişin başlamadığını ancak 2 yıl süreceğini ifade etmiş, T2 İK Yöneticisi ise belli bir süre vermemiştir.

O1 Görüşmecisi İş Geliştirme Yöneticisinin yanıtı şu şekildedir:

*“Şirketimiz bu yola yaklaşık 4 sene önce çıktı ve şu an büyük bir hızla yoluna devam etmektedir. Daha fazla veri toplayıp bu verileri anlamlandırmaya çalışacağız.”*

O2 Görüşmecisi Üretim Birimi Yöneticisi sorunun cevabını şöyle açıklamıştır:

*“Endüstri 4.0’ın yaygınlaşma süreci halen daha devam ediyor. Tam anlamıyla bir üretim tesisini Endüstri 4.0’a geçirebilmek iş gücü ve çalışan yetkinliğine göre değişkenlik gösteriyor.”*

### 2.3.ENDÜSTRİ 4.0’IN ETKİLERİ

Yapılan görüşmelerde firmaların üretim bölümünde Endüstri 4.0’ın entegre edilmesiyle nasıl değişimler olacağı görüşmecilere sorulmuştur. Elde edilen bulgular üretimde bir kez daha nitelikle iş gücüne ihtiyaç olduğu vurgulanmış, mavi yaka sayının giderek azalacağı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra kalite ve verimlilik artışı, hata oranının azalacağı belirtilmiştir. Ayrıca bulut teknoloji ve siber fiziksel sistemlerin kullanılmasında siber saldırıların olabileceğinden bahsedilmiştir.

O1 Görüşmecisi İş Geliştirme Yöneticisi yönetilen soruların yanıtları şu şekildedir:

*“Yeni teknolojilere daha hızlı adapte olabilmek ve veriyi daha faydalı kullanabilmek konularında gelişim ve değişim olabilir. Endüstri 4.0 uygulanmasıyla tüm üretim dallarında etkilenme olması beklenmektedir. Özellikle montaj ve kaynak hatlarında öncelik alanındadır. Ayrıca Nesnelerin İnterneti ve Bulut Teknoloji demek daha fazla anlamlı veri demek daha şeffaf, verimli ve kaliteli bir firma demektir. Ancak bu aşamada bulut sistemi firmamız için uygun bir yöntem değildir (güvenlik sebepleri). Bunun yanı sıra Siber Fiziksel Sistemler insan gücünden makine gücüne kayışı hızlandırır. 24 saat çalışan sistemler, daha az hata ve daha verimli üretim oluşturması beklenmektedir.”*

O2 Görüşmecisi daha çok personelin kalifiyeli olması yönünde yanıtlar vermiştir ve şu şekildedir:

*“Endüstri 4.0 geçişi sırasında bilgisayar ve yazılım alanlarında uzman kişilere ihtiyaç duyulmaktadır. İlave olarak sürecin işleyişinin kontrol edilebilmesi ve bakım*



*süreçleri için de alanının uzmanı Bilgisayar ve Yazılım mühendislerine ihtiyaç vardır. Bunun dışında Siber Fiziksel Sistemler ile üretim yönetildiği için çevrimiçi saldırılara karşı savunma sistemleri çok iyi çalışmalı. Aksi halde saldırılar sonrasında üretim duruşuna gidecek problem yaşanabilir.”*

T1 Ar-ge Yöneticisinin görüşleri verimlilik ve çalışan niteliğe üzerine soruları cevaplamıştır:

*“Üretimde otonom robotların kullanıldığı bölümler olabilir. Veri toplama ve bu verinin anlamlı hale getirilmesiyle karar verme süreçlerinin daha hızlı ve daha etkin hale gelmesi sağlanabilir. Üretim hızı artarken, hata oranları düşebilir. Müşteriye ürün sunumu farklılaşabilir. VR, AR sistemleri ile daha etkili sunum teknikleri geliştirilebilir.*

*Akıllı fabrika sistemleri ile niteliksiz işgücünün otonom robotlar tarafından gerçekleştirilmesi, birbiriyle haberleşen nesnelere sayesinde daha az insan ile aynı üretimin gerçekleşmesi fabrikalarda daha kalifiye insanların istihdam edilmesi gibi sonuçlar doğuracaktır.”*

İK Yöneticisi olan T2 Görüşmecisi benzer olarak verimliliğin artacağı, siber saldırılar konusunda endişe olduğu yönünde soruyu cevaplamış ve ifadeleri şu şekildedir:

*“Özellikle çalışanlar arasında iletişim azalmaktadır, buda kişilerin birebir bağ kurmasına dolayısıyla kişilerin daha otonom hareket etmesine sebep olmaktadır. Nesnelere interneti daha hızlı bilgi aktarımı, veri depolamanın daha az maliyetle daha güvenilir kanallarda takip edilmesi, iş gücünün azalması, birim maliyetlerinin düşmesi, hata oranlarının düşmesi gibi alanları etkilenmiştir. Ayrıca Siber Fiziksel Sistemlerde kişisel verilerin korunmasında güçlükler yaşanabilir.”*

İlgili yöneticilere Endüstri 4.0'ın insan kaynaklarını etkisi nasıl olabilir yönünde soru yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular insan kaynağında belli bir süre dalgalanma olacağı, işe alım aşamasının klasik yöntemlerinin yerini kaybedeceği ve zamanla

fabrikalarda insanların azalmasıyla karanlık fabrika teriminin gün yüzüne çıkacağı ifadelerine ulaşılmıştır.

İş Geliştirme Yöneticisi olan O1 Görüşmecisinin ifadeleri şöyledir:

*“İnsan kaynağında belirli bir süre dalgalanma olması muhtemel ancak insanlar yeni teknolojilere ayak uydurdukça, bu teknolojileri kullanmayı öğrendikçe tekrar rejime oturacaktır. Genel anlamda firmada yeni teknolojilerin kullanılması çok olumlu karşılanıyor. İşe ya da kullanılan araçlara direnç gösterme gibi bir durumla karşılaşılma. Tabii ki olumsuzluklar da bekleniyor.”*

O2 görüşmecisi olan Üretim Birimi Yöneticisi, “Yapay zeka kullanımının artması ile birlikte insan iş gücüne ihtiyaç azalacak ve zaman ile karanlık fabrikalar günümüz fabrikalarının yerini alacak.” şeklinde soruyu cevaplamıştır.

T1 Ar-ge Yöneticisi ise bu ifadelerden daha farklı yanıtlar vermiştir:

*“Mevcutta personel işbaşı eğitimini VR gözlüklü yapan fabrikalar mevcut. Bu tür uygulamalar artabilir. Personel bulmak kariyer.net vb. siteler yerine Big Data kullanılarak farklı metotlarla sağlanabilir. Aranılan çalışan profiline daha nitelikli olması gerekebilir.”*

İK Yöneticisi olan T2 Görüşmecisi soruya verdiği cevap ise şu şekildedir:

*“İşe alım süreçlerinde hızlilik kazanılabilir. Daha etkin ve daha kolay uygulanabilir eğitim metotları gelişebilir.”*

Endüstri 4.0 ile birlikte pazarlama faaliyetlerinde değişim hakkında yöneticilere soru yöneltildiğinde dört görüşmeci de birbirinden farklı cevaplar vermiştir:

O1 Görüşmecisi “Kesinlikle değişim olacaktır. Daha hızlı ekipler ve daha büyük pazarlara açılma imkanı doğuyor.” ifadesi ile yanıt vermiştir.

O2 Görüşmecisi pazarlama faaliyetlerindeki değişime ilişkin anlatımı şöyledir:

*“Endüstri 4.0 kullanımı ile birlikte insan kaynaklı iş gücü gereksinimi azalacak ve daha ucuz ve kaliteli ürünler üretilmeye başlanacak. Bu sayede pazarda rekabetçilik artacak ve daha ucuza üretilen malı rakiplerden ucuza verebileceğiz.”*

Ar-ge Yöneticisi T1 ise sorunun cevabı şöyle açıklamıştır:

*“Ürün sunumunda farklılık olabilir. Ancak yakın bir gelecekte yatırım maliyetinin yüksek oluşundan dolayı bir farklılık yaşanacağını sanmıyorum. Eğer gerçekleşirse müşteri algısı üzerinde rakiplerden daha ileride olacağımıza inanıyorum.”*

T2 Görüşmecisi olan İK Yöneticisi açıklamaları şu şekildedir:

*“Pazarlama bölümleri için rekabet dinamikler daha hızlı değişebilir, müşterilerin istekleri ve tercihlerinin daha hızlı değişmesi, bu alanda çalışanların daha öngörülü metotlar geliştirmeli, müşterinin isteklerini daha müşteri tercih etmen tahmin etmelidir.”*

Endüstri 4.0’ın firmalar arası iş ilişkilerine ilişkin yöneticilere soru sorulmuştur. Bulgular neticesinde O2 Görüşmecisi firmalar arası ortaklık olma ihtimalinden gün yüzünde olduğundan bahsetmiştir. O1 Görüşmecisi ise rekabetten dolayı böyle bir durumun gerçekleşmeyeceği öngörüsünde olup yalnız tedarikçi ve firma arasında iletişim daha hızlı olacağı yönünde söylemi olmuştur. Tedarikçi ve firma arasındaki bu hızlı iletişimi T2 Görüşmecisi de ifade etmektedir. Yalnız T1 Görüşmecisi herhangi bir değişiklik olmayacağı görüşünde bulunmuştur.

İş Geliştirme Direktörü O1 Görüşmecisinin yanıtları şöyledir:

*“Firmalar birbiri ile teknoloji ve fikir alışverişini artıracaktır. Ancak rakipler arasındaki rekabet bu alanda da olacağı için şu andan farklı bir durum öngörmüyoruz. Tedarikçiler ve firmalar arasında endüstri 4.0 konusundaki iletişim artacak ve firmalar birbirlerini yukarı doğru çekecektir.”*

O2 görüşmecisi ise iş ilişkilerinden şu şekilde bahsetmiştir:

*“Üretim maliyetlerini düşürebilmek için ortaklık süreçleri günümüzde en çok düşünce geliştirilen alanlardan birisi. Endüstri 4.0’ın yaygınlaşması ile birlikte yenilikçi süreçlere sahip firmalar ile bilgi transferi amaçlı ortaklıklar başlayacaktır.”*

T1 Görüşmecisi bu konudaki görüşleri *“rakiplerle ortaklık veya müşteri tedarikçi ilişkisinde bir değişiklik olacağını sanmıyorum.”* ifadesiyle olmuştur.

İş ilişkilerinde değişim konusunda T2 Görüşmecisi de *“Daha hızlı sonuçlar elde edileceği için iş ilişkilerinde olumlu etki yaratılabilir.”* olarak görüşünü belirtmiştir.

Yöneticilere Endüstri 4.0’ın şirket yönetiminde nasıl bir etki yaratacağı sorusu sorulmuştur. Alınan cevaplar çalışan sayısının azalacağı yani hiyerarşi daralma olacağı belirtilmektedir. Bunun yanı sıra Endüstri 4.0’ın firmaya entegre edilmesiyle Dönüşüm Müdürlüğü gibi yeni departman ekleneceği de belirtilmiştir.

O1 Görüşmecisi İş Geliştirme Yöneticisi Endüstri 4.0 ile birlikte yeni departman oluşacağını şu sözlerle belirtmiştir:

*“Yeni üretim teknolojileri yeni yapıları da beraberinde getirmektir. (Örneğin Dijital Dönüşüm Müdürlüğü)”*

O2 Görüşmecisi ve T2 Görüşmecisi birbirine çok benzer cevaplar vermiştir:

*“Çalışan sayısı azalacağı için yönetim takımının sayısı da azalacaktır. Otonom çalışacak bir sistem olacağı için insanlar arasındaki ilişkilerde otonomlaşacak ve hiyerarşi kültürü azalacaktır.”*

T1 görüşmecisi ise Endüstri 4.0’ın hiyerarşik yapıya uygun olmadığı, yeni kuşağın yani z kuşağın da hiyerarşik yapıyı hoş karşılamadığını ifade etmiştir. Dolayısıyla hiyerarşinin gitgide daralacağı bunun yerine takım liderleri ile işleyişin süreceğini ifade etmektedir. Ar-ge yöneticisinin verdiği cevap şu şekildedir:

*“Genel manada endüstri 4.0 hiyerarşik yapıya çok uygun bir sistem değil. Kaldı ki endüstri 4.0’ın iş hayatımıza daha fazla etki edeceği önümüzdeki yıllarda z kuşağı da iş hayatında daha fazla söz sahibi olacaktır. Bilindiği gibi z kuşağı da hiyerarşik yapıdan hoşlanmaz. Bu sebeple hiyerarşik yapıdan ziyade farklı takım liderleri ile işleyiş sürebilir. Her personelin izinsiz inisiyatif alabileceği ve karşılaşılan problemde kendinin çözüm üretebileceği bir çalışma prensibi yaygınlaşacaktır.”*

Görüşmecilere Endüstri 4.0 ile örgütsel liderlik arasında nasıl bir ilişki olduğu sorulmuştur. O2 Görüşmecisinden bu konuda yanıt alınamamıştır. Diğer görüşmeciler ise vizyoner liderlere ihtiyaç duyulduğunu, yöneticiden ziyade yol gösterecek liderlere gereksinim duyulduğunu anlatımlarıyla önemini göstermiştir.

O1 Görüşmecisi ileriye görebilen liderlere ihtiyaç olduğunu şu sözlerle anlatmaktadır:

*“Endüstri 4.0 vizyoner liderler ile başarıya ulaşacaktır. Bu yönde firmanın yolu çizebilecek ve bu yolda çalışanlarla birlikte hedefe gidecek liderlere ihtiyaç vardır.”*

T1 görüşmecisi yöneticiden ziyade liderliğe ihtiyaç olduğunu şu anlatımlar ifade etmiştir:

*“Endüstri 4.0 ile gerçekleştirilecek dijital dönüşümün hayata geçirilmesi şirket içerisinde farklı grupların bu değişime sevk edilmesi ile gerçekleşecektir. Bu grupların*

*ise bir yöneticiden ziyade onlara yol gösterecek bir lidere ihtiyaçları vardır. Bu sebeple başarılı örgütsel liderlere sahip işletmelerin endüstri 4.0'a geçişleri daha kolay olacaktır. Yöneticilik sisteminde olduğu gibi söylenenin yapılması yerine liderlik sisteminde gerçekleştirilen, çalışana yol gösterme, onun fikirlerine değer verme ve karşılaştığı güçlükleri çözme çalışanın iç motivasyonunu arttırarak işletmeye daha faydalı bir birey olmasını sağlar.”*

T2 görüşmecisi ise liderlik ile yöneticilik kavramlarının değişikliğe uğrayacağını belirtmektedir:

*“Endüstri 4.0 ile yenilikçi, aktivist ve çeşitlilik kavramları liderlik ve yöneticilik unvanlarını oldukça farklılaştıracaktır.”*

İlgili yöneticilere Endüstri 4.0 ile strateji geliştirme konusunda soru yöneltildiğinde, O1 görüşmecisi uzun vadeli planlarla strateji geliştirme, T1 görüşmecisinin Endüstri 4.0'ın strateji belirleme konusunda bir fark yaratmayacağı, T2 görüşmecisi ise tüm stratejilerin Endüstri 4.0 ile bağlantılı olması gerektiği belirtmiştir. O2 görüşmecisi ise bu soruda yanıt vermemiştir.

O1 Görüşmecisi olan İş Geliştirme Yöneticisi uzun vadeli plan kurulması gerektiği ifade ederek soruyu şöyle cevaplamıştır:

*“Biz bu yola çıkarken kısa orta ve uzun vadeli planlar oluşturduk. Her bir proje firmamızda adreslediğimiz bir ya da birkaç kısıta çözüm olacak şekilde planlanmış durumda. Bu açıdan bakıldığında tüm bu proje ve planlar bir amaç için önceden araştırması ve fizibilitesi yapılarak ortaya koyuluyor. Yaptığımız uzun vadeli planlar ve endüstri 4.0 projeleri ile yeni pazarlarda rekabet etme ihtimalimizi de kuvvetlendirmeye çalışıyoruz.”*

Endüstri 4.0 için geleceğe yönelik stratejiler sorulduğunda O1 ve T2 Görüşmecileri bilgi gizliliğinden dolayı cevaplamamıştır. O2 görüşmecisi bu konuda

diğer fabrikaları analiz etmek gerektiğini belirtmiştir. T1 görüşmecisi ise bu konuda dönüşüm uzmanından destek alınması gerektiğini belirtmiştir.

O2 Görüşmecisi olan Üretim Birimi Yöneticisi bu soruya diğer fabrikaları analiz etme gerektiğini belirterek şu şekilde ifade etmiştir:

*“Rakiplerin ve diğer firmaların uyguladığı yöntemlerin analiz edilerek en optimum çözümlerin fabrikada yaygınlaşması olduğunu söyleyebilirim.”*

T1 görüşmecisi dönüşüm uzmanından destek alınarak strateji belirmeyi uygun görmüştür ve soruya cevabı şöyledir:

*“Endüstri 4.0’ı fabrikamıza entegre etmeden önce bir dijital dönüşüm uzmanı tarafından fabrikanın mevcut durumunun analiz edilmesi, öncelikli alanların belirlenmesi, nerelerde iyileştirme ihtiyacının olduğu, hangi bölümde ne yapılabileceğinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Ardından gereken altyapı oluşturularak profesyonel bir destek ile en doğru şekilde bu sisteme geçilmesi uygun olacaktır.”*

Endüstri 4.0 çerçevesinde gelecek için beklentilerin neler olduğu yöneticilere sorulduğunda T2 Görüşmecisi soruyu yanıtsız bırakmıştır. O1 görüşmecisi başarılı bir şekilde Endüstri 4.0 dönüşümü tamamlamayı beklediği, O2 ve T1 görüşmecisinden elde edilen bulgular ise birbirine benzer olup düşük maliyet, verimlilik ve kaliteli beklediği ifade edilerek soru cevaplanmıştır.

O1 Görüşmecisi olan İş Geliştirme Yöneticisi cevabı şu şekildedir:

*“Gerek firmamız gerekse ülkemiz bu yolda emin adımlarla ilerleyecektir. Beklentim bu süreci kısa sürede doğru adımlarla geçmektir.”*

O2 Görüşmecisi olan Üretim Birimi Yöneticisi verimliliğe değinerek verdiği yanıtı şöyle ifade etmiştir:

*“2020-2025 yılları arasında Endüstri 4.0 birçok alanda yaygınlaşacaktır. Bu sayede birçok alanda üretim maliyetleri düşecek ve alınan ürünlerde kalite istikrarı sağlanacaktır.”*

T1 Görüşmecisi olan Ar-ge Yöneticisi verimlilik, kar marjı ve rakiplere karşı üstün olmaya değinerek ifadeleri şunlar olmuştur:

*“Endüstri 4.0’ın işletmeye entegrasyonu ile üretim verimliliğinde artış, hata oranlarında azalma, daha az iş gücü ile aynı işin ortaya konması bir beklentidir. Böylelikle şirket stratejilerinden biri olan kar marjında artış yaratma yolunda adım atılmış olacaktır. Bunun yanı sıra firmanın çağın gerekliliklerinden faydalanarak rakiplerden öne geçme ve rekabette kalıcı üstünlük sağlama noktasında ciddi bir ilerleme kaydedilecektir. Müşteriye verilen hizmet kalitesinde de artış yaşanacaktır. Böylece uzun yıllar sektörde faaliyet göstermek ve pazar payını arttırarak büyümek gelecek beklentilerimizdendir.”*



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Önceki endüstri devrimleri, mal üretme şeklini değiştirerek başlamış, işletmelerin ürünleri daha verimli ve etkili kılmak, performanslarını arttırmak için endüstri devrimleri işletmeyi köklerinden tamamen yeniden şekillendirilmiştir. Zaman içerisinde işletmeler; odak noktasını, rekabet avantajını, kaynağını ve pazara yönelim tarzını değiştiren yeni teoriler, iş modelleri ortaya çıkarmaya başlamıştır. Endüstri 4.0 da Dördüncü Endüstri Devrimi varsayılmakta ve bununla birlikte işletmeler; başarılı olma, değer yaratma, strateji oluşturma, rekabet edebilme ve bunları uygulama tarzını değiştirme rolüyle birlikte ilerlemekte ve henüz bu konunun başında yer almaktadır (Piccarozzi vd., 2018: 17-16-2). Dördüncü Endüstri Devrimi döneminde bir kurumun rekabet edebilmesi artık yalnızca mevcut kaynaklarının optimizasyonuna bağlı değildir. Organizasyonel değer zinciri yenilikçiliği, teknolojileri, ürünleri ve hizmetleri, sistemleri üzerine kuruludur. Endüstri 4.0 ile dijitalleşmenin artırılması değer zincirinin, ürünlerin ve iş modellerinin arasında birbirine bağlanmasıyla karakterize edilmektedir. Artık kuruluşlar işbirlikçiler ile beraber yerel, bölgesel ve uluslararası çapta işbirlikçileriyle bir iş ekosisteminde faaliyette bulunan yenilikçi kurumlar arasında değer ve tedarik zincirleri meydana getirmektedir. Rekabet etme, stratejik etkinliklerin işbirliği sayesinde daha etkin ve daha verimli bir şekilde yapılarak kazanılır. Başarıya ulaşmak; bilgi temelli öğrenmek, paradigmalarını ve tasarımları benimsenmesiyle bürokratik uygulama ve yapıları ortadan kaldırılmasıyla dönüşüm ve değişim mümkün olmaktadır. Modern teknolojilerin karmaşık olması yani otonom robotlar, yapay zeka, büyük veri, nesnelerin interneti, bulut teknoloji vd. kuruluşlar arasında uzmanlaşma, sürdürülebilir işbirliği çağrısında bulunmaktadır ve üstün yetenekli, kalifiyeli insan kaynakları gerektirmektedir (CranefieldCollege, 2018).

Günümüzde farkındalığı artan ve dördüncü endüstri devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0, örgüte sağladığı faydalar sebebiyle ilgi gösterilmektedir. Türkiye’de henüz tam anlamıyla Endüstri 4.0 örgütlerde uygulanmamaktadır. Dolayısıyla örgütlerde bu dördüncü devrimin etkilerinin neler olacağı merak konusudur ve bundan dolayı çalışmada, Bursa ilinde otomotiv ve tekstil sektöründe etkilerinin neler olacağı konusunda bir algı çalışmasını içeren nitel araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada iki ana soruya cevap aranılmıştır ve İş Geliştirme Yöneticisi, Üretim Birimi Yöneticisi,

Ar-ge Yöneticisi ve İnsan Kaynakları Yöneticisiyle mülakat yapılmıştır. Farklı yöneticilerle görüşülmesinin sebebi her firmanın Endüstri 4.0 ile ilgilenen yöneticisinin farklı bölümlerden olması sebebindendir.

*Endüstri 4.0'a örgütlerin katılma sebebi nedir?*

Endüstri 4.0 teknolojilerinde bir merkezi yönetime ilişkili olmadığından tamamen kendi bağımsızlığı ile verileri bir araya getirdiğinden endüstriyel performansın iyileştirilmesi konusunda önemli rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, verilerin analizi edilmesi ile verimliliği artırabilir, iş gücü performansını değiştirerek düşük maliyetli yüksek kaliteli ürünler üretebilir ve büyümeyi destekleyebilir (Lu, 2017: 4). Ayrıca Endüstri 4.0 ürünün tüm yaşam döngüsünü etkileyerek yeni bir üretim ve işletme yöntemi sağlamakta ve böylece süreçlerde iyileşme ve işletmelerin rekabet edebilirliğinin artması yönünde etki yaratmaktadır (Slusarczyk, 2018: 245).

Nitel araştırma çerçevesinde yapılan araştırmadan elde edilen bulgular Endüstri 4.0'ın bir ihtiyaç olgusu, işleri ölçülebilir ve yönetilebilir mecralara taşımak, kalite ve verimlilik sağlayan, maliyetleri düşürme rekabetçi olma, çağa ayak uydurma, yenilikçi çözümlerle üretim, müşteri ve dağıtım süreçlerinde hızlı olma nitelikleriyle bahsedilmekte ve bundan dolayı Endüstri 4.0, günümüzde yöneticilerin bu dönüşüm sürecine geçme sebepleri olarak sayılmaktadır. Görüşmecilerin tamamında kalite ve verimlilik konusu ortak özellik olduğu sonucu gözlemlenmiştir.

*Endüstri 4.0'ın örgüte entegre edilmesiyle ne tür değişiklikler olabilir?*

Üretim Alanında Etkiler

Üreticiler rakiplerle rekabet etmeye devam halinde olduğundan dolayı sürekli baskı altındadır. Bu sebepten üretimde çalışma süresi, kalite ve verimde gelişmeler yaşanır iken aynı zamanda israfı azaltmaları gerekmektedir. Endüstri devrimleriyle beraber gelen zorluklarla üreticiler ilk defa karşılaşmamaktadır. Son zamanlarda yalnız üretim ve otomasyon uygulamaları bazı üreticileri piyasadan silmeye zorladığından

üreticiler için baskı giderek artmaktadır. Dolayısıyla Endüstri 4.0, üretimde “sıradaki yıkıcı aşama” olarak ifade edilmektedir. Nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim ile etkinleştirilen akıllı üretim ile birlikte geliştirilen Endüstri 4.0, atık, makine arızaları gibi performans sorunlarına sebep olabilecek anormallikler ve değişkenler konusunda bilgi sağlamaktadır. (Sundblad, 2018). Endüstri 4.0 ile gelen teknolojiler, endüstriyel üretime uygulanmasıyla daha karmaşık hale geldikçe ve bilgi artmasıyla çok fazla veri oluşmaktadır. Bundan dolayı, büyük veri yönetimi büyük bir zorunluluk haline gelmektedir. Bulut teknoloji mimarisi, güvenlik ve güvenlik yapılarına bağlı olmasına dikkat edilerek verileri depolanabilir ve büyük veri aracılığıyla veriler analiz etmek için kullanılabilir. Dikkat edilmesine gereken nokta siber saldırılar bilgi çalmak için büyük tehdit oluşturmaktadır. Yalnızca Bulut Teknoloji değil Siber Fiziksel Sistemler de bu saldırıya maruz kalabilir. Bulut teknoloji kullanırken bu sistemlerin güvenliklerinin sağlanması için büyük bir titizlik gerekmekte, açık vermeden yapılması işletme açısından büyük önem arz etmektedir. Aksi takdirde işletme siber saldırıya uğraması halinde söz konusu gizli bilgilerin neredeyse tamamı büyük bir tehlike halindedir (Miskuf ve Zolotova 2016: 1-3).

Üretim süreçlerinin dijitalleşmesi makinelerin esnek üretim sisteminin uyumlu bir ağ bağlantısı uyarlanmasıyla sağlanmaktadır. Üretim sürecinde belirli bir sırada yapılması gereken adımlarda, kontrol listeleri artık yerini akıllı gözlüklere bırakmaktadır. ActiveGlass olarak adlandırılan gözlük kalite güvencesinde kullanarak kontrol listelerini bir bilgisayarda toplanmış, kaydedilmiş ve gözlüklere bağlanmasıdır. Öncelikle çalışmanın başlangıcında, küçük bir videoyla kullanıcıya hangi çalışma aşamasında olduğu, ne olduğunu, nasıl olacağı ve ne zaman olacağını gösterilmektedir(Nagy, 2018: 16). Elbette tüm bu gelişmeler kalifiyeli insan kaynağıyla gerçekleşecektir. Yani örgütte değişimi kabul etme, dijital kültür ve eğitim yetersiz olması şirketler için en büyük zorluklardan biridir. Yaratıcı insanlara ve de güçlü analitik yeteneğe sahip insanlara ihtiyaç bulunmaktadır. İnsan kaynakları bu çalışanları bulmak ve elde tutmak konusunda zorluk yaşamaktadır. Bu konunun dinamik olarak gelişmesi oldukça önemlidir. Dolayısıyla nitelikli insan kaynağı ve aynı zamanda bu çalışanlara gerekli eğitimleri sağlamak insan kaynakları için bir ihtiyaçtan öte zorunluluk haline gelmektedir (Nagy vd., 2018: 18).

Araştırmada görüşmeciler üretim sahası için birçok değişiklik olabileceği ifade etmişlerdir. O1 Görüşmecisi Siber Fiziksel Sistemlerle insan gücünden makine gücüne kayışı hızlandığından 24 saat çalışan sistemlerle, daha az hata ve daha verimli üretim oluşturması beklentisi ifade edilmiştir. Ayrıca Nesnelerin İnterneti ve Bulut Teknoloji demek daha fazla anlamlı veri demek olduğunu belirtmiş, ancak güvenlik sebeplerinden dolayı bunun örgüte uygun olmadığı görüşünde bulunmuştur. O2 Görüşmecisi Endüstri 4.0'a geçiş ve geçiş sonrası bakım için nitelikli çalışana ihtiyaç olduğunu anlatmıştır. Ayrıca üretim Siber Fiziksel Sistemler ile yönetildiği için online saldırılara karşı sistem savunması için çok iyi çalışma yapılması gerektiğini, aksi takdirde üretimin durması gibi problemler oluşabileceği belirtilmektedir. T1 Görüşmecisi diğer görüşmecilere benzer olarak verimin artması, hata oranlarının azalması, Siber Fiziksel Sistemler ve Bulut teknoloji için kalifiyeli iş gücüne ihtiyaç olduğu ifadelerinde bulunmuştur. Bunlara ek olarak tekstil sektörü olduğu için müşteri sunumlarının önemli olduğu dolayısıyla VR gözlükleri ile müşteri sunumlarında farklılık katabileceği görüşündedir. T2 Görüşmecisinin de hata oranlarının düşmesi yönünde beklentisi ve Siber Fiziksel Sistemlerin saldırıya uğraması endişesi vardır. Ek olarak Nesnelerin İnterneti ile hızlı bilgi akışının sağlanacağı, diğerler görüşmecilere nazaran Bulut Teknolojinin bilgi saklamada daha güvenliği olduğu görüşündedir. Ayrıca maliyetlerin büyük oranda düşeceği görüşündedir.

Elde edilen bulgular neticesinde Endüstri 4.0'ın örgüte entegre edilmesiyle öncelikle üretim alanında kalite, verimlilik ve daha az hata oranları, maliyette düşüş olması belirtilmiştir. Ardından tüm bunlara ulaşabilmek için kalifiyeli insan gücüne ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra Endüstri 4.0 teknolojileri olan Siber Fiziksel Sistemler ve Bulut Teknoloji, online erişim olduğundan ötürü siber saldırılara karşı tehlikenin arz edildiği ifade edilmiş, bu konuda ciddi anlamda önlemler alınması gerektiği bunun için de uzman kişilere ihtiyaç olduğuna dikkat çekilmiştir. Ayrıca müşteri sunumları için VR gözlükleri kullanılabileceği ifade edilmektedir. Yazında VR gözlükler kontrol listeleri ve kalite süreçlerinde kullanılmak olduğu görülmektedir. T1 Görüşmecisi ise tekstil sektörü olması münasebetiyle sunum konusunda VR gözlüklerin etkileyeceği olacağı görüşündedir.

## İnsan Kaynağında Etkiler

Endüstri 4.0'ın farkındalığıyla endüstride işgücü dönüşümü yaşanmasıyla tüm işletmeler yeni endüstriyel teknolojilerle dönüştürülmeye başlanmıştır. Nesneleri yerleştirilme ve yüklenme ve diğer basit olan rutin işlerin otomatik vaziyete gelebileceği ve bununla birlikte yeni akıllı kontrol sistemleri rutin kararları alarak planlama, kontrol alanında vasıfsız işleri etkilemesi düşünülmektedir (Nagy, 2018: 4). Otomasyondaki gelişmelerle 1997'den 2013'e kadar olan süreçte Almanya'nın üretim işgücünde %18 oranında düşüş olmuş ve aynı zamanda da üretim hacmi arttırmıştır (Ermolaeva, 2017: 24).

Macaristan'da yapılan araştırmada işçilerin tutumunu ölçmek üzere otomotiv sektöründe, elektronik sistemle sektöründe faaliyette bulunan 4 şirkette çalışma yapılmıştır. Burada şirketler çalışanlarına, Endüstri 4.0'daki yeni teknolojilerinden ve bu teknolojilere duyulan gereksinim tanıtılmıştır. Tanıtımın ardından işçilerin bir kısmı yeni araçlar olan teknolojik ürünleri kabul ederek kullanmaya başlamış, bir kısmı ise direniş göstererek kullanmayı reddederek sensör, ara yüz vb. cihazlara zarar vererek verilen talimatlara uymamıştır. Bunun üzerine şirketler yeni araçları kullanımını bırakmıştır ancak çok oldukça büyük maliyet kaybı meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Şirketteki yöneticiler otokratik yaklaşıma bulunarak yeni araçları kullanmayı reddedenlere yeni iş arayışında bulunma teklifinde bulunmuştur. İş bölgesi geniş bir sanayi olsa da çok büyük oranlı istifalar meydana gelmemiştir. Dolayısıyla dijital kültür, değişimi kabul etme ve eğitim eksikliği, şirketler için büyük zorluktur (Nagy vd., 2018: 18).

Dördüncü endüstri devriminin insan kaynağındaki etkisinin yanında, insan kaynakları yönetimi sürecindeki işe alımı da etkilemesi gündemdedir. Endüstri 4.0 ile işe alım sürecinde önemli gelişme olan yapay zeka işe alım aşamasında daha az maliyetli ve hızlı olmaktadır. MYA yapay zeka ismindeki işe alım asistanı bu sürecini başarıyla gerçekleştirmiş, yüzde 75 oranında zaman tasarrufu sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca görüşmeye gelenlerde de 10 üzerinden 9,8 ile memnuniyet oranı tespit

edilmiştir. Maliyette ise yüzde 80 fayda sağlayan yapay zekanın her düzeyde konuşma kapasitesinin olduğu ifade edilmektedir. (<https://www.endustri40.com>). Bu konuda uygulama geçen kozmetik şirketi L'Oréal, işe alım sürecinde yapay zeka işe alım asistanı olan MYA'yı kullanmaktadır. Farklı pozisyonlarda işe alım yapan yapay zeka MYA, 2018 Eylül'den bu yana Fransa, İngiltere, Amerika'da başarılı uygulanması başarılı olmuştur. Yapay zeka etkisiyle, L'Oréal bir senede 1 milyonu aşan başvuru olarak daha fazla başvuru değerlendirilmiştir (<http://www.loreal.com.tr>).

Araştırma da görüşmecilerden ulaşılan bilgiler birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. O1 görüşmecisi yazından belirtilenin aksine çalışanın yeni teknoloji direnç göstermediği yönünde görüş belirtmiştir: Örgüte yeni entegre edilen teknolojilerin olumlu karşılandığını, herhangi bir dirençle karşılaşma olmadığını belirtmektedir. Ancak her zaman her an her şeyin değişebileceğini ilerleyen dönemlerde direnç ihtimalinin olabilmesi ifadesinde bulunmuştur. O2 Görüşmecisi işgücünde giderek bir azalma olacağı ilerleyen dönemlerde karanlık fabrikalara dönüşme olasılığından bahsetmiştir. T1 Görüşmecisi konuya farklı açıdan bakarak işe alım süreçlerinin Büyük Veri aracılığıyla değişiklik göstereceği, işe yeni başlayanlara eğitim sürecinin VR gözlükleri ile yapılmasından söz etmiştir. T2 görüşmecisi de benzer olarak eğitim konularına değinerek yapay zekayla işe alım sürecinin değişmesi ve VR gözlükleriyle daha etkin eğitim metotlarından bahsetmiştir.

#### Pazarlama Faaliyetlerindeki Etkiler

Endüstri 4.0'ın faydalarını işletmede tam olarak görebilmek için ve etkin bir rekabet için pazarlama faaliyetlerini de bu süreçte yer alması gerektiği belirtilmektedir. Pazarlama otomasyonu ve dijital pazarlama müşterileri şirkete bağlayarak, müşterinin ne istediğini anlamaya yardımcı olmaktadır ve kişiselleştirilmiş özelleştirilmiş bir deneyim sunması öngörülmektedir. Şirketteki diğer operasyonları ve süreçleri geleceğe doğru yöneltip, bugünün pazarlama faaliyetlerini geride bırakmak şirket vizyonunu olumsuz etkilemesi tahmin edilmektedir. Etkin rekabet ve daha hızlı hareket etmek için pazarlama faaliyetlerini optimize ederek otomatikleştirme aşamasına adım atmak

gerekmektedir. Böylelikle geleceğin pazarlama faaliyetlerinin optimize edilmiş, çevik, proaktif, şeffaf olması öngörülmektedir (The Whole Brain Group, 2018).

Araştırmada elde edilen bulgularla birlikte yazında bahsedilen müşteri isteklerini anlama, pazarlama faaliyetlerinin dijitalleşmesi T2 Görüşmecisi dışında çelişmektedir. O2 Görüşmecisi Endüstri 4.0'ı uygulayarak ürün maliyetlerinin düşeceği böylelikle rakiplerinin önüne geçerek pazarlama fayda sağlanacağı ifade edilmiştir. T1 görüşmecisi ise bu konuda VR gözlükleri ile müşteriye sunum yaparak daha etkili bir görüş bırakma gayretinin olması yönünde beklenti ifade etmiştir. T2 Görüşmecisi ise pazarlama faaliyetlerinin rekabet dinamikleri daha hızlı değiştiğini yani; müşterilerin istekleri ve tercihlerinin hızlı değişmesi gerektiğini ve bu alanda çalışanların daha öngörülü metotlar geliştirmenin önemi vurgulamıştır.

#### İş İlişkilerindeki Etkiler

İşletmelerin üretimdeki, insan kaynağındaki etkisinin dışında Endüstri 4.0'ın iş bağlamındaki ilişkileri üzerindeki etkisinin ihmal edilmemesi gerektiği belirtilmektedir. Öncelikle tedarikçiler ve müşterilerle ilişkileri gösteren bir harita çizilmesi önerilmektedir. Gelecekteki eğilimin *"eski rakiplerin birlikte çalışması ve sektörel ittifakların ortaya çıkması"* şeklinde öngörü belirtilmektedir. (KPMG, 2016: 10, Piccarozzi, 2018: 17).

Araştırmada elde edilen bulgulara göre yazındaki ifadeleri kısmen eşleşmektedir. O1 Görüşmecisi firmalar arası rekabet dolayısıyla Endüstri 4.0 için ortaklık kurulamayacağını ifade etmiştir ve yalnızca bilgi alışverişi konusunda iletişim olabileceği tahmininde bulunmuştur. Ayrıca tedarikçi ve firma arasında iletişim daha hız olacağını belirtmektedir. O2 Görüşmecisi bilgi transferi amacıyla firmalar ortaklık kurabileceğinden bahsetmiştir. T1 Görüşmecisinin Endüstri 4.0'ın iş ilişkilerine bir etkisinin olacağını düşünmez iken T2 görüşmecisi ise tedarikçilerle süreçlerin daha hızlı olabileceği öngörüsünde bulunmuştur.

## Yönetsel Alandaki Etkiler

Endüstri 4.0'ın etkisiyle işletmeler mekanik tasarımdan organik tasarıma geçiş olması yönünde öngörü bulunmaktadır. Çünkü mekanik tasarımda katı hiyerarşinin olduğu için yani merkezi bir yapı, birçok kuralın olduğu ve formalitenin olması dolayısıyla dikey iletişimin uygun olmadığı görüşü yer almaktadır. Katı kültür istikrarlı bir ortam için daha uygundur. Endüstri 4.0'da denge durumu olmadığından bir değişim ortam söz konusudur ve ademi merkezilik, yetkilendirmenin, kuralın, formalitenin az sayıda olduğu, işbirlikçi ekibin çalışması dolayısıyla yatay iletişim ile belirtilen organik tasarımın uygun olduğu görüşü mevcuttur. Bu yüzden Endüstri 4.0'a geçiş aşamasında oluşturulacak örgütsel yapının, organik tasarım yapısında olmasının daha elverişli olması görüşü yer almaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0'a tek bir örgütsel yapı tavsiye edilmemektedir. Çünkü her örgütsel yapının avantajıyla dezavantajı ileri sürülmektedir. Dolayısıyla işletmelerin durumu baz alınarak örgütsel yapının tasarlanması gerektiği belirtilmektedir (Shamim et al, 2016: 5311).

Araştırma da elde edilen bulgulara göre yazındaki ifadeleri onaylar şeklinde hiyerarşinin azalacağı yönünde cevaplar alınmıştır. O2 ve T2 Görüşmecileri çalışan sayının azalacağı için hiyerarşinin de azalacağı yönünde öngörüsünü belirtmiştir. T1 Görüşmecisi z kuşağının yeni bir kuşak olup iş hayatına girmeye başladığını ve hiyerarşiden hoşlandığı görüşünü belirtmiş, daha çok takım liderleri yer alarak z kuşağının anlaşabilmesine olanak sağlayacağı belirtilmektedir. O1 Görüşmecisi ise diğer görüşmecilerden farklı olarak Dijital Dönüşüm Müdürlüğü gibi Endüstri 4.0 ile ilgili yeni yönetimin devreye gireceği görüşünü belirtmiştir.

Örgütsel amaçlara ulaşmak için motive etme, yönlendirme, etkileme ve ilham verme becerisi liderlik olarak tanımlanmaktadır Endüstri 4.0'da öğrenme ve inovasyon sürecini hızlandırmak için benimsenmesine ihtiyaç duyulan bir liderlik tarzının olması savunulmaktadır (Shamim et al, 2016: 5312).

Elde edilen bulgulara göre yazındaki yer alan yönlendirme, etkileme ilham verme becerisinin Endüstri 4.0 sürecinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. O1 ve T1



Görüşmecileri benzer ifadelerde bulunmuş, vizyoner bir lidere ihtiyaç duyulacağını, bu yolda çalışanlarla beraber hedefe ulaşma arzusu olması gerektiğini belirtmişlerdir. T2 Görüşmecisi liderlik kavramının ve diğer yöneticilik kavramlarının yeni olgularla değişebilme ihtimali söz konusu olduğunu söylemiştir. O2 görüşmecisi herhangi bir yanıt belirtmemiştir.

### Stratejik Etkiler

Kurumsal Strateji; belirsizlik koşullarında kısa ve uzun vadede olmak üzere kurumsal performansı artırmak amacıyla bir şirketin kararlarına ve eylemlerine yöne veren bir dizi rehberdir ve itici güçtür. Maliyet stratejisi, piyasa stratejisi, yeni ürün stratejisi, hacim stratejisi, yeni piyasa stratejisi bunların hepsi bir şirketin performansında artış üstlendiği için birçok kurumsal strateji mevcuttur. Kurumsal performansı artırmak için bu stratejilerin hepsiyle, birden fazla düzeyde çalışmak gerektiği ifade edilmektedir. Bir strateji sadece gelirleri artırmak için ya da girdi maliyetlerini azaltmak için gayret etmemektedir. Yeni pazara giriş, marka değeri yaratma, kredi derecelendirmesi, devlet projelerini kazanma gibi gayretleri mevcuttur. (Agrawal vd., 2018: 165).

Elde edilen bulgularda O2 Görüşmecisi soruyu cevaplamamış, T1 görüşmecisi Endüstri 4.0'ın stratejide bir fark yaratmayacağını ifade etmiştir. T2 Görüşmecisi tüm stratejik hedeflerin Endüstri 4.0 bağlamında olması gerektiği görüşündedir. O1 Görüşmecisi Endüstri 4.0 çalışmalarına başlarken dahi kısa ve uzun vadeli planlarla yola çıktıklarını ifade etmiştir. Belirlenen bu stratejik planlar Endüstri 4.0 ile yeni pazarda rekabet etmeyi sağlamış olduğunu belirtmektedir.

Strateji bağlamında geleceği yönelik beklentiler için alınan cevaplar arasında O1 ve T2 Görüşmecileri bilgi gizliliğinden ötürü soruları yanıtlamamıştır. O2 Görüşmecisi diğer fabrikalarda analiz edip buna dayalı olarak çalışma yapmayı görüşündedir. T1 Görüşmecisi ise bir dönüşüm uzmanından destek alarak örgütte ihtiyaç bölgeleri belirleyip bunun sonucunda strateji belirlemeyi uygun gördüğünü belirtmiştir.

Endüstri 4.0 çerçevesinde gelecekte beklenen konular hakkında elde edilen bulgular, T2 Görüşmecisi soruyu yanıtlamıştır. O1 Görüşmecisi Endüstri 4.0 sürecine kısa sürede doğru adımlarla geçmek olduğunu ifade etmiştir. O2 ve T1 Görüşmecileri ise benzer yanıtlarla maliyette düşüş, kalite ve verimlilik beklentilerinin arasında olduğunu ifade etmişlerdir.

Görüşmelerden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde dördüncü endüstri devrimi olan Endüstri 4.0'ın örgütler için önem arz ettiği ve bu konuda örgütlerin Ar-ge çalışmalarına başlayarak değişime doğru adım attığı gözlemlenmiştir. Görüşmeciler gelecekte kendine yer edinebilmek ve etkin bir şekilde rekabet edebilmek için Endüstri 4.0'a uyum sağlama gerektiğinin farkında olduğunu görülmüştür. Yapılan bu nitel araştırmada otomotiv ve tekstil sektörünün Endüstri 4.0'a geçiş sebebinin üretimdeki daha az hata oranı, kalite, verimlilik asıl gerekçeler olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra tüm uyum sağlama çabalarına karşın, karşılaşılabilecek birtakım engellerin olduğu ve bunların yatırım maliyetlerinin yüksek olması, kalifiyeli işgücü yeterli sayıda olmaması, birbirine internet ile bağlı olan ilgili teknolojilerin siber saldırılara maruz kalması söz konusu endişelerini barındırmaktadır.

Endüstri 4.0'ın etkileri iki otomotiv ve iki tekstil sektöründen olmak üzere dört firma üzerinde incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; siber fiziksel sistemlerin entegre edilmesiyle vasıfsız iş gücünün azalması dolayısıyla iş gücü maliyetlerinde azalma olacağı gözlemlenmiştir. Siber fiziksel sistemler, bulut teknoloji ve büyük veri gibi diğer teknolojik araçları sayesinde üretimde verimlilik, kalite ve hata oranının azalması sonucu anlaşılmaktadır. Yine üretim alanında kontrol listeleri, kalite alanında kullanılan VR gözlükleri ise tekstil sektöründe müşteriye daha iyi sunumda bulunmak amacıyla kullanılabileceği anlaşılmıştır. Endüstri 4.0'ın etkileri üretim alanıyla sınırlı kalmadığı gözlemlenmiştir. Siber fiziksel sistemlerin niteliksiz işgücünün yerini almasıyla mavi yaka çalışanın sayısının azalması, bunun tam tersi olarak da Endüstri 4.0'ın teknolojik araçlarını örgüte entegre etmek için daha fazla nitelikli işgücü ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Tüm bunlara rağmen yaklaşık dört yıldır endüstri 4.0 çalışmaları yürüten otomotiv sektöründeki örgütün halen 7 bin çalışana sahiptir. Ayrıca insan kaynakları işe alım sürecinde de bulut teknoloji ve büyük veri sayesinde işe alım

sürecinin değişebileceği görülmüştür. İnsan kaynağından bahseder iken örgütteki hiyerarşinin de değişime uğraması muhtemel olduğu görülmektedir. Giderek vasıfsız çalışan sayısının azalması, z kuşağının iş hayatına girerek farklı beklentilerde bulunmasıyla yöneticilik kavramı yerini takım liderine bırakacağı anlaşılmaktadır. Çünkü z kuşağı emir alma yönetilme kavramlarını sevmeyen bir karakter olup kendi kararlarını vermeyi isteyen bireylerden oluşmaktadır. Sonuç olarak, Endüstri 4.0'ı firmasına entegre etmeyenlerin sonu yavaş bir şekilde olsa dahi yok olmaya yüz tutacağı anlaşılmaktadır. Çünkü Endüstri 4.0'ın teknolojik araçları sayesinde daha az maliyetli, daha verimli daha kaliteli ürün üreten örgüt, bu devrime geçmeyen örgütten bir adım daha önde olması kaçınılmazdır.

## KAYNAKÇA

AGARWAL H. and AGARWAL R., “First Industrial Revolution and Second Industrial Revolution: Technological Differences and the Differences in Banking and Financing of the Firms”, Saudi Journal of Humanities and Social Sciences, Vol.2 (11A) Noveber 2017, 1062-1066.

AGRAWAL Anirudh, SCHAEFER Sebastian and FUNKE Thomas, “Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments Chapter 9 Incorporating Industry 4.0 in Corporate Strategy”, 2018, IGI Global.

And Deep Learning with Focus on Industry4.0”, Proceedings of the 28th International Conference 2016 Cybernetics and Informatics (K&I), 2-5 February 2016.

Auriga, “Digital Transformation: History, Present, and Future Trends, December 2016, <https://auriga.com/blog/2016/digital-transformation-history-present-and-future-trends/>

BANGER Gürcan, *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*, 2. Basım, Dorlion Yayınları, Ankara, 2018.

BBB Basın Yayın ve Halkla İlişkiler Başkanlığı, “BursaRay’da Kapasite Katlanıyor”, 30.06.2019, <https://www.burulas.com.tr/Haber.aspx?ID=2353> (Erişim Tarihi: 01.08.2019)

BETTIOL Marco, CAPESTRO Mauro and di MARIA Eleonora, "Industry 4.0: The Strategic Role of Marketing", 2017, Conference: XIV Convegno annuale SIM, At Università di Bergamo.

BONEKAMP, L. and SURE, M., “Consequences Of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation”, Journal Of Business and Media Psychology, 2015, 6(1) 33-40.

BRETTEL Malte, FRIEDERICHSEN Niklas, KELLER Michael, ROSENBERG Marius, “How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective”, International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering, Vol: 8 (1), 2014, pp. 37-44

BRM Institute, “Industry 4.0 Increases the Need for Business Relationship Management”, 2018, <https://brm.institute/industry-4-0-requires-brm/>, (Erişim Tarihi: 23.07.2019).

CHAN H. (2015) “Internet of Things Business Models”, Journal of Service Science and Management, 08(04): 552-568.

COHEN-ALMAGOR Raphael, “Internet History”, International Journal of Technoethics, 2(2), 45-64, April-June 2011.

Cranefield College, “Industry4.0 Impact on Organisations, Leadership and Management” Africa, 2018. <http://www.businessessentials.co.za/2018/06/07/industry-4-0-impact-on-organisations-leadership-and-management/> (Erişim tarihi: 02.05.2019).

ÇELİKTAŞ Melih Soner, SONLU Görkam, ÖZGEL Serkan ve ATALAY Yusuf, “Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası”, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi , Cilt: 56(662), 2015, Sayfa: 24-34.

de SOUSA JABBOUR Ana Beatriz Lopes, JABBOUR Charbel Jose Chiappetta, FOROPON Cyril and FILHO Moacir Godinho Filho, "When titans meet - Can Industry 4.0 Revolutionise the Environmentally-Sustainable Manufacturing Wave? The Role of Critical Success Factors", Technological Forecasting & Social Change 2018, 132, 18-25.

DRATH Rainer, HORCH Alexander, “Industrie4.0: Hit or Hype?”, Industrial Electronics Magazine, IEEE USA Cilt:8 (2), June 2014, pp. 56-58.

ERMOLAEVA, A. “Industry 4.0 And Hr in Logistics”, The Master Thesis, University Of Economics in Prague, International Business - Central European Business Realities, 2017, Prague.

Expanding Markets and Corporate Boundaries, Wiley Chichester (1997).

FANG Fengzhou, “Atomicand Close-to-Atomic Scale Manufacturing - A Trend in Manufacturing Development”, Frontiers of Mechanical Engineering, Vol: 11 (4), pp. 325-327.

FARLEY Tom, “Mobile Phone History”, Telektronikk, 3-4, 2005. [http://www.privateline.com/wp-content/uploads/2016/01/TelenorPage\\_022-034.pdf](http://www.privateline.com/wp-content/uploads/2016/01/TelenorPage_022-034.pdf) (Erişim Tarihi: 11.04.2019).

Forbes, “What is Industry 4.0 ? Here’s A Super Easy Explanation For Anyone”, 2018, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#2d8b08529788> (Erişim Tarihi: 24.06.2019).

GREENGARD, S. (2017) “Nesnelerin İnterneti”, İstanbul: Optimist Yayınevi.

GROSMAN Robert L.”The Case for Cloud Computing”, IT Pro, IEEE Computer Society, 2009, pp. 23-27.

GÜLER Ahmet, HALICIOĞLU M. Bülent, TAŞĞIN Serkan, “*Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma*”, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2., Basım, Ağustos 2015.

HINDLE T. (2008) “Guide to Management Ideas and Gurus”, London: Profile Books.

Industry 4.0 and Its Influence on Our Daily Lives, 22 September 2016 <https://piek.international/industry-4-0-and-its-influence-on-our-daily-lives/> , Erişim Tarihi 08.08.2019.

INGPEN Robert R., POLLARD Michael and WILKINSON Philip, *The Industrial Revolution*, Chelsea House Pub, New York, 1995.

JANICKE Martin and JACOB Klaus, “A Third Industrial Revolution? Solutions to the Crisis of Resource-Intensive Growth”, *Forschungsstelle für Umweltpolitik (FFU) Report*, 2009.

JEPSEN, M. and DRAHOKOUPIL, J. “The Digital Economy And Its Implications for Labor: The Consequences Of Digitalization For The Labor Market”, *European Review Of Labor And Research*, 2017, 23(3): 249-252.

KHEDHAOURIA A. and JAMAL A., “Sourcing Knowledge For Innovation: Knowledge Reuse And Creation in Project Teams” *Journal of Knowledge Management*, 2015, 19(5): 932-948.

KPMG. *The Factory of the Future*; Germany, 2016; KPMG AG: Amstelveen, The Netherlands, 2016.

KRAHN, J., and GRAHAM S., “Work, Industry, and Canadian Society”, Second ed. Scarborough, Ont.: Nelson Canada, 1993. xii, 430 p. ISBN 0-17-603540-0, 1993.

LANDES, DAVID S., *The Unbound Prometheus*, Second Edition, Cambridge University Press, United Kingdom, 2003.

LASI H., FETTKE P., KEMPER H.-G., FELD T. ve HOFFMANN M., “Industrie 4.0”, *Business and Information Systems Engineering the International Journal of Wirtschaftsinformatik* , Vol: 6 (4), 2014, pp. 239–242.

LEE Jay, KAO Hung-An, YANG Shanhu, "Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment", *Procedia CIRP* 16, 2014, pp. 3-8.

LU Yang," Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open ResearchIssues", *Journal of Industrial Information Integration*, 2017, pp.1-10.

MISKUF Martin, ZOLOTOVA Iveta, "Comparison Between Multi-Class Classifiers

MRUGALSKA Beata, WYRWICKA Magdalena K., "Towards Lean Production in Industry 4.0", 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, *Procedia Engineering*, Vol:187, 2018, pp. 466-473.

NAGY Judit, OLAH Judit, ERDEI Edina, MATE Domician and POPP Jozsef, "The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain – The Case of Hungary", *Sustainability*, 10,3491, September 2018.

OBAL M. and LANCIANI R. A., "Maximizing buyer–supplier relationships in the Digital Era: concept and research agenda", *Industrial Marketing Management*, 2013 42(6): 851-854.

ÖZÜDOĞRU Ayşe Göksu, ERGÜN Esra, AMMARI Djihane, " How Industry 4.0 Changes Business : A Commercial Perspective ", *International Journal of Commerce and Finance*, Vol. 4, Issue 1, 84-95, 2018.

PAMUK Nurten Sinem ve SOYSAL Mehmet, "Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme", *Verimlilik Dergisi*, Sayı:1, 2018, Sayfa: 41-66.

PEDERSEN, M.R.; NALPANTİDİS, L.; ANDERSEN, R.S.; SCHOU, C.; BØGH, S.; KRÜGER, V.; MADSEN, O. "Robot skills for manufacturing: From concept to industrial deployment", *Robot. Comput.-Integr. Manuf.* 2016, 37, 282–291.



PICCAROZZI Michela, AQUILANI Barbara and GATTI Corrado, "Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review", *Sustainability* 2018, 10, 3821, Pp.2-24.

PORTER M., *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, The Free Press, 1980.

Porter M.E., Heppelmann J.E., "How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 2014, 92, 64–88.

PwC. *Industry 4.0-Building the Digital Enterprise*; Pricewaterhouse Coopers LLP: Berlin, Germany, 2016. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf> (Erişim Tarihi: 06.05.2019)

QIN Jian, LIU Ying ve GROSVENOR Roger, "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond", *Procedia CIRP* 52, 2016, pp. 173-178.

RENNUNG Frank, LUMINOSU Caius Tudor ve DRAGHICI Anca, "Service Provision in the Framework of Industry 4.0", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol:221, 2016, pp. 372-377.

Ridgeline Pipe Manufacturing Customer Story 2012, [http://www.tag-inc.us/shop/images/RUB-AP001A-EN-P\\_web.pdf](http://www.tag-inc.us/shop/images/RUB-AP001A-EN-P_web.pdf) (Erişim Tarihi: 10.05.2019).

ROBLEK Vasja, MESKO Maja ve KRAPEZ Alojz, "A Complex View of Industry 4.0", *Sage Open*, 2016, pp.1-11.

SABOL A., SANDER M., and FUCKAN D., "The Concept Of Industry Life Cycle and Development of Business Strategies", *Management, Knowledge and Learning International Conference, Active Citizenship by Knowledge Management & Innovation June Coratia*, pp.635-642.

SCHUH Gunther, POTENTE Till, WESCH-POTENTE Cathrin, WEBER Anja Ruth ve PROTE, JanPhilipp, "Collaboration Mechanismsto Increase Productivity in the Content of Industrie4.0.", Robust Manufacturing Conference, 2014, pp.51-56.

SCHWAB Klaus, *Dördüncü Sanayi Devrimi*, Çeviren: Zülfü Dicleli, İstanbul: Optimist Yayın Grubu, 2018.

SEDEFÇİ Kemal, "Endüstri 4.0 Bakış Açısıyla Nesnelerin İnterneti ve Müşteri Deneyimi Açısından Deneyimi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2018.

SHAMIM S., CANG S., YU H. and LI Y., "Management Approaches for Industry 4.0: A Human Resource Management Perspective", IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC): 2016, 5309-5316.

SIKICH, "Transforming Relationships With Customers, Trading Partners, And Competitors In The Context Of Industry 4.0", (Erişim Tarihi: 23.07.2019).

ŚLUSARCZYK Beata, "Industry 4.0-Are We Ready?", Polish Journal of Managment Studies 2018, Vol.17 No.1: 232-245.

Smart Traffic Management: What are Smart Traffic Management and Smart Traffic Lights?, (<https://www.smartertransport.uk/smart-traffic-management/>, (01.08.2019)

SNIDERMAN Brenna, MAHTO Monika, COTTELEER Mark J., "Industry 4.0 and Manufacturing Ecosystems", Deloitte UnIverIty Pres, 2016. <https://www2.deloitte.com/tr/en/pages/manufacturing/articles/industry-4-0-manufacturing-ecosystems-exploring-world-connected-enterprises.html> (Erişim Tarihi: 10.05.2019).

SOSNA M., TREVINYO-RODRÍGUEZ R. N., and VELAMURI S. R. “Business model innovation through trial-and-error learning: The Naturhouse Case. Business Models”, 2010, 43(2–3), 383–407.

STOCK T. ve SELIGER G., “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”, Procedia CIRP, Vol: 40, 2016, pp. 536-541.

SULTAN Nabil Ahmed, “Reaching for the “Cloud”: How SMEs Can Manage”, International Journal of Information Management 31, 2011, pp. 272-278.

SUNDBLAD Willem, "Industry 4.0: The Journey Toward Perfect Production", <https://www.forbes.com/sites/willemsundbladeurope/2018/07/16/industry-40-journey-toward-perfect-production/#41ec31de4165>, (Erişim Tarihi: 10.05.2019).

THAMES Lane ve SCHAEFER Dirk, “Software-Defined Cloud Manufacturing for Industry4.0.”, Procedia CIRP, Vol: 52, 2016, pp. 12-17.

The Whole Brain Group, "Marketing and Industry 4.0: Digital Infacture", 2018 <https://blog.thewholebraingroup.com/marketing-industry-4.0-digital-infrastructure> (Erişim Tarihi: 13.04.2019).

ThoughtCo, “The 5 Sector of the Economy”, 2019 <https://www.thoughtco.com/sectors-of-the-economy-1435795> (Erişim tarihi 15.05.2019).

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, “Akıllı Fabrikalar Geliyor”, TOBB Ekonomik Forum Dergisi, 2016, 16-27.

Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, "Üretim Bantlarında Yüksek Hız ve Verimlilik", <https://www.endustri40.com/uretim-bantlarinda-yuksek-hiz-ve-verimlilik/>, (Erişim Tarihi: 09.05.2019).

TÜRKOĞLU Efe, “Firmaların Endüstri 4.0’a Hazırlık Çalışmalarının Değerlendirilmesi: Bursa İlindeki Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2018.

UpKeep, “What’s the difference between Industry3.0 and Industry 4.0 ?”, 2019, <https://www.onupkeep.com/ga/predictive-maintenance/difference-between-industry-3-0-and-industry-4-0/> (Erişim Tarihi 24.06.2019).

VOGEL-HEUSER, Birgit, HESS Dieter, “IEEE Transactions on Automation Science and Engineering”, Vol: 13 (2), 2016, pp. 411-413.

WALSH G., MÖHRING, M., KOOT C., SCHAARSCHMIDT M., “Preventive Product Returns Management Systems-a Reviewand Model. In: Proceedings of the 21th European Conference on Information Systems (ECIS), Tel Aviv, Israel (2014).

WANG W.Y.C., PAULEEN D. J. and ZHANG T., "How social media applications affect B2B communication and improve business performance in SMEs", *Industrial Marketing Management*, 2017, 54: 4-14.

WITKOWSKI Krzysztof, “Internet of Things, Big Data, Industry 4.0–Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management”, *Procedia Engineering*, Vol: 182, 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, 2017, pp.763-769.

WITTENBERG C, "Cause the trend Industry 4.0 in the automated industry to new requirements on user interfaces?" In M. Kurosu (Ed.), *Human-computer interaction: Users and contexts. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 9171, pp. 238–245, 2015.

WIGAND R.T., PICOT A., REICHWALD R., “Information, Organizationand Management: Expanding markets and corporate boundaries. Chichester: Wiley.

World Economic Forum, "WEF The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution", 2016, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf), (Erişim Tarihi: 09.02.2018).

World Economic Forum, "Founder and Executive Chairman", Jan 17 2016, "<https://www.ge.com/reports/the-4th-industrial-revolution-what-it-means-how-to-respond/>", Erişim Tarihi: 05.08.2019

YAZICI Erdinç, DÜZKAYA Hıdır, "Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı?", Eğitim ve İnsan Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama(Eğitim-Bir-Sen), Cilt:7 (13), Yaz 2016, Sayfa: 49-88.

YILDIRIM, Ali, ŞİMŞEK, Hasan, *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Seçkin Yayıncılık, 11.b., Mayıs 2018.

YILDIZ Aytaç, "Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:22 (2), 2018, Sayfa: 546-556.

ZHANG Leo, "Intelligent Traffic Systems: Implementation and What's Down the Road", <https://www.cleantech.com/intelligent-traffic-systems-implementation-and-whats-down-the-road/>, (01.08.2019)

ZHOU Keliang, LIU Taigang, ZHOU Lifeng, "Industry4.0: Towards Future Industrial Opportunitiesang Challenges", 2015 12th International Conference on Fuzzy Systemsand Knowledge Discovery (FSKD) (Conference) IEEE, August 2015, pp. 2147-2152, China.

## **EK: GÖRÜŞME SORULARI**

**Soru 1.** Sizce endüstri nedir, nasıl tanımlarsınız?

**Soru 2.** Sizce endüstri devrimi var mıdır, kaç ayırırınız?

**Soru 3.** Sizce Endüstri 4.0 nedir, nasıl ifade edersiniz? Hangi teknolojilerden oluşmaktadır?

**Soru 4.** Sizce, Endüstri 4.0'ın günlük hayat ile nasıl bir ilişkisi vardır?

**Soru 5.** Size göre şirketinizin Endüstri 4.0 trendine katılma sebebi nedir?

**Soru 6.** Sizce şirketiniz günümüzde hangi endüstri devriminde yer almaktadır?

**Soru 7.** Sizce, şirketiniz Endüstri 4.0'a doğru dönüşüm sürecini başlatırken hangi engellerle karşılaşabilir?

**Soru 8.** Şirketinizde Endüstri 4.0 ile ilgili yapılan değişimler neler olabilir?

**Soru 9.** Sizce şirketinizde Endüstri 4.0'a geçiş süreci ne kadar zaman alabilir?

**Soru 10.** Şirketinizde Endüstri 4.0 ile üretimde ne tür değişiklikler olabilir?

**Soru: 11.** Sizce, Endüstri 4.0 teknolojilerinden Siber Fiziksel Sistemlerin önümüzdeki yıllar içinde etkileri neler olabilir?

**Soru 12.** Sizce, Endüstri 4.0'ın insan kaynaklarını nasıl etkileyebilir?

**Soru 13.** Sizce Endüstri 4.0 ile birlikte pazarlama faaliyetlerinizde ne tür değişimler olabilir?

**Soru 14.** Sizce Endüstri 4.0 iş ilişkilerinizde nasıl etkiler ortaya çıkarabilir?

**Soru 15.** Sizce, Endüstri 4.0 şirket yönetiminde nasıl bir etki yaratabilir?

**Soru 16.** Size göre Endüstri 4.0 ile örgütsel liderlik arasında nasıl bir ilişki vardır?

**Soru 17.** Sizce Endüstri 4.0'ın şirkete entegre edilmesiyle kurum stratejilerini ne tür değişiklik olabilir?

**Soru 18.** Endüstri 4.0 için geleceğe yönelik stratejileriniz var mı?

**Soru 19.** Endüstri 4.0 çerçevesinde gelecek için beklentileriniz nelerdir?

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Mecnun Mutlu
Tez Adı	Endüstri 4.0 Uygulamalarına İlişkin Algılar: Otomotiv ve Tekstil Sektöründe Baz Araştırma
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	İzleme
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Prof. Dr. Bülent Aydemir Çiftçi
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 : 29.08.2019

İmza : 