

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

YÖNETİM VE ORGANİZASYON TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE İŞGÜCÜ YETKİNLİKLERİ VE İŞİN YAPISININ
KULLANILAN TEKNOLOJİ VE FARKINDALIK DÜZEYİNE GÖRE
FARKLILAŞMASI: ODTÜ TEKNOKENT ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal GÜDEN

ŞUBAT-2020

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

YÖNETİM VE ORGANİZASYON TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE İŞGÜCÜ YETKİNLİKLERİ VE İŞİN YAPISININ
KULLANILAN TEKNOLOJİ VE FARKINDALIK DÜZEYİNE GÖRE
FARKLILAŞMASI: ODTÜ TEKNOKENT ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal GÜDEN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kader ŞAHİN

ŞUBAT-2020

TRABZON

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca KTÜ - Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırlanan bu Çalışmada yararlanılan kaynakların tümüne eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Nihal GÜDEN
12.02.2020

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerini göre farklılaşan işgücü yetkinlikleri ve iş yapıları araştırılmıştır. Endüstri 4.0 sürecinde, yapay zekâ, akıllı robotlar, büyük veri ve nesnelerin interneti gibi teknolojiler işletmeleri hem teknik hem de sosyal açıdan etkilediği görülmektedir. Akıllı teknolojilerin iş modelleri, iş yapış şekli, iş ortamı ve işin niteliği üzerine yarattığı etki, insan faktörünün sahip olduğu yetenek ve yetkinlik değişimini zorunlu kılmaktadır. Endüstri 4.0 ile ilgili literatür incelendiğinde Endüstri 4.0 farkındalığı ve teknoloji kullanım düzeyi konusunda mevcut durum analizi yapıldığı görülmektedir. Endüstri 4.0 farkındalığı, teknoloji kullanımı, işgücü niteliği ve işin yapısı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu noktada çalışmanın temel amacı, işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerinin işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikler ve işin yapısı üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığını ortaya koymaktır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde bilgi ve tecrübeleriyle bana rehberlik eden değerli danışman hocam Prof. Dr. Kader ŞAHİN'e;

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Tuğba KAPLAN'a ve maddi-manevi her türlü yanımda olan değerli yöneticilerim Şebnem KARADEMİR ve Emrullah ERTEKİN'e,

Her konuda yanımda olan ve bana güvenen değerli aileme teşekkürü borç bilirim.

Şubat, 2020

Nihal GÜDEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XII
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XIV
GİRİŞ	1-4

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ENDÜSTRİ 4.0'IN TEMEL KAVRAMLARI.....	5-45
1.1. Geçmişten Günümüze Sanayi Devrimleri.....	5
1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi	5
1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi	6
1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi	7
1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimine Geçiş.....	8
1.1.4.1. Ayırt Edici Özellikleri	11
1.2. Dördüncü Sanayi Devrimi Teknolojileri.....	13
1.2.1. Temel Teknolojiler.....	13
1.2.1.1. Siber Fiziksel Sistemler	13
1.2.1.2. Bulut Bilişim.....	15
1.2.1.3. Büyük Veri	17
1.2.1.4. Nesnelerin İnterneti	19
1.2.1.5. Yapay Zekâ ve Akıllı Robotlar	21
1.2.2. Yardımcı Teknolojiler.....	23
1.2.2.1. Arttırılmış Gerçeklik ve Simülasyon	23
1.2.2.2. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar.....	24
1.2.3. Temel Çıktılar	25
1.2.3.1. Akıllı Fabrikalar	25
1.2.3.2. Otonom Araçlar	26
1.3. Dördüncü Sanayi Devriminin Etkileri	27

1.3.1. Ekonomi Üzerindeki Etkisi.....	27
1.3.1.1. Büyüme ve Verimlilik Üzerindeki Etkisi	27
1.3.1.2. İstihdam Üzerindeki Etkisi	29
1.3.2. Toplum ve Birey Üzerindeki Etkisi	32
1.3.3. İşletmeler Üzerindeki Etkisi.....	33
1.4. Türkiye’de Endüstri 4.0’ın Değerlendirilmesi	36
1.4.1. Türkiye’nin Sanayileşme Süreci	36
1.4.2. Endüstri 4.0’ın Türkiye İmalat Sanayisi Üzerindeki Etkisi	38
1.4.3. Endüstri 4.0’ın Türkiye’deki Teknolojik Gelişim Üzerindeki Etkisi.....	42

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0 DÖNEMİNDE İNSAN KAYNAKLARININ YERİ VE ROLÜ	46-68
2.1. İnsan Kaynakları Yönetiminin Gelişimi	46
2.1.1. Personel Yönetimi (İKY 1.0).....	46
2.1.2. İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY 2.0)	47
2.1.3. Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY 3.0).....	48
2.1.4. Yetkinliğe Dayalı İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY 4.0).....	48
2.1.5. Yetenek Yönetimi (İKY 5.0)	50
2.2. Geçmişten Günümüze İşin Yapısı ve İşgücü Niteliğindeki Değişim.....	53
2.3. Endüstri 4.0 Teknolojileri ile Birlikte İşin Yapısı ve İşgücü Niteliğindeki Değişim.....	55
2.4. Endüstri 4.0 Kapsamında Yeni İş Modelleri ve Meslekler	60
2.5. Endüstri 4.0 Teknolojileri ile Birlikte Değişen Organizasyon Yapıları	62
2.6. Kavramsal Çerçeve ve Hipotezlerin Geliştirilmesi.....	63
2.6.1. Endüstri 4.0 ve İşgücü Yetkinlikleri Arasındaki İlişki.....	63
2.6.2. Endüstri 4.0 ve İşin Yapısı Arasındaki İlişki	67

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	69-96
3.1. Araştırma Örnekleme/Kapsamı	69
3.2. Araştırmanın Yöntemi ve Kullanılan Ölçekler	70
3.3. Bulguların Değerlendirilmesi.....	71
3.3.1. Geçerlilik Analizi.....	71
3.3.1.1. Açıklayıcı /Keşfedici Faktör Analizi	71
3.3.1.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi	75
3.3.2. Güvenilirlik Analizi	82
3.3.3. Tanımlayıcı İstatistikler	82
3.3.4. Verilerin Normalliğinin Test Edilmesi	85
3.3.5. Korelasyon Analizi	86

3.3.6. İşgücü Niteliğine İlişkin Karşılaştırma Analizleri	88
3.3.6.1. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre İşgücü Yetkinliklerinin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi	88
3.3.6.1.1. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre Teknik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi.....	89
3.3.6.1.2. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre Metodolojik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi.....	90
3.3.6.1.3. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi.....	91
3.3.6.2. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre İşgücü Yetkinliklerinin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi	92
3.3.6.2.1. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Teknik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi.....	92
3.3.6.2.2. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Metodolojik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi	93
3.3.6.2.3. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi	94
3.3.7. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre İşin Yapısı Değişkeninin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi	94
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	97
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	100
EKLER.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	125

ÖZET

Endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimi incelendiğinde üç önemli devrim sonrası günümüzde ulaştığımız teknolojik gelişim boyutu makinaların, insanların ve her türlü nesnenin birbiriyle haberleştiği ve üretim sistemi içinde bağımsız kararların alınabildiği yeni bir dönem başlatmıştır. Nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ ve otonom robot gibi teknolojilerin bileşiminden oluşan Endüstri 4.0 var olan mesleklerde, iş modellerinde, organizasyon yapılarında ve işgücü becerilerinde değişim ve dönüşüm yaratmaktadır. Ülkemizde Endüstri 4.0 uygulamasının düşük olması nedeniyle Endüstri 4.0'ın insan faktörü üzerinde yaratacağı değişim ve dönüşüm çok dikkat çeken bir konu haline gelememiştir. Bu noktada işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık ve teknoloji kullanım düzeylerini arttırmaları ve buna bağlı olarak iş yapılarını değiştirmeleri ve işgücününün bu sürece uyum sağlayacak şekilde beceriler kazandırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerinin işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikler üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığı ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Ayrıca çalışmada işin yapısı değişkeninin teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık yaratıp yaratmadığı da belirlenmeye çalışılmaktadır. Çalışmada ele alınan bu farklılıklar, ODTÜ Teknokent bünyesinde faaliyet gösteren 118 firma üzerinde analiz edilmiştir. İşgücü niteliğine ilişkin yapılan ANOVA analizleri sonucunda, teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinliklerin firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeylerine göre farklılık gösterdiği ve bu farklılığın pozitif yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yapılan çalışma sonucunda firmaların yaklaşık %54'ünün Endüstri 4.0 farkındalık düzeyinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada teknik, metodolojik, sosyal/kişisel yetkinliklerin teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymak üzere yapılan bağımsız t-testi sonucunda firma düzeyinde işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık gösterdiği ve bu farklılığın pozitif yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teknoloji kullanım düzeyinin işin yapısı üzerinde yarattığı farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan bağımsız t-testi sonucuna göre ise, işin yapısına ilişkin ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık gösterdiği ve bu farklılığın pozitif yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yapılan çalışma sonucunda firmaların yaklaşık %60'ının teknoloji kullanım düzeyinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, İK 4.0, Yetkinlik Değişimi, 4.0 Farkındalığı

ABSTRACT

When the historical development of the industrial revolutions are examined, the technological development dimension we have reached after the three important revolution started a new period in which machines, people and all kinds of objects communicate with each other and independent decisions can be made within the production system. Industry 4.0, which is a combination of technologies such as internet of things, big data, cloud computing, artificial intelligence and autonomous robot, creates change and transformation in existing professions, business models, organizational structures and workforce skills. Due to the low implementation of Industry 4.0 in our country, the change and transformation that Industry 4.0 will create on the human factor has not become a remarkable subject. At this point, businesses need to increase their Industry 4.0 awareness and technology usage levels, and accordingly change their business structures, and the workforce should be equipped with skills to adapt to this process.

In this study, it is aimed to reveal whether the Industry 4.0 awareness levels and technology usage levels of the enterprises make a difference on the technical, methodological and social / personal competencies. In addition, it is tried to be determined whether the variable of the structure of work creates a difference according to the technology usage levels. These differences are analyzed on 118 firms operating in METU Technopolis. As a result of ANOVA analysis on labor quality, it has been concluded that technical, methodological and social / personal competencies differ according to the Industry 4.0 awareness levels of firms and this difference is positive. In addition, as a result of the study, it was determined that approximately 54% of the firms had a high level of Industry 4.0 awareness.

In this study, as a result of the independent t-test conducted to reveal whether the technical, methodological, social / personal competencies differ according to the technology usage levels, the average of the workforce technical, methodological and social / personal competence averages according to the technology usage levels and this difference is positive. It has been reached. According to the independent t-test result conducted in order to reveal the difference in the use of technology on the structure of the work, it has been concluded that the average of the structure of the work differs according to the level of use of technology and this difference is in a positive direction. Also, as a result of the study, it has been determined that approximately 60% of the companies have low technology usage.

Keywords: Industry 4.0, HR 4.0, Competency Change, 4.0 Awareness

TABLolar LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablonun Adı	Sayfa Nr.
1	Endüstri 3.0 ile Endüstri 4.0 Arasındaki Temel Farklar	12
2	Büyük Veri ve Geleneksel Analitik Karşılaştırması.....	19
3	Günümüz Fabrikaları ile Sanayi 4.0 Fabrikalarının Karşılaştırması	25
4	Farklı Mesleklere Ait Bilgisayarlaşma Olasılıkları	31
5	2005-2019 Yılları Arasında Türkiye’de Sektörel İşgücü Dağılımı (%)	41
6	İmalat Sanayi Teknoloji Yoğunluğu (Milyon ABD Doları).....	41
7	Türkiye’de Ar-Ge Faaliyetleri İstatistikleri (2011-2018) (Milyon TL).....	43
8	Geleceğin Fabrikalarında Çalışanların Nitelik ve Becerileri	59
9	Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett Testi	72
10	Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin Faktör Sayıları ve Toplam Açıklanan Varyansları.....	72
11	Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin Faktör Değerleri	73
12	İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin KMO ve Bartlett Testi	73
13	İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin Faktör Sayıları ve Toplam Açıklanan Varyansları	73
14	İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin Faktör Değerleri.....	73
15	İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin KMO ve Bartlett Testi.....	74
16	İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin Faktör Sayıları ve Toplam Açıklanan Varyansları	74
17	İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin Faktör Değerleri	7
18	Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğinin DFA İstatistik Değerleri	77
19	Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeği Uyum İndeksleri.....	77
20	İşin Yapısı Ölçeğinin DFA İstatistik Değerleri	78
21	İşin Yapısı Ölçeği Uyum İndeksleri	78
22	İşgücü Niteliği Ölçeğinin DFA İstatistik Değerleri.....	79
23	İşgücü Niteliği Ölçeği Uyum İndeksleri.....	79
24	Modele Ait DFA İstatistik Değerleri	81
25	Modele Ait Uyum İndeksleri	81
26	Araştırmada Kullanılan Ölçeklerin Güvenilirliği	82
27	Katılımcı ve Firma Tanımlayıcı İstatistikleri.....	83
28	Araştırmaya Katılan Firmaların Kuruluş Yapılarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	84

29	Ölçek Ortalamalarının Tanımlayıcı İstatistiği	84
30	Normallik Dağılım Testi (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk)	86
31	Ölçek Verilerine İlişkin Normallik Dağılımı (Çarpıklık-Basıklık)	86
32	Pearson Korelasyon Testi	87
33	Teknik Yetkinliklerin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre ANOVA Testi Sonuçları	89
34	Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri ile Teknik Yetkinliklerin Tukey Testi Sonuçları	89
35	Metodolojik Yetkinliklerin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre ANOVA Testi Sonuçları	95
36	Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri ile Metodolojik Yetkinliklerin Tukey Testi Sonuçları	91
37	Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre ANOVA Testi Sonuçları	91
38	Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri ile Sosyal-Kişisel Yetkinliklerin Tukey Testi Sonuçları	92
39	Teknik Yetkinliklerin Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları	93
40	Metodolojik Yetkinliklerin Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları	93
41	Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T- Testi Sonuçları	94
42	İşin Yapısının Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları	95
43	Fark Analizleri Neticesinde Ulaşılan Sonuçlar	95

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şeklin Adı	Sayfa Nr.
1	Siber Fiziksel Sistemin Uygulanması için 5C Mimarisi.....	14
2	Farkındalık Ölçeğine İlişkin DFA Path Diyagramı	76
3	İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin DFA Path Diyagramı	77
4	İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin DFA Path Diyagramı.....	78
5	Modele Ait DFA Path Diyagramı.....	80

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik Nr.	Grafik Adı	Sayfa Nr.
1	2010-2019 Yılları Arasında Türkiye'nin Sanayi üretim Endeksi ve Kapasite Kullanım Oranı	40
2	Türkiye'deki Şirketlerin Dijital Teknoloji Kullanma Seviyeleri	44
3	Araştırmaya Katılan Firmaların Sektörel Dağılımları	84
4	Araştırmaya Katılan Firmaların Endüstri 4.0 Teknoloji Kullanım Oranları.....	85

KISALTMALAR LİSTESİ

ACATECH	: Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BCG	: Boston Danışma Grubu
BSTB	: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
EBSO	: Ege Bölgesi Sanayi Odası
IOT	: Nesnelerin İnterneti
İK 4.0	: İnsan Kaynakları 4.0
İKY	: İnsan Kaynakları Yönetimi
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
SFS	: Siber Fiziksel Sistemler
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği
WEF	: Dünya Ekonomik Formu

GİRİŞ

Günümüzde sanayi devrimleri dört önemli dalga üzerinden anlatılmaktadır. Birinci sanayi devriminde buhar makinesinin bulunması ve küçük atölyelerden fabrika sistemine geçilmesi mekanik enerji üretimin temelini oluşturmuştur. İkinci sanayi devriminde, hammadde olarak çelik kullanılmış, buhar gücü yerini elektrığe bırakmış ve bu sayede endüstride seri üretime geçilmiştir. Üçüncü sanayi devrimi ise, bilgisayarın, internetin ve ileri birçok teknolojinin kullanıldığı ve üretimde otomasyonun sağlanabildiği bir dönem olarak ifade edilmektedir. İçinde bulunduğumuz ve hala gelişme aşamasında olan Dördüncü Sanayi Devrimi, Almanya tarafından 2011 yılında yeni esnek üretim stratejisi olarak ortaya konmuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte Endüstri 3.0 döneminde belirlenen standart görevler ve süreçler değişmiştir. Endüstri 3.0, makinelerin birbirinden bağımsız çalıştığı, süreç izlemenin zor olduğu, standart ürünlerin üretildiği ve stok bulundurmanın önemli olduğu bir dönem olarak ifade edilirken, Endüstri 4.0 ise, birçok makine, nesne ve insanların birbiriyle iletişim kurabildiği ve entegre bir şekilde çalıştığı, gerçek zamanlı verilerin kolayca takip edilebildiği, değiştirilebilir veya genişletilebilir modüllere sahip ve üretimde süreklilik esasına dayalı bir sistem ortaya koymaktadır. Endüstri 4.0, üretim süreçlerini önemli biçimde etkileyen iletişim, internet ve bilişim teknolojilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan yeni bir durumdur. Bu yeni nesil endüstri, siber fiziksel sistemler, yapay zekâ, otonom robotlar, nesnelere interneti, bulut bilişim, artırılmış ve sanal gerçeklik, üç boyutlu yazıcı gibi modern teknolojilerle iş süreçleri boyunca akıllı makineler arasında iletişim kurabilmekte ve her türlü bilgi alışverişinde bulunabilmektedir. Bu sayede üretim işlemleri kısa sürede değiştirilebilmekte ve yüksek verimlilikte üretim sağlanabilmektedir.

Yeni ortaya çıkan teknolojiler yeni imalat biçimlerini beraberinde getirerek yüksek katma değer yaratmaktadır. Bu durum ekonomik büyümeyi tetiklemektedir. Endüstri 4.0'ın önümüzdeki 10 yıllık süreçte üretim maliyetlerinde (hammadde gideri dâhil edilmeksizin) %10-15 arasında önemli bir azalma sağlayacağı ve endüstriyel satışlarda yıllık yüzde 2-3 oranında bir artışı beraberinde getireceği tahmin edilmektedir. Daha önceki sanayi devrimlerini ıskalayan ve Endüstri 4.0 planlama aşamasında olan Türkiye açısından Endüstri 4.0 önemli fırsatlar yaratacak olan değişim ve dönüşüm hareketidir. Türkiye'nin mevcut durumuna bakıldığında ihracatın ithalata bağımlı halde olması, toplam ihracat içinde yüksek katma değere sahip ürünlerin oranının düşüklüğü, yerli tedarikçilerin eksikliği, yatırım maliyeti yüksekliği, işgücü niteliklerinin beklenen seviyede olmaması, araştırma geliştirme harcamalarının GSYH (Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla) içindeki payının düşüklüğü Türkiye'nin rekabet üstünlüğü sağlamasındaki en temel

sorunlarıdır. Türkiye bu sorunları çözemediği takdirde küresel pazar payı azalacak ve gelişmiş ülkelere karşı küresel rekabet avantajını kaybetmesi riski ile karşı karşıya kalacaktır. Bu sorunların üstesinden başarılı bir şekilde gelebildiği takdirde toplam üretim maliyetlerinde %4-7 arasında bir verimlilik, GSYH'sinde %1 ve daha fazla büyüme sağlayacağı tahmin edilmektedir.

Dördüncü Sanayi Devrimi bir taraftan ülkelerin ekonomik gelişimini etkilerken, bir taraftan da insan faktörünü etkilemekte ve insanoğlunun yaşam biçimini, iletişim şeklini, çalışma biçimini değiştirmektedir. Son dönemlerde insan kaynakları yönetimi 4.0 (İKY 4.0) çerçevesinde dijital insan kaynakları uygulamaları, liderlik, değişen organizasyon yapıları, işin yapısı ve niteliği, işgücü becerilerindeki değişim ve dönüşüm gibi konular daha fazla ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu dönemde daha önce ortaya atılmamış birçok iş yapma şekli ve çalışan yetkinlikleri ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0, sosyal altyapı ve bireysel farklılıkları göz ardı etmeyen iş yapısı ile daha iyi iş/yaşam dengesi getirmektedir. Ayrıca vasıflı çalışana olan ihtiyaçla birlikte bireylerin eğitimlerine önem verilerek insani gelişmişlik seviyesi arttırılmaya çalışılmaktadır.

Endüstri 4.0'ın getirmiş olduğu karmaşık sistemler işletmeleri iş süreçlerinde önemli yenilikler yapmaya zorlamakta ve iş yapılarını ve niteliklerini değiştirmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde çalışanlar gerçek zamanlı veriler ile istediği yerden istediği zaman bilgiye ulaşabilmekte, tüm süreci sürekli izleyebilmekte ve uzaktan kontrol edebilmektedir. Özellikle üretim ortamında robot teknolojisinin kullanımı bir taraftan da insan ve robotların bir arada takım halinde çalıştığı yeni çalışma biçimleri ortaya çıkarırken aynı zamanda bu iş birliği, çalışan hatalarını ve iş yükünün önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Endüstri 4.0 döneminde ön plana çıkan yeni meslekler, yeni iş modelleri, yeni çalışma biçimleri, iş tanımları ve organizasyon yapılarındaki değişimler için çalışanların yeni bilgi, deneyim ve niteliklere sahip olması gerekmektedir. Çalışanlar bu dönemde "kilit bilgi işlemcisi" olarak tanımlanmakta ve basit tekrarlayan işlerin otomasyona maruz kalma olasılığı yüksek olduğundan dolayı çalışanların daha karmaşık ve yaratıcı işlere ağırlık vermesi gerekmektedir. Bu tür işleri yerine getirmek için gerekli olabilecek becerilerin tam olarak bir çerçevesi çizilmemesine rağmen bu dönemde bilişim sistemleri bilgisi, verileri doğru analiz edebilme, değerlendirebilme ve yorumlayabilme ve bunları raporlayabilme, robotlarla çalışma ve iş ile ilgili teknik ve istatistik bilgileri ön plana çıkmaktadır. Ayrıca çalışanlardan yaratıcılık, problem çözme, analitik becerileri, değişimlere ayak uydurma, zaman yönetimi, takım çalışması, iletişim, araştırma, öğrenme becerisi gibi yetkinlikler de beklenmektedir. Bu tür işgücü yetkinliklerinin kazandırılmasında ve geliştirilmesinde firma düzeyinde Endüstri 4.0 farkındalığının yaratılması ve arttırılması daha da önemli hale gelmektedir. İşletmelerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyleri ne kadar yüksekse, işgücünün sahip olduğu yetkinliklerde o kadar yüksek olmaktadır. Endüstri 4.0 döneminde önemli olan bir diğer unsur firmaların teknoloji kullanım düzeyleridir. İşletmelerin belirli bir teknoloji yerine birçok teknolojiyi entegre bir biçimde kullanması yani teknoloji kullanım düzeylerini arttırmaları

işgücünün gerekli olan becerileri kazanmasında oldukça önemlidir. İşletmelerin teknoloji kullanım düzeyleri yükseldikçe işgücü mevcut teknolojileri kullanmak üzere yeni yetkinlikler kazanmakta ve bu şekilde yetkinlik seviyesinin artmaktadır. Aynı zamanda teknoloji kullanım düzeyi yüksek olan işletmelerde iletişim ve iş takibi kolaylığı, bilgiye ulaşma hızı ve iş hatalarının azalma ile birlikte iyi yapısı/niteliği de yüksek olmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerinin teknik, metodolojik, sosyal/kişisel yetkinlik olarak ayrı ayrı ele alınan işgücü niteliği ve işin yapısı üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığını ortaya koymaktır.

Belirlenen amaç çerçevesinde çalışmanın örnekleme ODTÜ Teknokent bünyesinde faaliyet gösteren ve basit tesadüfi yöntem ile seçilen 118 firmadan oluşmaktadır. Her bir firmadan genel müdür veya şirket sahibi üst düzey veya mali işler, insan kaynakları, satış pazarlama ve araştırma geliştirme gibi orta düzey yöneticilere ulaşılmıştır. Verilerin toplanması amacıyla kullanılan anketin, ilk bölümünde firma ve firma yöneticilerine ait demografik bilgiler yer alırken, ikinci bölümde çalışmanın bağımsız değişkeni olarak belirlenen, Endüstri farkındalık düzeyi beşli Likert ölçeği kullanılarak ölçülmeye çalışılmıştır. Farkındalık değişkeni düzey olarak ifade edilebilmesi için üçlü kategorik değişkene dönüştürülmüştür. Yine aynı bölümde bağımsız değişken olarak ele alınan firmaların kullanmakta olduğu Endüstri 4.0 teknolojilerini ölçmek amaçlı on farklı teknolojinin yer aldığı çoklu seçeneğe sahip soruya yer verilmiştir. Anketin üçüncü bölümde “çalışma esnekliği, iş hataları, iş takibi ve iletişim” gibi kriterler üzerinde durularak işin yapısı değişkeni ölçülmeye çalışılmıştır. Son bölüm de ise teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikler ölçülmek üzere bağımlı değişken olarak ele alınan işgücü niteliği ölçülmeye çalışılmıştır.

Dünyada ve ülkemizde Endüstri 4.0’ın yeni bir paradigma olmasından dolayı çok fazla çalışmaya rastlanmamakla birlikte, literatürde Endüstri 4.0 farkındalığı ve teknoloji kullanım düzeyi ile ilgili mevcut durum değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma bulguları sonucunda, ülkemizde Endüstri 4.0 ve teknolojileri hakkında genel farkındalık oluşmasına rağmen, Endüstri 4.0 sürecinde insan faktörünün yeterince önemsenmediği ve bu nedenle Endüstri 4.0’ın işgücünü ne şekilde etkileyeceği konusunda yeterli bilgi düzeyine ulaşılmadığı görülmektedir. Endüstri 4.0 dönüşümünde işletmelerin farkındalık seviyeleri, teknoloji kullanım düzeyleri, iş yapılarındaki değişim ve yeni iş modellerinin ortaya çıkması beraberinde gerekli yetkinliklerin belirlenmeye çalışılması hem araştırmacılar hem de iş hayatındaki uygulayıcılar tarafından güncel ve üzerinde durulması gereken önemli bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda çalışmanın Endüstri 4.0 farkındalığı, teknoloji kullanım düzeyi, işgücü niteliği ve işin yapısı arasındaki ilişkiyi ortaya koyması ve teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik boyutunda ele alınan işgücü niteliği ve işin yapısının firmaların Endüstri 4.0 farkındalık ve teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık yarattığı sonucuna ulaşılması ile literatürdeki boşluğu dolduracağı ve teorik alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türkiye’nin Endüstri 4.0 dönüşümünde planlama

aşamasında olduğunu göz önünde bulunduracak olursak, bu çalışmanın tüm firma yöneticileri ve çalışanlar üzerinde farkındalık yaratacağı ve bu şekilde sosyal alana katkı sağlaması beklenmektedir. Bu farkındalığın, yetenek açığının yoğun yaşandığı bu dönemde firmaların sahip oldukları insan sermayesini geliştirerek beceri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve yeni beceri kazanması kısaca yetenek ve yetkinlik yönetimi noktasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Üç ana bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünde kavramsal çerçeveyi ortaya koymak üzere Endüstri 4.0 ve teknolojileri, etkileri ve Türkiye'nin mevcut durumu ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. İkinci bölümde insan kaynakları yönetimi bağlamında Endüstri 4.0 ve teknolojilerinin işin yapısı, iş modelleri, organizasyon yapısı, işgücü niteliğinde üzerinde yarattığı değişimler ve araştırma hipotezleri ortaya konulmuştur. Son bölümde ise, araştırmanın yöntemi, kapsamı, kısıtlarından bahsedilmiş, veriler analiz yapılmış ve bulgular değerlendirilmiştir. Çalışma, sonuç ve gelecek çalışmalar için öneriler ile sonlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ENDÜSTRİ 4.0'IN TEMEL KAVRAMLARI

1.1. Geçmişten Günümüze Sanayi Devrimleri

Ekonominin, gelir ve üretim kaynaklarının önemli bir noktasında yer alan sanayi, uzun yıllar değişim ve dönüşüm geçirmiştir. Ansızın ve radikal bir biçimde meydana gelen ve devrim niteliğinde olan bu değişimler üretim şekillerinden toplumsal yaşama kadar birçok alanı etkilemiştir (Ak, 2018: 13). 18. yüzyılın başlarından itibaren gerçekleşen birçok sanayi devrimi ile kas gücünden mekanik güce geçiş sağlanmış, bilginin ve insanın önemli kaynak haline geldiği yeni bir dönem başlamıştır (Schwab, 2018: 11). Dördüncü Sanayi Devrimini daha iyi anlamak için sanayi tarihinin gelişimini incelemek gerekmektedir.

1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi

Başlangıç tarihi belli olmamakla birlikte küreselleşmenin ilk aşaması olan Endüstri 1.0 günümüz toplumsal, siyasi ve ekonomik ilişkilerin temelini oluşturmaktadır. Tarihsel süreç incelendiğinde milattan önce ve sonra ayrımı yapıldığı gibi, bu konuda da sanayi devrimi öncesi ve sonrası ayrımı yapılmaktadır (Görçün, 2016: 11). Üretim, sanayi devriminden önce basit araç gereçlerle ve insan kas gücü yardımıyla evlerde veya atölyelerde yapılmıştır. Sanayi devrimiyle birlikte, üretim makinelerle yapılmaya başlanmış ve ev dışında fabrikalara taşınmıştır. 18. yüzyılda basit makinelerden karmaşık makinelere geçilmiştir. Daha sonra bu makineler, buhar makinesinin 1765 yılında James Watt tarafından geliştirilmesiyle, buhar gücüyle çalıştırılmaya başlanmıştır (Brynjolfsson ve McAfee, 2015: 15; Lukač, 2015: 835). Buhar makineleri endüstrileşme için önemli bir itici güç oluşturmuş ve fabrikaların çoğalmasını sağlamıştır (Wisskirchen vd., 2017: 11). Buharlı makinelerin etkisiyle tekstil ve demir-çelik endüstrisi sanayi devrimlerinin odak noktasını oluşturmuştur. Bu endüstrilerin yanında buharlı makineler lojistik, bankacılık ve telekomünikasyon endüstrisini de etkilemiştir (Özdoğan, 2018: 3).

Sanayi devrimi Fransızlar tarafından ortaya atılan bir kavram olmasına rağmen İngiltere'nin zengin kömür ve demir rezervlerine ve İngiltere toplumunun siyasi anlamda istikrarlı bir yapıya sahip olması gibi nedenlerden dolayı öncü durumuna gelmiştir. Özellikle tekstil de kullanılan makinelerle daha fazla üretim sağlanarak işgücü verimliliği 40 kat artmıştır. Makinelerin öncülük

ettiği bu sanayi devrimi aynı zamanda “makine devrimi” olarak da adlandırılmıştır (Özdoğan, 2018: 4-5; Lasi vd., 2014: 239; Lom vd., 2016: 1).

Birinci sanayi devriminde, imalatta odun yerine kömür kullanılmasıyla birlikte üretim kapasitesi %60 oranında artmıştır. Bir süre sonra kömür endüstrileşme çabası içinde olan sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Kömürün ardından demir ve çeliğin gelişmesiyle ağır sanayiye geçilmiş ve daha sağlam makineler üretilmeye başlanmıştır. Birinci sanayi devrimi sadece imalatta etkili olmamış ziraat ve tıp alanlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Tıp alanında antibiyotik ve anestezinin üretilmesiyle insan ömrü artmıştır. Bu da nüfusun artmasına neden olmuştur. Diğer taraftan tarımda suni gübre uygulanması zirai ürün artışını sağlamıştır. Ayrıca sanayi devrimi eşitlik, özgürlük, çocuk hakları ve işçi hakları gibi birçok kavramı beraberinde getirmiştir (Arslan ve Demirağ, 2017: 5).

Birinci sanayi devriminin olumlu etkilerinin yanı sıra olumsuz birçok etki yaratmıştır. Bu dönemde kendini gösteren kapitalist sınıf sömürü sistemi oluşmasına ve işçi sınıfı üzerinde baskı uygulanmasına neden olmuştur. Ayrıca ülkeler arasında yaşanan rekabet birey boyutuna geçmeye başlamış ve bireylerin sahip oldukları kimlikler belli bir süre sonra ulus-devlet anlayışını getirerek dünya savaşlarına neden olmuştur (Görçün, 2016: 36-37).

1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi

Birinci sanayi toplumları insan kas gücünden daha fazla yararlanmayı sağlayan vinçler, kaldıraçlar gibi zorunlu icatları kullanmıştır. İkinci sanayi devrimiyle birlikte insandan daha iyi niteliklere sahip makineler yaratılarak farklı bir seviyeye geçilmiş ve bu makinaların kullanılması fabrikaları ve fabrika içerisindeki üretim bantlarını ortaya çıkarmıştır (Toffler, 2018: 35).

19. yüzyıl sonlarında ortaya çıkan ve teknoloji devrimi olarak da adlandırılan (Özdoğan, 2018: 8) ikinci sanayi devrimindeki en önemli gelişmelerden biri ise petrolün çıkarılmasıdır. Özellikle fabrikalarda kömür yerine petrol, buhar gücü yerine de elektrik kullanılmaya başlanmıştır (EBSO, 2015: 5; Lasi vd., 2014: 239; Wisskirchen vd., 2017: 11). Petrol kullanımı kömürün neden olduğu zaman kaybını daha da aza indirerek tedarik sürecini hızlandırmıştır. Bu şekilde hem tedarik edilen hammadde miktarı artmış hem de sistem daha esnek hale gelmiştir. Petrolün kullanılması sadece üretimi değil aynı zamanda fabrikaların tasarımını da değiştirmiştir. Büyük makinelerin yerini daha küçük makineler almıştır. Fabrika organizasyonunun yeniden tasarlanması işgücü üzerinde etkiler yaratarak uzmanlaşma kavramını getirmiştir. Bu gelişmeler üretim metodolojisi olan Taylorizm ve Fordist gibi yaklaşımlarının temelini oluşturmuştur (Görçün, 2016: 55-58).

Bu dönem Henry Ford Taylorizm ilkelerini benimseyerek kendi üretim metodolojisini oluşturmuştur. Taylorizmin sağlayamadığı iş akış sistemini yani bant tipi üretim sistemini kurarak üretim süresinden tasarruf sağlamıştır (Görçün, 2016: 63). Özellikle otomobil üretiminde Henry Ford'un seri üretimi kullanması otomobil üretimini artışı da beraberinde getirmiştir. Ayrıca seri üretim verimlilik artışıyla birlikte, reel ücretleri ve buna bağlı olarak da refah düzeyinin artmasını sağlamıştır (Genç, 2018: 38). İkinci dalga üretim sistemini değiştirerek üretici ve tüketiciyi birbirinden ayırmıştır. Kullanım amacıyla üretim yapan toplum yapısından alışveriş amaçlı bir topluma dönüşler yaşanmıştır. Birinci endüstri devriminde birlik beraberlik vurgusu yapılırken ikinci endüstri devriminde bireysellik vurgusu yapılmıştır (Toffler, 2008: 51).

İkinci sanayi devrimini ilkenden ayıran en önemli faktör, üretim kapasitelerini arttırmak amaçlı kullanılan yeni teknolojilerdir. Bu teknolojiler sayesinde işçilerin çalışma yöntemleri değişmiş ve işler uzmanlıklarına göre ayrılmıştır (Özdoğan, 2018: 8). Ayrıca reel ücretlerde önemli artış olmuş ve hayat standartları iyileşme meydana gelmiştir (Mokyr, 1998: 11; Dombrowski ve Wagner, 2014: 101). Aynı zamanda otomatik olarak üretilen ürünler ilk defa farklı kıtalara taşınmış ve bu da havacılığın başlangıcı olmuştur (Wisskirchen vd., 2017: 12). İkinci sanayi devrimi gelişmeleri arasında, modern gemi ve gemicilik faaliyetleri ilk otomobil dizaynı, telekomünikasyon alanındaki değişimler ve ilk kez ticari telgrafın kullanılması gösterilmektedir (Özdoğan, 2018: 9-10). İkinci sanayi devriminde ortaya çıkan bu gelişmeler üçüncü sanayi devrimine geçişi de beraberinde getirmiştir.

1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

20. yüzyılın ilk yarısı, meydana gelen ve derin etkileri olan iki önemli dünya savaşı sanayide teknolojinin yavaşlamasına neden olmuştur. Bu savaşların yanı sıra 1929'da yaşanan küresel kriz birçok sanayilemiş ülke üzerinde yıkıcı etkileri de beraberinde getirmiştir. Ancak 1950'li yıllarda bu krizlerin atlatılmasıyla sanayide dijital çağ gelişmeye başladı ve 3. sanayi devrimi için önemli adımlar atılmıştır (EBSO, 2015: 6). İkinci sanayi devriminde elektriğin seri üretiminde kullanılması üçüncü sanayi devrimini tetiklemiştir. Bu devrimi diğer ikisinden ayıran en önemli bileşenler, "bilgi işlem teknikleri", "haberleşme teknikleri" ve bunların ortaklaşa kullanıldığı "mikro-elektronik"tir (Çelikleş vd., 2015: 25). Üçüncü sanayi devrimi ABD'nin liderliğinde 1960'larda başlamıştır. Ana bilgisayar (1960'lar), kişisel bilgisayar (1970'ler ve 80'ler) ve internet (1990'lar) bu devrimin en önemli teknolojileridir. Bu nedenle de genellikle "bilgisayar" veya "dijital devrim" olarak adlandırılmaktadır (Schwab, 2018: 11).

İkinci sanayi devriminde öne çıkan kitlesel üretim yerini bu dönemde Post-Fordist olarak adlandırılan esnek üretim metodolojilerine bırakmıştır. Fordist üretimdeki katılık ve vasıfsızlaştırma yerine Post-Fordist üretim yaklaşımında hem iş hem de işgücü açısından esneklik sağlanmıştır (Öztuna, 2017: 33). Yine bu dönemde, değer yaratmayan ürünlerin, süreçlerin

sistemden elimine edildiği “yalın üretim”, israfları ortadan kaldırmayı sağlayan ve stoklu üretim fikrine dayanan “tam zamanında üretim”, müşteri memnuniyetine önem veren “çevik üretim” ve iş ortamı düzenlemesi sağlayan “5s yaklaşımı” gibi üretim yaklaşımları kullanılmıştır (Banger, 2017: 130-134).

Üçüncü sanayi devriminde karşımıza çıkan diğer bir teknoloji ise 1970’li yıllardan sonra üretilmeye başlayan ve şimdilerde bile kullanılan kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemleridir. ERP sistemleri, örgüt içindeki tüm birimleri (finans, insan kaynakları, üretim gibi) birbirine bağlamakta ve iş süreçlerinin tek bir sistem altında kontrol edilmesini sağlamaktadır (Pınar ve Erdem, 2002: 3). İlk kez 1990 yıllarda Gartner tarafından kullanılmaya başlayan ERP sistemlerinin asıl temeli kodlarının yazıldığı 1970-80’lere dayanmaktadır. İlk başlarda kurum içi kullanılmasına rağmen internetin gelişmesiyle kurum dışı entegre bir sisteme dönüşmüştür (Özdoğan, 2018: 24).

Endüstri 3.0 devriminde en önemli atılımlardan biri de Dördüncü Sanayi Devrimi teknolojileri arasında sayılan üç boyutlu yazılardır. İlk olarak firmaların doğrudan ürünün prototipine ulaşmasını sağlayan üç boyutlu bilgisayar destekli programlarda kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır (Gibson vd., 2015: 19). Şu anda ise bilgisayar ve internet teknolojisinin gelişimine paralel olarak birçok sektörde kullanıldığı görülmektedir. Bir diğer teknoloji ise yine bu dönemde ortaya çıkan temeli 3 boyutlu yazıcılarından daha da eskiye dayanan robot teknolojisidir. Bu dönem üretim süreçlerinde otomasyonunu arttırmak için kullanılan elektronik ve bilgi teknolojisi sayesinde makineler sadece “el emeği” ile yapılan işleri değil, aynı zamanda “beyin işlerinin” bir kısmını devralmıştır (Kagermann vd., 2013: 14).

Bu dönemde lazer teknolojisi, nükleer, biyolojik tarım ve biyogenetik gibi bilim alanlarında da gelişmeler görülmüştür. Özellikle iletişim ve ulaşımdaki gelişmeler, küresel pazarın oluşmasını sağlamıştır. Ayrıca üçüncü sanayi devriminde yenilenemez enerji kaynaklarındaki sorunlar nedeniyle rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmış ve bununla birlikte sürdürülebilirlik kavramı gündeme gelmiştir. Birinci ve ikinci sanayi devriminin doğal kaynaklar üzerinde yarattığı olumsuz etki fark edilerek bu dönemde birtakım önlemler alınmaya çalışılmıştır (Rifkin, 2014: 57-60).

Birinci sanayi devriminde buhar makinesinin bulunması küçük atölyelerden fabrika sistemine geçilerek mekanik enerji üretiminin temelini oluşturmuştur. İkinci sanayi devriminde, hammadde olarak çelik kullanılmış, buhar gücü yerini elektriğe bırakmış ve bu sayede “seri üretim” kavramı ortaya çıkmıştır. Endüstri 3.0 dönemi ise, bilgisayarın, internetin ve ileri birçok teknolojinin kullanıldığı bir dönem olarak ifade edilmektedir.

1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimine Geçiş

Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte sıkça anılan dijital çağ veya başka bir deyişle elektronik çağ ilk üç sanayi devrimi sonucunda ortaya çıkmıştır. Diğer yandan bilginin önemli bir değer aracı olarak görülmesi bu dönemin enformasyon çağı olarak adlandırılmasına neden olmuş ve gelişmişlik seviyesi bilgi ile ölçülmeye başlanmıştır. Dijital çağ, günümüzdeki tüm işlemlerin bilgisayar ile internet üzerinden hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine dayanmaktadır (Önday, 2017: 27-28). Dördüncü Sanayi Devrimi internet altyapısıyla birçok nesneyi daha akıllı hale getirerek, akıllı işletmeler ve akıllı fabrikalar gibi dijital bağlantılar ortaya çıkarmıştır.

İlk makine çağı olarak adlandırılan buhar gücünün ortaya çıkışı insanlık tarihinde muhteşem bir değişim ve dönüşüm yaratmıştır. Şimdi ise ikinci makine çağından bahsedilmektedir. Nasıl ki ilk makine çağında kas gücünün yerini buharlı makineler aldı. Şimdi ise beyin gücünün yerini dijitalleşme almaktadır (McAfee ve Brynjolfsson, 2015: 15-16).

Dördüncü Sanayi Devriminde bilgisayarların akıllı cihazlara dönüşümü, akıllı ağlar (bulut bilişim) yoluyla daha fazla bilgi teknolojisi altyapısı ve hizmetleri sağlamaktadır. Bu durum imalat endüstrisinde düşünüldüğünde, mevcut sanayinin yüksek teknolojiyle buluşması anlamına gelmektedir. Dördüncü sanayiye geçişle birlikte, makineler otonom mikrobilgisayar (gömülü sistemler) teknolojisi sayesinde internet vasıtasıyla kablosuz olarak iletişim kurabilmektedir. Gömülü sistemler teknolojisi ve akıllı üretim süreçlerinin birleştiği noktada yeni teknolojiyi iş modellerine ve üretim zincirinin tamamına uygulamak üretimde verimliliği arttırmaktadır (Kagermann vd., 2013: 13-14). Bu gömülü sistem ve algılayıcılar sayesinde operasyonel (işlem temelli) ve enformasyon (bilişim-iletişim) teknolojileri birbirine yaklaşmaktadır (Banger, 2018b: 65)

Ersoy'a göre farklı bir paradigma olan Dördüncü Sanayi Devriminin ortaya çıkışı ekonomik nedenlere dayanmaktadır. Çin'in 21. yüzyıl başlarında ucuz işgücü sayesinde elde etmeye başladığı rekabet avantajı batılı ülkeleri harekete geçirmiştir (Doğru ve Meçik, 2018: 1582). Çin tehdidi karşısında önemli atılımlar yapması gerektiğini düşünen Almanya 2011 yılında Hannover Fuarı'nda yüksek teknolojiye dayanan "Sanayi 4.0" kavramını ortaya atmıştır (Vogel-Heuser ve Hess, 2016: 411; Kagerman, 2013: 77). Robert Bosch ve Henning Kagermann öncülüğünde kurulan Alman uzman ekip fuarda 3. sanayi devriminin sona erdiğini ve Dördüncü Sanayi Devriminin başladığına dair fikirlerini Alman hükümetine sunmuş ve sanayi alanında stratejik kararlar alınmasını sağlamıştır (Genç, 2018: 236). Dördüncü Sanayi Devriminin kuramsal boyutu Kagerman'ın 2011 yılındaki makalesine dayanmaktadır ve bu makale 2013 yılında ACATECH (Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi) tarafından yayınlanan raporun temelini oluşturmaktadır (Stock ve Seliger, 2016: 536). Rapora göre bu sanayi devriminin başarıya ulaşması için donanım mimarisinin belirlenmesi ve standardizasyon, karmaşık sistemlerin yönetilmesi,

kapsamlı ve imalat ortamında hızlı haberleşmenin sağlanması, emniyet ve güvenlik, çalışma organizasyonu ve tasarım, eğitimin sürekliliği, mevzuatın yeni sistemle uyumlu hale getirilmesi, kaynakların etkin kullanılması gibi aşamalardan geçmesi gerekmektedir (Kagerman vd., 2013: 50-52).

Alman hükümetinin ardından diğer ülkelerde Endüstri 4.0'a yönelik programlarını belirlemişlerdir. Çin 2013 yılında "Made in China 2025" planıyla inovasyon ve teknolojik gelişim sağlamayı ve imalatta lider konumda olmayı hedeflemektedir. Küresel rekabette önemli konuma sahip olan ABD ise 2016'da "İleri Üretim Programı (Advanced Manufacturing Program)" ve "Akıllı Üretim Liderliği Koalisyonu (SMMLC-Smart Manufacturing Leadership Coalition)" programı ile yol haritasını belirlemiştir. Japonya hedeflerini bir adım daha ileri götürmüş ve insan odaklı "Toplum 5.0 (Society 5.0)" planını tanıtmıştır. Fransa ise 2015 yılında "Geleceğin Endüstrisi Ortaklığı" adında yeni endüstri devrimini için kendi planını belirlemiştir. Hiç şüphesiz bu programları hayata geçirmeyi sağlayan en önemli faktör bu dönem kullanılan yıkıcı teknolojilerdir (Ślusarczyk, 2018: 233).

Endüstri 4.0 kavramının literatürde çok fazla tanımı yer almaktadır (Kagerman vd., 2013:5; Rüßmann vd., 2015: 4; Zhou vd., 2015: 2149; Hermann vd., 2016: 11; Zetzl vd., 2016: 8; Lu, 2017: 3; Banger, 2018b: 87).

- "Ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi seviyesi,"
- "Üretim ortamının artan dijitalleşmesini ve otomasyonunu ve ayrıca ürünler, çevreleri ve iş ortakları arasında iletişimi sağlamak için dijital değer zincirlerinin yaratılması,"
- "Dijital üretim teknolojisi, ağ iletişim teknolojisi, bilgisayar teknolojisi, otomasyon teknolojisi ve diğer birçok alanı içeren karmaşık ve esnek bir sistem,"
- "Değer zinciri organizasyonu kavramı ve teknolojileri için ortak bir terim,"
- "Basit tekniklerin dijitalleştirilmesi ve uyumu; karmaşık ekonomik ilişki ağlarının tamamlanması, ürünlerin ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi, "
- "Algoritmalar, büyük veriler ve yüksek teknolojilerle ilişkili olan entegre, uyarlanmış, optimize edilmiş, hizmet odaklı ve birlikte çalışabilir bir üretim süreci,"
- "Ürünün ilk tasarımından, satış, satış sonrası ve geri dönüşümüne kadar tüm tedarik zinciri değişimidir."

Endüstri 4.0'ın kişisel ürünler üretme, anında iletişim ve veri değişimi, insan-makine etkileşimi gibi özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler gelişen teknolojilerin bir sonucu olmakla birlikte, Endüstri 4.0'ın bilgi yönetim ve değer yaratma süreci olduğunu göstermektedir (Lu, 2017: 1; Lasi vd., 2014: 240). Endüstri 4.0 uluslararası düzeyde tartışılan bir konu haline gelmiştir. Bir tarafta bu kavramın gerçek anlamda "devrim" olduğu savunulurken, bir taraftandan da sanayi

alanında ani bir değişim ve dönüşümden çok “evrimsel” bir gelişme olduğu savunulmaktadır (Alçın, 2016: 21).

1.1.4.1. Ayırt Edici Özellikleri

Dördüncü Sanayi Devrimi, sektörel ve örgütsel anlamda tüm değer zincirinde değişikliklere neden olan önemli bir sıçrayıştır. Bu değişimler direk olarak ürün yaşam döngülerini etkilerken aynı zamanda müşteri taleplerine de en uygun ve hızlı bir biçimde cevap verebilmektedir. Schwab dördüncü bir sanayi devriminin meydana gelmekte olduğunu 3 nedene dayandırmaktadır. **Hız**; bu devrim diğer devrimlerin aksine doğrusal değil üstsel bir şekilde ilerlemektedir. Bu da sürekli yeni teknolojilerin gelişmesini sağlamaktadır. **Genişlik ve Derinlik**; bu devrim sadece ekonomiyi değil toplumu bireyi, iş hayatını çok derin bir şekilde etkilemektedir. **Sistem etkisi**; bu dönüşüm sürecinde işletmeler, sektörler ve ülkeler bir bütün olarak etkilenmekte ve bu durum bütünsel dönüşüm yaratmaktadır (Schwab, 2018: 11).

Acatech'in Sanayi 4.0 kavramı temel alınarak ortaya koyduğu raporda Endüstri 4.0 döneminin ayırt edici yenilikleri olarak problemlere anında cevap verebilen akıllı yazılımlar, depolama sistemleri ve nesnelerin interneti sayesinde makineler arası küresel etkileşim, akıllı ürün ve fabrikaların gelişimi, yeni meslek, alanlar hatta sektörlerin ortaya çıkması, bireysel farklılıkları göz ardı etmeyen iş yapısı ve iş/yaşam dengesi gösterilmektedir (Kagermann vd., 2013). Başka bir ifadeyle, Endüstri 4.0, “gerçek zamanlı kontrol, entegre bakım, daha iyi uyarlanabilirlik, tedarik zinciri boyunca artan iş birliği, daha iyi izleme olanakları ve daha akıllı ürünler ve yeni iş modelleri” ni de beraberinde getirmektedir (Branke vd., 2016: 264).

Herman ve arkadaşları (2015: 11-13) Dördüncü Sanayi devriminin 6 temel ilke üzerine kurulu olduğunu ifade etmektedir. Bunlar:

- **Karşılıklı Çalışabilirlik**: Nesnelerin interneti sayesinde birçok makine, nesne ve insanların birbiriyle iletişim kurabilmektedir. Akıllı fabrikaların oluşmasındaki en önemli ilkelerden biridir.
- **Sanallaştırma**: Algılayıcılar sayesinde elde edilen birçok verinin sanal kopyası simüle edilebilmektedir. Siber fiziksel sistemler içerisinde fiziksel ortam kolayca takip edilebilmekte ve ortaya çıkabilecek sorunlar çözülebilmektedir. Aynı zamanda bu sayede akıllı fabrikaların sanal bir kopyası ortaya konmaktadır.
- **Özerk Yönetim (Desentralizasyon)**: Siber fiziksel sistemlerin bağımsız çalışabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Merkezileşme, organizasyonel hiyerarşinin azaltılmasını sağlamaktadır ve bu şekilde kararlar hızlı alınabilmekte, üretimde sürekliliği getirmektedir (Lasi vd., 2014: 207).

- **Gerçek Zamanlı Veri Elde Etme Yeteneği:** Akıllı işletmelerin gerçek zamanlı olarak verileri toplayabilmeli, depolayabilme ve analiz edebilme yeteneğidir. Endüstri 4.0'ın bu yeteneği sayesinde makine arızalarına anında müdahale edilebilmektedir.
- **Hizmet odaklılık:** Müşteri odaklı üretim benimsenmelidir. Birçok nesne, cihaz, makine ve insan müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için hizmetler interneti üzerinden bağlanabilmelidir.
- **Modülerlik:** Dinamik bir çevrede değişime ayak uydurabilmek için değiştirilebilir veya genişletilebilir modüllere sahip olunması gerekir.

Bu ayırt edici yenilikler göz önüne alındığında, Dördüncü Sanayi Devrimi, akıllı fabrikaların oluşmasını sağlayan teknolojik yenilikler ve değer zincirinin ortaklaşa bir entegrasyonu olarak görülmektedir. Diğer yandan teknolojik gelişmelere baktığımızda sanayileşmenin dördüncü evresi sadece imalat endüstrisinde değil aynı zamanda gen biliminden sosyal bilimlere ve enerji alanına kadar pek çok alanı etkisi altına almaktadır (Özsoylu, 2017: 46).

Endüstri 3.0 ile karşılaştırıldığında şirketler için belirlenen standartlar (görevler, süreçler ve süreler) Endüstri 4.0 ile birlikte değişmektedir. Endüstri 3.0'da birbirinden bağımsız çalışan makineler Endüstri 4.0 devriminde birbiriyle entegre bir şekilde çalışmaya başlamaktadır. Kişileştirilmiş ürünler üretilerek müşteri tatmini sağlamaktadır. Sanayi 4.0 ile bireylerin karmaşık durumlarda karar verme yetisi yapay zekâ sayesinde azalacaktır (Davutoğlu vd., 2017: 556-557). Tablo 1'de Endüstri 3.0 ve Endüstri 4.0 arasındaki temel farklılıklar daha detaylı bir şekilde görülmektedir.

Tablo 1: Endüstri 3.0 ile Endüstri 4.0 Arasındaki Temel Farklar

ENDÜSTRİ 3.0	ENDÜSTRİ 4.0
Endüstri 3.0 üretim ortamında kullanılan makineler iş süreci değişikliklerine göre önceden ayarlanmaktadır	Endüstri 4.0 üretim ortamında makineler önceden yararlanmaya gerek duyulmadan otomatik olarak çalışabilmektedir.
Endüstri 3.0 üretim ortamında her makine kendi problemine odaklanmakta ve bu noktada süreç kontrolü zor olmaktadır.	Üretim ortamında makineler arası iletişim sayesinde herhangi bir sorun ortaya çıkmadan üretim süreci durdurulabilmektedir.
Seri üretime dayalı ürünlerin üretimi kolay yapılmasına rağmen, özel ürünlerin üretimi oldukça zor olmaktadır	Kişiyeye özel birbirinden farklı ürünler akıllı makineler sayesinde üretilabilmektedir.
Endüstri 3.0 üretim süreci stok bulundurulmayı gerektirmektedir.	Tam zamanında üretim sistemi temelinde stok bulundurma ihtiyacı yoktur.
Hukuki sistem temel alınarak iş tanımları, görevler, standartlar belirlenmektedir.	İş tanımları, yetkiler ve standartlar için gelecek hukuki sistem temeli esas alınmaktadır
Endüstri 3.0'da mesleki eğitimlerle desteklenen çalışanın daha çok teknik yetkinliklerine sahip olması hedeflenmektedir	Sanayi 4.0'da çalışanlara eğitimler verilerek teknoloji bilgisine sahip ve akıllı araçlarla kullanabilecek seviyeye gelmesi amaçlanmaktadır.
Endüstri 3.0'da karar verme mekanizması insandır	Sanayi 4.0'da karar verme mekanizması yapay zekâyaya sahip robotlardır.
Üretim ortamında makineler birbirinden bağımsızdır	Sistem bütünleşmesine dayalı üretim ortamındaki tüm araç, makine ve insanlar birbirleriyle iletişim halinde çalışmaktadır

Kaynak: Davutoğlu vd., 2017: 556-557

Sonuç olarak, Endüstri 4.0 sürecinde şirketler tüm kaynakları, tedarikçileri, çalışanları, sistemleri, paydaşları ve müşterileri ortak bir ağ altında toplamakta ve üretim hızlı, esnek ve çevik olmaktadır. Buna bağlı olarak maliyetler azalmakta ve verimlilik artmaktadır. Bu da doğal olarak daha iyi iş-yaşam dengesi getirmektedir. Endüstri 4.0 genel de teknik değişim olarak algılanmasına karşılık özelde çalışanları etkileyecek önemli bir değişim ve dönüşüm içermektedir. Bu noktada Endüstri 4.0 çalışanlar için daha fazla uzmanlık deneyimi gerektirmektedir (Banger, 2018b: 87).

1.2. Dördüncü Sanayi Devrimi Teknolojileri

Gelişmekte olan yeni endüstri paradigması, bilgisayar alanındaki birçok gelişmelerle birlikte, sanal iletişim ve otomasyon sistemleriyle üretim ortamında hızlı ve yıkıcı değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişiklikler bir dizi teknolojik gelişimin sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır (Zhou vd., 2016: 2149). Endüstri 4.0 teknolojileri tedarik zinciri, imalat ve iş süreçlerinin entegrasyonuna dayanan kavramlardır. Endüstri 4.0 teknik yönü siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, akıllı nesnelere ve endüstriyel üretim gibi genel kavramların uygulanmasıyla ele alınmaktadır (Junior vd., 2018: 374; Blanchet vd., 2014: 7-9; Rübmann vd., 2015: 4-6).

Endüstri 4.0 teknolojileri kendi içerisinde temel teknolojiler, yardımcı teknolojiler ve temel çıktılar olarak sınıflandırılmaktadır. Temel teknolojiler, siber fiziksel sistemler, yapay zekâ ve otonom robotlar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim sistemlerden oluşmaktadır. Bu teknolojilerin temel alınmasının nedeni inovasyon yaratan temel değişim ve dönüşüm içermeleridir. Yardımcı teknolojiler, endüstriyel dönüşüme katkı sağlayan yenilikler olup, artırılmış ve sanal gerçeklik, 3 boyutlu yazıcı teknolojilerden oluşmaktadır. Akıllı fabrikalar ve otonom araçlar ise temel çıktılarını oluşturmaktadır. Bu temel çıktılar temel teknoloji sonucu ortaya konulan yenilikleri kapsamaktadır (Turan, 2018: 59).

1.2.1. Temel Teknolojiler

1.2.1.1. Siber Fiziksel Sistemler

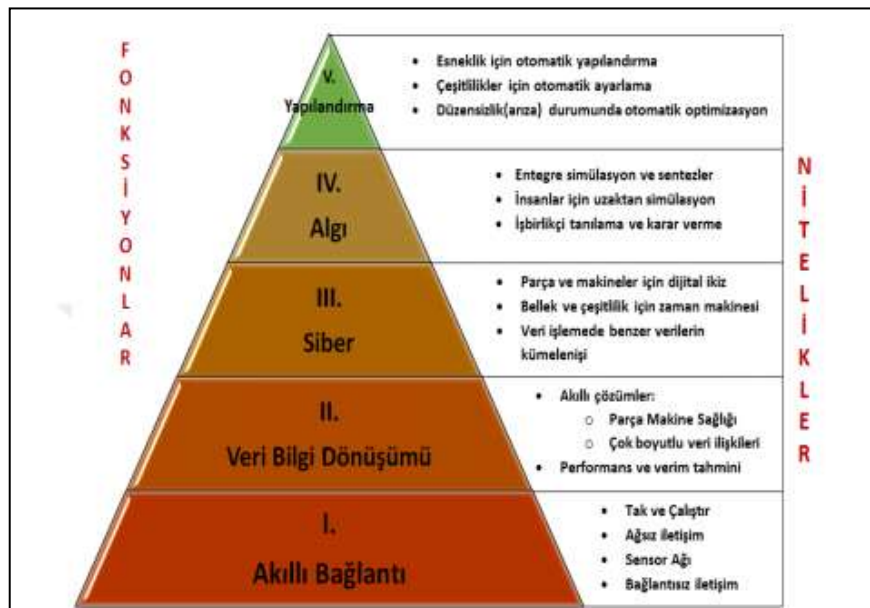
Dördüncü Sanayi Devrimini temelini oluşturan en önemli teknolojilerden biri siber fiziksel sistemlerdir. Gömülü sistemler olarak da adlandırılan SFS, "fiziksel dünya ve süreçlerle yoğun bağlantı içinde olan, aynı zamanda internet ortamındaki veriye erişim ve veri işleme hizmetlerini sağlayıp kullanan, işbirlikçi sistem" olarak tanımlanmaktadır (Geisberger ve Broy, 2015: 21). Rajkumar ve arkadaşları (2010: 731) siber-fiziksel sistemleri "işlemleri bir bilgi işlem ve iletişim merkezi tarafından izlenen, koordine, kontrol ve entegre edilen fiziksel ve mühendislik sistemler" olarak tanımlamaktadır.

SFS temel de gerçek ve sanal dünya arasında nesnelere interneti teknolojilerini kullanarak bağlantı oluşturan bir köprü olarak tanımlanabilir (Kagerman vd., 2013: 13). Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere SFS iki temel bileşenden oluşmaktadır: Birincisi, nesnelere interneti sayesinde iletişim sağlayan cihaz, nesne ve makinelerin oluşturduğu fiziksel dünya ağıdır. İkincisi ise fiziksel nesnelere simülasyonu ile oluşturulan sanal uygulamalardır (Banger, 2018a: 46). SFS, fiziksel alandan siber alana, siber alandan fiziksel alana geri besleme ile gerçek zamanlı veri sağlayan gelişmiş bağlantı, siber alanı oluşturan veri analizden oluşmaktadır (Lee, 2015a: 4). SFS teknolojisi ile sensör teknolojileri ile gerçek dünyadan otomatik olarak büyük miktarlarda veri toplanmakta ve toplanan bu veriler bulut sistemlerde depolanmaktadır (Kagermann vd., 2015: 26).

SFS kavramı ilk olarak 2006 yılında sanal dünya ve fiziksel dünyanın SFS tarafından birleştirilebileceğini ifade eden Dr. James tarafından tanıtılmıştır. SFS teknolojisi fabrika içindeki ekipmanları daha akıllı hale getirmekte ve siber fiziksel üretim sistem platformu oluşturmak için kullanılmaktadır (Shi vd., 2011:2). Uzun yıllar SFS teknolojisi yerine gömülü sistemler kullanılmıştır. Fakat bu sistemler diğer cihazlarla bağlantı kurma yeteneğine sahip değildir. Endüstri 4.0 devrimi ve yeni teknolojiler sayesinde bu sistemler ağ oluşturma becerisi kazanmaktadır (Lee, 2008: 366).

Siber fiziksel sistemlerin yapısı bağlantı, veri bilgi dönüştürme, siber, biliş ve yapılandırma olarak adlandırılan 5 seviyeden oluşmaktadır (Lee, 2015a: 4). Şekil 1’de SFS’lerin 5 seviyesi ve özellikleri yer almaktadır.

Şekil 1: Siber Fiziksel Sistemin Uygulanması için 5C Mimarisi



Kaynak: Lee, 2015b: 19

Bu yapı veri edinimde değer yaratmaya kadar siber fiziksel sisteminin nasıl oluşturulacağını gösteren bir iş akışı sağlar. Siber fiziksel sistemlerin ilk adımı, sensör teknolojileri sayesinde güvenilir veri sağlayan akıllı bağlantılardır. Veriden bilgi elde etme ikinci adımda gerçekleşmektedir. Siber fiziksel sistemlerin temelini oluşturan ikinci adım da anlamlı bilgilere ulaşma noktasında veriler yorumlanır. Makinelerin kendi kendine karar verme yeteneği ile doğru bilgilere ulaşması biliş aşamasında gerçekleşmektedir. Son adım ise siber alandan fiziksel alana geri besleme sağlayan yapılandırma aşamasıdır (Lee vd., 2015a: 5-6).

SFS teknolojisi, makinelerin birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her an iletişim halinde olduğu bir üretim ortamı sunmaktadır. Bu da değer zinciri boyunca makineleri esnek bir şekilde değiştirmeyi mümkün kılarak üretim işlemlerinin kısa sürede değiştirilebileceği ve kesinti sürelerinin dengelenebileceği yüksek verimli üretimi sağlamaktadır (Blanchet vd., 2014: 7). Lojistik alanında sipariş akışının otomatik hale gelmesine ve bu sayede tedarik zincirinin hızlanmasına olanak tanımaktadır (Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 426). SFS uygulamalarının başta sanayi ve imalat olmak üzere enerji, ulaşım, savunma, sağlık, tarım, bina denetimi ve kent hizmetleri gibi alanlarda giderek daha yaygın kullanılması beklenmektedir (Banger, 2017: 131).

Diğer yandan siber fiziksel sistemler çok farklı ve büyük miktarda bileşenlerden oluşmaktadır. Heterojen bileşenler için esnek bir ara yüz geliştirme ve yönetme konusunda zorluk yaşanmaktadır. Dahası bu heterojen sistemler farklı diller, modeller ve metotlar kullanıldığından dikkatli düşünülmesi gereken bir alandır. Son olarak, siber fiziksel sistemlerin tasarımı ve geliştirilmesi, modellemesi, simülasyonu, analizi, sentezi ve çeşitli bilgi işlem ve iletişim bileşenlerinin geliştirilmesini desteklemek için eksiksiz bir takım çalışmasına ihtiyaç duymaktadır (Zhou vd., 2015: 2151). Ayrıca günümüzde ağ teknolojileri SFS teknolojilerini uygulamak için yeterli değildir (Lee, 2008: 363). Diğer taraftan, birçok farklı sistemin iletişim halinde olması zaman ve coğrafi ölçek dezavantajı getirecek ve bu bağlantı zaman alıcı ve masraflı hale gelmektedir. Bu durum güvenlik saldırılarına da neden olmaktadır (Rajkumar vd., 2010: 734-735).

1.2.1.2. Bulut Bilişim

Bulut bilişim basit bir şekilde “gelişen bağlantı hızları sayesinde en uzaktaki güçlü sunucuların kaynaklarının kullanılarak hesaplama ve depolama yapılması” olarak tanımlanmaktadır (Furuncu, 2012: 3). Diğer yandan Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü bulut teknolojisini, “düşük yönetim çabası veya servis sağlayıcı etkileşimi ile hızlı alınıp salıverilebilen ayarlanabilir bilişim kaynaklarının (ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar ve servisler gibi) paylaşımlı havuzuna, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimi sağlayan bir iş modeli” şeklinde tanımlamaktadır (Mell ve Grance, 2011: 2). Bulut bilişim, bilgi iletişim teknoloji hizmetleri için temeli internete dayalı yeni bir dağıtım ve destek modeli olarak görülmektedir. Bu model, uzak tüm cihazlara internet bağlantısı sayesinde ulaşılabilir düşüncesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bulut bilişim

teknolojisi, birbirinden farklı yerlerde bulunan sunucular üzerindeki uygulamalara web tabanlı sistemler sayesinde istenilen yerden ve istenilen cihazdan ulaşma imkânı sağlamaktadır (Öz, 2013: 4).

1950'lerde internetin gelişmesiyle birlikte kendini gösteren bulut sistem teknolojisi, John McCarthy'in "bir gün hesaplama işlemleri geniş kamusal ağlar üzerinden gerçekleşecek" görüşüne dayanmaktadır. Normal de telekomünikasyon kavramı olarak ortaya çıkan bu teknoloji hizmet sağlayıcı ve müşteri arasındaki ağ sistemini göstermektedir (Sevli, 2011: 9). Yapılan tanımlamalardan hareketle, Mather ve arkadaşları (2009: 7-8)'na göre, bulut bilişim sistemleri 5 temel özelliğe sahiptir (Çam, 2012: 7). Bunlar:

Kaynakların Paylaşımı: Bulut bilişim birçok kaynak (ağ ve uygulama) sayesinde önceki bilişim sistemlerine göre tek bir kişiye değil, birçok kişiye tahsis edilmiş durumdadır. Yani aynı kaynakları birçok kişi kullanabilmektedir.

Ölçeklenebilirlik: Bilişim altyapısı müşterilerin kullanımındaki artış veya azalışa göre modelin uyum sağlaması işletmeler için oldukça önemlidir (Öz, 2011: 8). Bulut bilişim platformları, kullanıcının isteğine uygun olarak hızlı bir şekilde yeni bir hizmet ekleyebilmektedir (Sevli, 2011: 16).

Esneklik: Kullanıcılar ihtiyaç duydukları durumda kaynakları (veri depolama, veri işleme, bant genişliği) istedikleri gibi arttırıp azaltabilmektedir.

Kullandığın Kadar Öde: Bu özellik kullanıcıların elektrik ve su hizmetleri gibi kullandıkları kadarıyla ödeme yapmalarına dayanmaktadır.

Kaynakları Kendi Kendini Tedarik Etmesi: Kullanıcılar ağ kaynaklarına ihtiyaç duymaları durumunda herhangi bir servis sağlayıcısına başvurmaksızın kendi kendilerine kaynakları tedarik edebilmektedir.

Bulut sistemler herhangi bir sermaye gerektirmeksizin kurulmakta ve bu sayede işletme yazılım, donanımı, personel ve hatta enerji maliyetinde önemli avantajlar yaratmaktadır. Özellikle kısıtlı kaynaklara sahip işletmeler bulut sistemlerinin sağladığı maliyet avantajı sayesinde büyük ölçekli rakiplerinin sahip olduğu bilişim hizmetlerine ulaşabilmektedir. Ayrıca sağladıkları bu maliyet avantajı işletmelerin başka pazarlara hızlı bir şekilde girmesine olanak tanımaktadır (Seyrek, 2011: 705). Bulut bilişim sistemleri yapılandırılmış ve yapılandırılmamış büyük verileri izlemek için iyi bir kaynaktır. Geleneksel bilgisayarlar ile büyük veri işlenmesine rağmen, bulut sistemler bu verileri daha kolay ve hızlı bir şekilde işlemektedir (Öztemel ve Gürsev, 2018: 18). Bulut sistemler bilgi sistemlerinin daha iyi yönetilmesini sağlamaktadır. Çalışanlar bulut sistemlerini kullanarak tüm dokümanları bir yerde tek bir formatta saklayarak ver karışıklığını önleyebilmektedir. Ayrıca organizasyon üyeleri arasındaki iş birliğini geliştirmektedir. İnsan gruplarının gerçek zamanlı olarak bilgi paylaşmalarını sağlar. Bu şekilde daha esnek bir iş ortamı yaratmaktadır (Abdel-basset vd., 2018: 14). Bunun birlikte depolanan birçok verinin yedek

sistemleri sayesinde veri kaybı en aza indirilerek iş sürekliliği de sağlanmaktadır (Öz, 2013: 11). Bulut sistemlerinin avantajlarına karşılık birtakım dezavantajları da bulunmaktadır. Bulut sorunları esas olarak bulutta depolanan verilerin güvenliği ve gizliliği ile ilgilidir. Heterojenlik, kaynak paylaşımı, mobil bulut bilişim, sanallaştırma gibi ortamlar bulut güvenliğini daha da savunmasız kılmaktadır (Kumar vd., 2018: 693). Ayrıca bulut bilişim de internet kullanıldığından dolayı bağlantı hızı yavaş olmaktadır. Bu da uygulamalara ulaşma noktasında sorun oluşturmaktadır. Diğer taraftan gerekli bakım ve servisler bulut sistemini işleten firma tarafından yapılmadığı takdirde bulut sistemindeki tüm verileri kaybetmenize neden olmaktadır (Dokuz ve Çelik, 2017: 320).

1.2.1.3. Büyük Veri

Endüstri 4.0 döneminde birçok sensör ve mikroişlemci, geleneksel ölçeklerin ötesinde çok büyük bir veri kaynağı oluşturmaktadır. Geleneksel veri tabanı teknolojisi, çeşitli ve yoğun verilerin elde edilmesi, depolanması ve analizini tamamlamada problemlerle karşılaşmaktadır. 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 gerekmektedir. Şirketler arasında ağ iş birliği arttıkça gerçek zamanlı verilerin işlenmesi ve yönetilmesi daha önemli hale gelmektedir (Zhou vd., 2015: 2150; Antonella vd., 2018: 8)

Büyük veri, Michael Cox ve David Ellsworth tarafından 1997 yılında düzenlenen 8. IEEE Görüntüleme Konferansı'nda, "Application-Controlled Demand Paging for Out-of-core Visualization" adlı makalede veri setlerinin çok büyük olduğundan, bilgisayar sistemleri üzerinde yarattığı zorluklardan bahsedilmiş ve bu soruna "büyük veri problemi" adı verilmiştir (Cox ve Ellsworth, 1997). Büyük veri," alışılmış kapsayıcılara sığmayan veriler için kullanılan geniş kapsamlı bir terim" şeklinde ifade edildiği gibi "tek bir sunucuya sığmayacak ölçüde büyük, satır-sütun yapılı veri tabanlarına uyabilecek ölçüde yapılandırılmamış veya statik bir veri ambarına sığmayacak şekilde sürekli akan veriler" olarak da ifade edilmektedir (Davenport, 2014: 7). Tanımlardan da anlaşılacağı üzere büyük verinin geleneksel analitikten farklılaştığı görülmektedir. Bu farklılıklara Tablo 2'de yer verilmiştir.

Tablo 2: Büyük Veri ve Geleneksel Analitik Karşılaştırması

	Büyük Veri	Geleneksel Analitik
Veri Tipi	Yapılandırılmamış format	Satır-sütun şeklinde yapılandırılmış format
Veri Hacmi	100 terabayt 'tan 1 petabayt'a kadar	100 terabayt 'tan daha az
Veri Akışı	Sürekli veri akışı	Statik veri havuzu
Analiz Yöntemi	Makine öğrenimi	Hipoteze dayalı
Birincil Amaç	Veriye dayalı ürünler	İç karar desteği ve hizmetleri

Kaynak: Davenport, 2014: 10

Büyük veride, veriler yapılandırılmamış iken, geleneksel analitikte ise satır-sütun şeklinde yapılandırılmış verilere yer verilmektedir. Aynı zamanda büyük veride, üretilen veri miktarı geleneksel analitikten oldukça fazladır. Ayrıca büyük veride, sürekli bir veri akışı ve makine öğrenimi söz konusuken geleneksel analitikte ise, statik bir veri akışı ve hipoteze dayalı bir analiz yöntemi kullanılmaktadır (Davenport, 2014: 10).

Doug Laney 2000’li yıllarda büyük veri kavramını ‘3V’ olarak tanımlanmıştır. 3V, ‘‘volume (hacim)’, ‘‘velocity (hız)’’ ve ‘‘variety (çeşitlilik)’’ kelimelerinden meydana gelmektedir (Chen vd., 2014: 173). **Hacim**, Üretilen, mevcut veya gerekli veri miktarıdır. Büyük verilerle en fazla ilişkili olan özellik olarak görülmektedir. İşletmelerin karar vermeyi geliştirmek için kullanmaya çalıştıkları toplu veri miktarlarını ifade eder. Veri hacimleri görülmemiş bir oranda artmaya devam etmektedir. **Çeşitlilik**, video, sayfa, ses vb. gibi farklı türde veri kaynaklarının kullanımını tanımlamak için kullanılmaktadır. Birden fazla veri türünün karmaşıklığını yönetmek için yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veriler olarak sınıflandırılmaktadır. **Hız**, hareket halindeki veriler olup, verinin gerçek zamanlı bir şekilde aktarımı için hızlandırılmasını ifade etmektedir. Verilerin yaratılma, işleme ve analiz edilme hızı hızlanmaya devam etmektedir (Schroek vd., 2012: 4-5). Alandaki çalışmaların çoğalması ve farkındalığın artmasıyla büyük veriye doğrulama ve değer kavramları da eklenmiştir. Doğrulama, kullanılan birçok verinin doğru kişilere doğru şekilde ulaşması gerektiği anlamına gelmektedir. Değer ise, doğru kişilere doğru şekilde ulaşan veriler şirket için değer yaratması gerekmektedir (Kayım, 2015: 28). Örneğin şirketler yeni ürün geliştirmeye çalıştığında yoğun veri yığını içinde istediği veriye ulaşabilmektedir (Banger, 2018b: 49).

Birçok farklı kaynaktan sağlanan veri ile üretim ortamında enerji tasarrufu sağlanabildiği gibi üretim kalitesi de arttırılabilmektedir (Bahrin vd., 2016: 139). İşletmeler büyük veriyi değer yaratma aracı olarak görmektedir. McKinsey Global Enstitü tarafından yapılan araştırmaya göre büyük veriler bilgiyi şeffaflaştırma ve kullanılabilir duruma getirerek önemli bir değer yaratmaktadır. Büyük veri sayesinde farklı pazarlar bölümlerine yönelik müşteri talepleri doğru şekilde analiz edilerek daha özel ve yeni nesil tasarlanmış ürün ve hizmet sağlanmaktadır (Manyika vd., 2011: 6). Yöneticilerin sezgisel davranmasından ziyade veriye dayalı kararlar almaları yöneticiye ölçebilme olanağı sağlamaktadır. Bu sayede yönetici işletme hakkında tam anlamıyla bilgi sahibi olmakta ayrıca karar verme süreçlerini desteklemektedir. Yapılan araştırmalara göre, sezgileri yerine veriye dayalı kararlar alan firmaların rakiplerine kıyasla %5-6 civarında verimlilik ve karlılığını arttırdığı ortaya konmuştur (McAfee ve Brynjolfsson, 2012: 63-64). Büyük veri günlük hayatta da önemli avantajlar sağlayarak kişilerin kullandıkları e-devlet, e-sağlık, finansal hizmetler, sosyal platformlar arası etkileşimleri takip edilerek gerçek zamanlı veri akışı ve veri yönetimi sağlamaktadır (Altunışık vd., 2015: 59). Bununla birlikte ulusal güvenlik, kamu yönetimi ve bilimsel araştırma alanlarında büyük veriden faydalanılmaktadır (Aktan, 2018: 7). Dünya ekonomik forumu 2018 yılı işlerin geleceği raporuna göre, 2022 yılına kadar şirketlerin %85’inin

büyük veriden yararlanacakları ifade edilmektedir (WEF, 2018b: 7). Avantajlarının yanı sıra bu kadar çok ve farklı verinin nasıl düzenleneceği, saklanacağı ve yönetileceği (Chen vd., 2014: 171) ayrıca siber saldırılardan nasıl korunacağı büyük veri ile ilgili zorluklarda mevcuttur (Blanchet vd., 2014: 8). Diğer bir zorluk ise bu verileri analiz edecek, değerlendirecek ve yönetecek yetenekli çalışanları bulmadaki zorluktur (Manyika vd., 2011: 83).

1.2.1.4. Nesnelerin İnterneti

Modern telsiz telekomünikasyon alanında gelişme gösteren bu kavramın temeli, çevremizdeki birçok nesnenin Radyo-Frekans Tanımlama (RFID) sistemleri, etiketler, sensörler, cep telefonları vb. cihazların birbirleriyle etkileşim kurmak ve ortak hedeflere ulaşmak için iş birliği yapmasına dayanmaktadır (Atzori vd., 2010: 2787; Sadiku, 2017: 2). Kesin bir tanımı olmamakla birlikte, nesnelerin interneti kavramı Avrupa Araştırma Grubu tarafından “fiziksel ve sanal “şeylerin” kimliklere, fiziksel öz niteliklere ve sanal kişiliğe sahip olduğu ve akıllı ara yüzleri kullandığı ve bilgi ağına sorunsuz bir şekilde entegre edildiği standart ve birlikte çalışabilir iletişim protokollerine dayanan kendi kendini yapılandırma yetenekleri ile dinamik global ağ altyapısı” olarak tanımlanmıştır (IERC, 2014: 15-16).

IOT kavramı, ilk defa 1999 yılında RFID teknolojisinin P&G (Procter and Gamble) firmasına sağladığı faydalarla ilgili bir konferansta Kevin Ashton tarafından kullanılmıştır (Gündüz ve Akyüz, 2017: 14). Kavramın ilk uygulamalı örneği 1991’de Cambridge üniversitesindeki akademisyenlerin kahve makinesini görmek için yaptıkları kamera sistemiyle ortaya çıkmış ve bu sayede kahve makinesinin dakikada 3 defa bilgisayar ortamında görülmesi sağlanmıştır. Gerçek zamanlı olması nedeniyle bu kavram tarihteki ilk örneğini sunmaktadır (Turak, 2015: 4).

IOT teknolojisi sayesinde birçok cihaz internete bağlanabilmekte, birçok veri depolanabilmekte ve gerçek zamanlı bilgi paylaşımına olanak sağlamaktadır (Kagermann, vd., 2015: 25). Üretim ortamında kullanılan bu teknoloji ile birbirine bağlı makineler arasındaki bilgi alışverişi çok pürüzsüz hale gelmektedir: Parça başka bir makinede üretildiğinde diğer bir makineye hemen bilgi verilmekte ve makineler üretim ünitesini üretilecek olan her parçanın üretim adımlarına otomatik olarak uyum sağlamaktadır. Ürün üretilse bile-nesnelerin interneti aracılığıyla-iletişim kurabilir ve "teslim edilmeye hazır olduğunu" söylemek için bir e-posta gönderilmesini isteyebilir. Bunlar arasında üretim programlarını sorunsuz bir şekilde ayarlamak ve kapasiteyi daha iyi bir şekilde optimize etmek için tesisler de birbirine bağlıdır (Blancet, 2014: 8-9). Nesnelerin interneti sanayi sektöründe kullanıldığında “Nesnelerin Endüstriyel İnterneti (IIoT)” veya “Endüstriyel İnternet” olarak adlandırılmaktadır (Banger, 2018a: 44).

Makineler Arası İletişim (M2M), IOT kavramının temel yapısını oluşturmaktadır. M2M; “iki cihazın birbiri arasında belirli protokoller aracılığı ile veri alışverişi yaparak etkileşim içerisinde

çalışmalarını sağlayan sistemlerin genel adı” şeklinde tanımlanabildiği gibi, “insanların katkısı olmaksızın (veya sınırlı katkısı ile) makinelerin birbirleri ile iletişim halinde olması şeklinde” de tanımlanabilir. Alınan kararlar merkezi bir bilgisayar sayesinde kablolu veya kablosuz olarak yerine getirilmektedir. Bu şekilde sistemden insanın çekilip daha fazla büyük veri üretilebileceği öngörülmektedir. M2M, nesnelerin interneti kavramına göre daha basit bir kavramdır. M2M kavramı bir makineden diğerine bilgi alışverişi şeklinde de açıklanmaktadır. Nesnelerin interneti ise birçok M2M bağlantısından oluşmaktadır. Nesnelerin interneti akıllı olmayan nesnelerin dâhil birbirine internet sayesinde bağlanması demektir (Gündüz ve Akyüz, 2017: 14-15). Bu yüzden de makineler arası iletişim dijital çağın birinci dalgası olarak görülürken, nesnelerin interneti ise ikinci dalga olarak görülmektedir (Özdoğan, 2017: 97; Görçün, 2016: 151-152).

İnternete ve birbirine bağlı nesnelerin sayısı zamanla yaygınlaşmaktadır. 2020 yılına kadar İnternet'e bağlı "nesnelerin" 50,1 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Bu, gezegen boyunca eşit olarak dağıtıldığında kişi başına yaklaşık 6,3 bağlantılı nesne anlamına geliyor. Ayrıca, nesnelerin interneti teknolojisinin satışı ve kullanımı yoluyla küresel ekonomik katma değerinde 1,9 trilyon dolar sağlayacağı düşünülmektedir (Comptia, 2015).

Nesnelerin interneti teknolojisi, yöneticilerin uzaktan makineler, cihazlar ve sistemler hakkındaki bilgileri izleyebilme, kontrol edebilme ve koordine edilme imkânı vermektedir (Kagermann vd., 2015: 26). Nesnelere, birbirleriyle iletişim kurma ve çevreden algılanan bilgileri detaylandırma olanağı vermek, çok çeşitli uygulamaların uygulanabileceği farklı ortamlara sahip olmak anlamına gelmektedir. Ulaştırma ve lojistik alanı, sağlık alanı, akıllı ortam (ev, ofis, bitki) alanı, kişisel ve sosyal alan nesnelerin internetinin uygulama alanlarından bazılarıdır (Atzori vd., 2010; Sadiku vd., 2017: 2; Strohmeier vd., 2016: 5). Lojistik alanında taşıma sırasında, koruma durumu (örneğin; sıcaklık, nem, şok) sürekli olarak izlenebilmekte ve bozulmaları önlemek için uygun önlemler otomatik olarak alınabilmektedir (Lee ve Lee, 2015: 433). Dahası, nesnelerin interneti yardımcı yaşam ve akıllı e-sağlık teknolojileriyle insanların hayatlarını kolaylaştıracaktır (Atzori vd., 2010: 2787; Kagermann vd., 2013: 21). Ayrıca IOT teknolojisi, ekosistemini korumak üzere doğal alanlara da yerleştirilebilmektedir. Ormanlara yerleştirilen sensörler sayesinde her an doğal afete yol açabilecek durumlar izlenebilmekte ve erken uyarı yapılabilmektedir (Rifkin, 2015: 21).

Yeni ortaya çıkan teknolojilerin ürettiği bu kadar yoğun veriler beraberinde veri hırsızlığı ve endüstriyel casusluğu getirmektedir. Bu noktada, nesnelerin interneti'ni gerçek dünyaya itmek için üstesinden gelinmesi gereken en büyük zorluklardan biri de güvenlidir. Nesnelerin interneti mimarileri, insanlar veya sanal varlıklar gibi birbirleriyle ve diğer varlıklarla etkileşime girecek tahmini milyarlarca nesneden oluşan bir popülasyonla uğraşmaktadır. Bu etkileşime giren aktörlerin bir şekilde korunması gerekmektedir (Roman vd., 2013: 5).

Siber güvenlik, bilginin takip edilmesi ve korunması faaliyetlerini içermektedir. Bu kavram bilginin herhangi bir yetki olmadan kullanılmasına karşı korunmasını ifade eden “gizlilik”; bilginin yetkisi olmayan kişiler tarafından değiştirilmesinin engellenmesi ile doğru ve tutarlı olmasını ifade eden “bütünlük” ve bilgiye gereksinim duyulduğunda erişilebilmesini ifade eden “kullanılabilirlik” gibi başlıklarla değerlendirilmektedir (Banger, 2018a: 44)

Dördüncü Sanayi Devriminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için bulut sistemi içindeki bütün cihazlar benzersiz kimliklere sahip olmalıdır (Kagermann vd., 2013: 23; Rüßmann vd., 2015: 4). Bağlantı sadece bu cihazlar arasında değil geniş ağlara bağlı sistemler arasında da olmaktadır ve bu ağ sistemlerinin de korunması gereklidir (Kagermann vd., 2013: 48-50).

2018 Küresel Riskler Raporuna göre, çevresel risklerden sonra siber riskler küresel risklerin en başında yer almaktadır. Siber ihlaller son 5 yıl içinde tam 2 kat artmış olması raporda dikkat çeken bir konudur. Web üzerindeki zararlı yazılım sayısı ise 357 milyondan fazladır. Siber saldırılan işletmeye maliyeti ise önceki yıl ile karşılaştırıldığında %27,4 artışla 11.7 milyon pounda ulaştığı görülmektedir (WEF, 2018a: 14-15).

1.2.1.5. Yapay Zekâ ve Akıllı Robotlar

Otonom robotlar, “Genellikle doğrudan bir operatör güdümünde bir bilgisayar programı vasıtasıyla ya da bağımsız bir biçimde daha önceden programlanmış görevleri gerçekleştiren elektro-mekanik cihaz” olarak tanımlanmaktadır (EBSO, 2015: 20). Robotik sistemlere tarihi açıdan bakıldığında robot kelimesinin ilk defa 1920 yılında yazılan “Rossum’s Universal Robots” isimli oyunda geçtiği görülmektedir. 1940’lı yıllar sonrasında farklı endüstriyel robot türleri geliştirilmiş ve sanayide de kullanılarak önemli bir seviyeye getirilmiştir. Robotik sistemler yanı sıra Yapay Zekânın bir bilim olarak anılmasında, John McCarthy’nin büyük katkısı olmuştur. John McCarthy’nin yaptığı tanıma göre, yapay zekâ, zeki makinelerin yapılmasını sağlamaktadır. 1966 yılında çevresini algılayan ve bu sayede karar vererek harekete geçen Shakey isimli gezgin bir robotun geliştirilmesi bu konudaki ilk örnektir. 1980 yılında ise üçüncü nesil robotlar “çevresini algılayan, algılamaları ile bir plan üreten ve bunlara uygun davranan” olarak tanımlanmıştır. Yapılan bu tanımla otonom robotların da temel çerçevesi çizilmiştir (Yazıcı,2016:39).

Ray Kurzweil, ”İnsanlık 2.0 Tekillığe Doğru“ adlı kitabında teknolojinin doğrusal değil üstsel bir şekilde ilerlediğini, insan hayatında geri döndürülemez şekilde derin etkiler yaratacağını öne sürmektedir ve bu durumu “tekillik” olarak ifade etmektedir. Kurzweil üç önemli devrimin tekilliği hazırladığından bahsetmektedir. Bunlar; G (Genetik- biyoteknoloji), N (nanoteknoloji) ve R (robot teknolojisi). En büyük değişime sebep olan Robot biliminde asıl konu, insan zekâsına ulaşip onu üstsel bir şekilde aşan ve biyolojik olmayan güçlü yapay zekâdır. Biyolojik olmayan

zekâ, insan zekâsından daha hızlı öğrenme yeteneğine, bilgi ve becerilere sahiptir (Kurzweil, 2016).

Otonom teknolojiler alanında, mevcut araştırmacılar özellikle zekânın bilgi iletişim teknolojisi tabanlı teknik sistemlere dönüşmesine odaklanmaktadır. Amaç, insan davranışını, özellikle de karar verme süreçlerini transfer etmektir. Yapay zekâ (AI) terimi bu transferi açıklamaktadır (Bartodziej, 2016: 71). Otonom robotlar insan yeteneğinin sınırlı olduğu alanlarda çalışabilir zaman sınırı dâhilinde verilen görevi eksiksiz ve akıllı bir şekilde tamamlayabilir ve aynı zamanda güvenlik, esneklik, çok yönlülük ve iş birliğine odaklanabilir (Bahrin vd., 2016: 139). Burada ayırt edilmesi gereken temel konulardan biri ise, yapay zekâlı robotlar ve yapay zekâ ile kontrol edilen robotlar ayrımıdır. Yapay zekâ, akıllı fabrikalar içinde birçok robotu yazılımları doğrultusunda kontrol edilebilmekte ve yönlendirebilmektedir. Fakat robotlar adına karar verememektedir. Yapay zekâlı robotlar ise kendi kararlarını kendileri verebilmektedir (Turan, 2018: 66).

İleri teknoloji alanlarından olan, otonom robot ve yapay zekâ teknolojileri, yüksek katma değere sahiptir. Ayrıca askeri ve sivil gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Yapay zekâ teknolojilerinin bu alanlarda kullanımı Ar-Ge faaliyetlerini ön plana çıkarmaktadır. Kullanımı yaygınlaşan robotik sistemler, emek yoğun işlerden olan inşaat, gemi inşa gibi sektörlerde giderek yaygınlaşmaktadır. Bu da insan emeğinin minimum seviyeye indirilmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca üretim verimliliğini ve rekabetçiliğini artırma da önemli bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Mevlütöğlü, 2016: 11; Blanchet vd., 2014: 8).

Üretim ortamında kullanılan robotların çevresindeki durumları anında algılama ve analiz etme konusunda oldukça gelişmiş olduğu görülmektedir. Robotların sanayi alanında kullanımı insandan kaynaklı hataları en aza indirmektedir. İnsan faktörü fizyolojik ve psikolojik özellikleri nedeniyle hata düzeyleri yüksek olmakta ve hızla gelişen çevreye zamanında cevap verememektedir. Diğer yandan robotlar ise, üretim ortamında sübjektif herhangi bir sebep ile hata yapmaları söz konusu olmamaktadır. Sadece teknik bir arıza durumunda olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (Görçün, 2016: 188-189). Birçok avantaja karşın robotik teknolojisi sistemlerinin ve bileşenlerinin geliştirilmesi ve kurulması maliyetli ve zahmetli olmaktadır. Teknik açıdan bakıldığında, yapay zekâ algoritmaları, kaliteli veri kümeleri gerektirmektedir. Veri kümelerinin hatalı olması durumunda sonuçlar hatalı olmaktadır. Bağlı teknolojilerin artan kullanımı, akıllı üretim sistemini siber risklere karşı savunmasız kılmaktadır. Şu anda bu duyarlılığın normalin altında olduğu ve endüstrinin güvenlik tehdidi karşısında hazır olmadığı görülmektedir (Lee vd., 2018: 23).

Ulusal robotik federasyonu (IFR) (2017) raporuna göre; robot teknolojisi etkin olarak kullanıldığında, şirketlerin rekabete girerek varlığını sürdürmesini sağlamaktadır. Diğer yandan

robot teknolojisi sayesinde artan üretkenlik artan talebe yol açarak yeni iş fırsatları yaratmaktadır. Otomasyon, genel olarak işgücü talebinde artışa ve bu da ücretler üzerinde olumlu etkilere yol açmaktadır. Robotlar emeği tamamlamak ve güçlendirmek için kullanılmaktadır. Bu da insanların daha yüksek vasıflı, daha kaliteli ve daha yüksek ücretli görevlerde yer almalarını sağlamaktadır. Bu noktada, işletmelerin, robotların iş kalitesi üzerinde yarattığı olumlu etkisinin sürdürülebilmesi için mevcut ve gelecekteki işgücünün gerekli becerileri edinmeleri noktasında yardımcı olmaları gerekmektedir.

1.2.2. Yardımcı Teknolojiler

1.2.2.1. Arttırılmış Gerçeklik ve Simülasyon

Arttırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik, birçok teknik ve araçlar kullanılarak, gerçek ile dijitalin bütünleştiği sanal ortamlar sunmaktadır. Bu teknik ve araçların ortak noktası görüntüler, giriş aygıtları, izleme ve bilgisayarlardır (Berryman, 2012: 214). Azuma 1997 makalesinde arttırılmış gerçekliği, “gerçek ve sanalı birleştirerek, gerçek zamanlı etkileşim ve üç boyutlu görüntüleme imkânı sağlayan teknolojik sistemler” olarak tanımlamıştır (Azuma, 1997: 356). İlk başlarda başa takılan görüntüleyiciler, masaüstü bilgisayarlarla, simülatörlerle kendini gösteren arttırılmış gerçeklik daha sonra internetin gelişmesiyle farklı bir paradigma haline gelmiştir (Altınpulluk ve Kesim, 2015).

Arttırılmış gerçeklik sistemlerinin kullanımı 1990'lı yılların başından beri tıp, üretim, havacılık, robot, eğlence, turizm ve daha yakın zamanlarda sosyal ağ ve eğitim de dâhil olmak üzere bir dizi endüstride kullanılmaktadır (Azuma, 1997). İmalat sanayisinde ise gelişen teknolojiler üretim sistemini daha karmaşık hale getirmekte ve ürün geliştirme süreçlerini etkilemektedir. Bu süreçleri iyileştirmek ve geliştirmek için arttırılmış gerçeklik teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Arttırılmış gerçeklik, ürün tasarımı, montaj, bakım ve onarım, yerleşim planlaması ve diğer imalat faaliyetlerini iyileştirebilmektedir (Ong vd., 2008: 2718). Örneğin, yeni bir tesis kurulmadan önce ve yeni bir ürün piyasaya sürülmeden önce arttırılmış gerçeklik sayesinde sanal ortamda simüle edilebilecek ve bu sayede zaman ve maliyet avantajı sağlanabilecektir (Blanchet vd., 2014: 9). Siemens, üç boyutlu ortam ve arttırılmış gerçeklik gözlükleri kullanarak bir yazılım programı sayesinde eğitim almış çalışanlar tarafından arttırılmış gerçeklik kullanmaya başlamıştır (Rüßmann vd., 2015: 5).

Sanal ve arttırılmış gerçeklik terimleri benzer bir sözcük olarak düşünülebilir, ancak bu iki terim farklı bakış açılarına sahiptir. Sanal gerçeklik (VR) sanal platforma gerçek nesnelere ekleyen kullanıcılar için sentetik bir platform sağlar, dolayısıyla sanal ortam oluşturmaktadır. Kullanıcılar teknolojiyi kullanırken gerçek dünyayı göremezler (Azuma, 1997: 356). Arttırılmış gerçeklikte ise gerçek ortam oluşturulmakta ve kullanıcı deneyimleri gerçek ve sanal dünya arasında bağ

vasıtasıyla geliştirilmektedir. Dahası, bu teknoloji bilgisayarlar tarafından oluşturulan üç boyutlu sanal nesnelere gerçek zamanlı olarak çalışmaktadır (Azuma, 1997: 356).

1.2.2.2. Üç Boyutlu (3D) Yazıcılar

Üç boyutlu yazıcılar “eksiltici üretim metodolojilerinin tersine, genellikle katman üzerine yapılan üç boyutlu (3D) nesnelere yapmak için malzeme birleştirme süreci” olarak tanımlanmaktadır. 3D baskının ilk aşaması, basılacak nesnenin dijital modelini oluşturmaktır. Bu genellikle 3D modelleme yazılımı veya 3D baskı hizmetleri tarafından sağlanan özel yazılımlar ile yapılmaktadır (Striukova ve Rayna, 2014: 123-124). 3D yazıcı teknolojisi, 1986 yılında Charles Hull tarafından stereolitografi (SLA) olarak bilinen bir süreçte geliştirilmiştir. Çeşitli yöntemler ve malzemeler içeren 3D baskı, yıllar içinde gelişmiş ve katkı imalatı, inşaat, havacılık, otomotiv, moda, prototip ve biyomekanik dahil olmak üzere farklı endüstrilerde yaygın olarak uygulama alanı bulmuştur (NGO, 2018: 172).

3D yazıcılar ile küçük miktarlarda özel ürünler ekonomik olarak üretilmekte ve gerekli malzemeler kolayca temin edilebilmektedir. 3D yazdırma işleminin IOT teknolojisi ile bütünleşmesiyle herkes bir üretici/tüketici olabilmekte ve yazılımlar sayesinde hem kendi ihtiyacı için hem de satışını yapmak üzere ürünlerini üretebilmektedir. Üretim de çok az malzeme ve insan emeği gerektirmektedir (Rifkin, 2015: 99-100). Diğer taraftan büyük üretimler büyük maliyetlere ihtiyaç vardır (Berman, 2012: 158).

Üç boyutlu yazıcılar yalnızca fiziksel nesnelere üretiminde kullanılmamaktadır. Aynı zamanda sağlık alanında farklı malzemelerle katmanlı organ üretimi yapılabilmektedir. Örneğin; titanyum tozu ile kemik yapımı. İnsan sağlığında önemli ilerlemeler sağlayan üç boyutlu yazıcılar yazıcı sayesinde 2024 yılı itibariyle ilk karaciğer nakli gerçekleştirileceği tahmin edilmektedir (Soylu, 2018: 54).

McKinsey Global Enstitü 2013 raporu, eklemeli üretimin ekonomik olarak yıkıcı teknolojilerden biri olduğunu belirtmiş ve bu teknolojinin 2025 yılına kadar yıllık 230 ile 550 milyar dolar arasında bir ekonomik etkiyle üretime katkı sağlayacağı öngörmüştür. (Manyika vd., 2013: 105). Ayrıca bu yeni dönemde 4 boyutlu yazıcılardan bahsedilmektedir. Araştırma ve geliştirme aşamasında olan 4 boyutlu yazıcılar ısı, nem ve basınca göre şekil değiştiren ürünler üretebilecektir. Bu yeni teknoloji ayrıca insan vücuduna uyum sağlayabilen ürünlerde de kullanılacaktır (Schwab, 2018: 25).

1.2.3. Temel Çıktılar

1.2.3.1. Akıllı Fabrikalar

Büyük veri, akıllı robotlar ve sanal kişisel asistanlar gibi ileri teknolojiler dikkate alındığında, tüm endüstriyel yapılar akıllı fabrikalara dönüşmekte ve tüm fiziksel üretim sistemleri daha akıllı özellikler kazanmaktadır. Ayrıca teknolojiler, en özerk özelliklere sahip yeni üretim sisteminin oluşmasını sağlamaktadır. Bugün, akıllı fabrikaların en önemli prensibi, tedarikçiden müşteriye gerçekleştirilen tüm işlemler arasındaki koordinasyon ve etkileşim sağlamaktır. Akıllı fabrikaların temeli siber fiziksel sistemlerdir. Başka bir deyişle, siber-fiziksel sistemler akıllı fabrikaların kalbi olarak tanımlanmaktadır (Görçün, 2018: 138). Siber fiziksel sistemlerinin üretimden lojistiğe kadar oluşturduğu bütünsel sistem günümüz önemli ekonomik değere sahip akıllı fabrikaları beraberinde getirmektedir (Lee ve diğerleri, 2015b: 18). Çalışanlar, makineler, kaynaklar ve sistemler, akıllı fabrikalar içinde birbiriyle iletişimi sağlamak için siber fiziksel sistemleri kullanmaktadır (Kagermann, vd., 2015: 33).

Yıldız (2018)'a göre akıllı fabrikalar, “iş ihtiyacını sensörlerle algılayıp uzaktaki diğer üretim araçları ile internet vasıtasıyla iletişim kurup, ihtiyaç duydukları üretim bilgisini bulut sistemi içerisindeki büyük veriden çeken akıllı makineler ve sistemler” olarak tanımlanmaktadır (Horasan, 2018: 130). Fabrikaların akıllı hale gelmesi fire miktarının azaltılması ile müşteri ihtiyaçlarının her an karşılanabilmesi anlamına gelmektedir. Günümüzde modern tüketim yapısı sürekli olarak değişim göstermektedir. Akıllı fabrikalar farklı ürünleri tam zamanında üreterek bu değişimleri karşılayabilmektedir (Alçın, 2016: 27). Tablo 3'te günümüz fabrikaları ve Endüstri 4.0 fabrikalarının karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Tablo 3: Günümüz Fabrikaları ile Sanayi 4.0 Fabrikalarının Karşılaştırması

	Veri Kaynağı	Bugünün Fabrikası		Sanayi 4.0	
		Özellikler	Teknolojiler	Özellikler	Teknolojiler
Bileşen	Sensör	Hassas	Akıllı sensörler ve hata algılayıcılar	Öz farkındalık Kendiliğinden tahmin	Bozulma izleme ve ürün yaşam süresi tahmini
Makina	Kontrolör	Üretilebilirlik ve Performans	Durum tabanlı izleme ve teşhis	Öz farkındalık Kendiliğinden tahmin Öz değerlendirme	Sağlıklı yaşam süresi izlemesi
Üretim Sistemi	Ağ Bağlantılı Sistem	Üretkenlik ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)s	Yalın operasyonlar: iş ve atık azaltımı	Kendiliğinden yapılanma Kendini koruma Kendiliğinden organizasyon	Sorunsuz Üretkenlik

Kaynak: Lee vd., 2015b: 19

Günümüzün bilgi iletişim sistemlerinin tam anlamıyla bütünleşik olmadığı görülmektedir. Ancak Endüstri 4.0 ile birlikte entegrasyon ağları geliştikçe şirketler, departmanlar, fonksiyonlar arası bütünsel bir sistem ortaya çıkmaktadır (Rüßmann vd., 2015: 5-6). Endüstri 4.0 paradigması 3

temel entegrasyonla özetlenmektedir: İlki aynı değer zincirindeki tüm nesnelerin, faaliyetlerin ve süreçlerin entegrasyonunu içeren dikey entegrasyon, ikincisi farklı değer zincirindeki makinaların, faaliyetlerin ve süreçlerin entegrasyonu içeren yatay entegrasyon ve sonuncusu ise tüm sistemleri içeren uçtan uca entegrasyondur. Bu birbiriyle bağlantılı entegrasyonlar akıllı fabrikaları meydana getirmektedir (Banger, 2018b: 167).

Yatay entegrasyonun değer ağı kullanarak kurumlar arası iş birliği sağlarken, firma içindeki dikey entegrasyon formları, elastik ve yeniden yapılandırılabilir üretim sisteminden oluşan hiyerarşik alt sistemler sunmakta ve uçtan uca entegrasyon ise özelleştirilmiş üretim teşvik etmek için tüm değer zincirini birbirine bağlanmasını sağlamaktadır (Wang vd., 2016: 2). Dikey entegrasyon, ağ yapısı içinde yer alan takımlar, bölümler, sistemler ve yönetim arasındaki iletişim kopukluğunu en aza indirerek verimliliği arttırmaktadır. Artan karmaşık yapılar dikey entegrasyonla birlikte yatay entegrasyona olan ihtiyacı da ortaya çıkarmaktadır. Dikey ve yatay entegrasyon işletme içi ve dışı iş birliğini kolaylaştırdığı gibi beraberinde gelişen teknolojiler sayesinde sanal takım çalışmasını mümkün hale getirmektedir. Diğer yandan uçtan uca entegrasyonla herhangi bir donanım gereksinimi kalmadan bütün sistem birbirleriyle bilgi alışverişi yapabilmektedir (Banger, 2018a: 48-49).

Daha doğru ve daha hızlı karmaşıklık yönetimi, daha verimli üretim ve üretimde daha az hata, akıllı fabrikanın bazı özellikleridir (Kagermann vd., 2013: 19). Ayrıca, insan-bilgisayar, insan-robotlar, işler bağlantısı akıllı fabrika ortamında mümkün olacaktır (Kagermann vd., 2013: 21). Akıllı fabrika konseptinde fabrikanın uzaktan kontrolünün yanı sıra her yerde ve her zaman üretim bilgilerine gerçek zamanlı olarak ulaşılması mümkün hale gelecektir. Ayrıca, üretim sistemleri çevresel değişimlere karşı duyarlı olacak ve fabrikaların hiyerarşik yapısı gelişecek ve merkezi olmayan yönetim, üretim sorununu çözmede yardımcı olacaktır (Lucke vd., 2008: 116). Diğer yandan bu akıllı sistemlerin ürettiği birçok verinin analiz edilmesi, seçilmesi ve yorumlanması akıllı fabrikalar içinde oldukça zordur (Brettel vd., 2014: 38).

1.2.3.2. Otonom Araçlar

Sürücüsüz araçlar, Endüstri 4.0'ın temel teknolojiler kullanılarak geliştirilen teknolojilerden biridir. Bu teknolojiyi oluşturan şey yapay zekâdır. Nesnelerin interneti ve sensörler sayesinde diğer araçlardan toplanan bilgiler kontrolü sağlayan yapay zekâyâ aktarılmaktadır (Turan, 2018: 76-77). 1920-1930'larda kendini gösteren bu araçların ilk modeli 1984 yılında Carnegie Mellon Üniversitesi tarafından Navlab ve ALV projeleriyle ortaya konmuştur. Bu projelerden sonra birçok şirket otonom araç üretmeye başlamış ve bazı ülkelerde bu araçların birkaçı trafiğe çıkmıştır (Endüstri 4.0 Platformu).

Otonom araçlar insandan kaynaklı kazalardan toplu taşıma araçlarının kullanımının azalmasına kadar toplum üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bunun yanı sıra üretim maliyetlerindeki artış araç fiyatlarındaki artışı beraberinde getirerek istenmeyen sonuçlar doğurmaktadır. Ayrıca bu araçlar kullanılan yakıt miktarını arttırarak petrol ticaretinin etkilemektedir (Endüstri 4.0 Platformu). Bu araçları üreten firma sayısının az olması, ileri yazılım teknolojisinin gerekliliği tekelleşmeyi meydana getirerek orta seviyedeki otomotiv firmalarının rekabet avantajını olumsuz yönde etkilemektedir (Yetim, 2016: 141). Günümüzde sürücüsüz otomobiller kullanılmaya başlanmıştır ve 2026 yılında Amerika’da araçların %10’unun sürüsüz olacağı öngörülmektedir (Soylu, 2018: 53).

Otonom araçlar sadece sürücüsüz araba olarak düşünülmemelidir. Şu anda kamyonlar ve uçaklar gibi sürücüsüz taşıtlarında mevcut olduğu görülmektedir. Yapay zekânın ve daha ileri teknolojilerin gelişmesi sonucu daha düşük maliyetli sualtı otonom araçlar da ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra özellikle sürücüsüz hava araçları sıklıkla kullanılmaktadır. Dronlar olarak adlandırılan bu araçlar uzaktan kumanda ile nakil işlemlerinden tarımda sulama ve gübrelemeye kadar birçok alanda kullanılmaktadır (Schwab, 2018: 24).

1.3. Dördüncü Sanayi Devriminin Etkileri

“Geleceğin sanayi devrimi” şeklinde ifade edilen Endüstri 4.0 işletmelerin pazarlama alanından iş modeline, üretim yapısından personelin niteliğine kadar pek çok alanda değişim ve dönüşüm yaratmaktadır. Yapay zekâ, robotlar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim gibi Dördüncü Sanayi Devrimi teknolojilerinin her birinin etkisi farklı olmaktadır. Fakat mevcut sosyal, ekonomik ve kültürel alanları kökten değiştiren kuvvet tek değildir. Bu teknolojiler bir araya getirildiğinde yapı ve sistemler üzerinde önemli etkiler yaratmakta ve hem ekonomi de hem de toplumsal hayatta kırılmalar meydana getirmektedir (Turan, 2018: 79). Bu noktada üç temel etkiden bahsedilmektedir.

1.3.1. Ekonomi Üzerindeki Etkisi

Dördüncü Sanayi Devriminin ekonomi üzerindeki etkisi makro ve mikro düzeyde ele alınmaktadır. Endüstri 4.0 bir taraftan makro düzeyde ülke ekonomilerini etkilerken, bir taraftan da mikro düzeyde işletme faaliyetlerini etkilemektedir. Bu bölümde Endüstri 4.0’ın ekonomi üzerindeki etkisi büyüme, verimlilik ve istihdam kapsamında değinilmektedir.

1.3.1.1. Büyüme ve Verimlilik Üzerindeki Etkisi

Geçmişten günümüze teknoloji tabanlı üretim modellerinin yaygınlaşması, üretim de nitelik ve nicelik artışı, karlılığı beraberinde getirerek toplumların refah düzeyini arttırmıştır (Çeliktaş vd.,

2015, 4). Toffler (2008)'e göre, teknolojilerin hızla geliştiği yeni dönemde birçok üretici Endüstri 1.0'ın temelini oluşturan büyüme ve verimlilik üzerine yoğunlaşmaktadır (Yazıcı ve Düzkaya, 2016: 62). Dördüncü Sanayi Devriminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi iktisatçılar için tartışma konusu olmuştur. Bu noktada bir tarafta yeni sanayi devriminin büyüme ve üretkenlik üzerine katkılarının sona erdiğini ve emeğin yerini sermayenin almasıyla birlikte ücretlerin düşeceği buna bağlı olarak da tüketimin azalacağı savunan tekno-karamsarlar, diğer tarafta ise bu dijital devrimin kırılma etkisi yaratarak büyüme üzerinde olumlu etkiler yapacağını savunan tekno-iyimserler yer almaktadır (Schwab, 2018: 38). Tekno-karamsarları destekler nitelikte son yıllarda yaşı nüfusun artışı ve buna bağlı olarak tasarruf ve yatırımlarda düşme aynı zamanda inovasyon yatırımlarının durgunlaşması küresel büyümeyi yavaşlatan nedenlerden bazılarıdır (Schwab, 2018: 39-41). Robert Gordon (2012)'un son çalışmasında, yeni teknolojileri önceki dönemlere göre ekonomik büyüme üzerinde daha az etkili olacağı hipotezini ortaya koymuştur. Gordon, inovasyonun zamanla azalan faydası olduğunu ifade etmektedir (Bonekamp ve Sure, 2015: 34). Diğer yandan Dördüncü Sanayi Devrimi birçok ürüne daha düşük fiyatlarla ulaşılma imkânı vererek ürün ve hizmet talebinin artmasını sağlamıştır (Schwab, 2018: 38). Dijitalleşme sayesinde elde edilen gerçek zamanlı verilerin verimliliği arttıracığı ileri sürülmektedir. Bu bağlamda küresel ekonomide artan bir büyüme beklenmektedir. Özellikle işletmelerin yapacakları teknolojik yatırımlar bu noktada önemli hale gelmektedir (Toker, 2018: 60).

Yeni ortaya çıkan teknolojiler çeşitli imalat biçimlerini beraberinde getirerek yüksek katma değer yaratmaktadır. Bu da ekonomik büyümeye neden olmaktadır. Örneğin; Almanya yeni teknolojileri kullanarak sanayi üretimin de önemli bir değer yaratmakta ve bunun sonucu olarak büyüme artışıyla küresel rekabet açısından birçok avantaja sahip olmaktadır. Bu durum Almanya'nın ekonomik açıdan güçlü olan Çin ve Japonya gibi ülkelerle iş birliğine giderek daha da fazla büyümesini sağlamaktadır. Aynı şekilde Çin'de de Endüstri 4.0 etkileri 2015 yılından itibaren görülmüş ve son 10-15 yılda en önemli büyüme artışı göstermiştir. Bunda Çin Hükümetinin "Çin malı ucuz ve kalitesizdir" eski imajının yerine "Çin malı kalitelidir ama daha ucuz" anlayışı etkili olmuştur (Özkan vd., 2018: 23).

Endüstri 4.0 uygulamalarının, önümüzdeki 10 yıllık süreçte üretim maliyetlerini %10-15 oranında azaltacağı tahmin edilmektedir. Tüketim taleplerindeki karşılanabilmesi ve ürünlere kolay erişim daha fazla büyümeyi beraberinde getirmektedir. Bunların gerçekleşmesi için endüstrilerin cirolarının %1-1,5 arasında yatırıma dönüştürmeleri gerekmektedir. Bu noktada işletmelerden beklenen, katma değeri düşük olan tüketimleri azaltarak üretim de verimlilik sağlamaktır. İşletmeler katma değeri olmayan operasyonları elime ederek, daha az girdi ile daha yüksek hız ve güvenilirlikle daha yüksek verimliliği sağlayabilir (Rüßmann vd., 2015: 7-9).

Endüstri 4.0 döneminde değişim ve dönüşümü sağlayabilecek büyük yatırımlar gerekmektedir. Akıllı fabrikalar kurmak ve tam otomasyonu sağlamak için yapılan yatırımlar

ekonomik büyüme tetiklemektedir. Tahminlere göre, dördüncü dalganın ilk aşamalarda endüstriyel satışlarda yıllık %2-3 oranında bir artışı beraberinde getireceği ve Almanya için yıllık 30 milyar Euro, Avrupa genelinde ise 100 milyar Euro ciro artışı yaşanacağı öngörülmektedir (Şimşek, 2016).

1.3.1.2. İstihdam Üzerindeki Etkisi

Endüstri 4.0 kapsamında gösterilen teknolojilerin istihdam üzerine etkisi ile ilgili üç farklı görüş olduğu belirtilmektedir. Bu görüşlerden ilki yeni teknolojilerin çalışma hayatının kalitesini artırarak istihdam üzerinde olumlu etkiler yaratacağını düşünen iyimserlere aittir. Teknolojileri kullanmak değil kullanmamanın işsizliğe sebep olacağı düşünülmektedir. İyimserlere göre yeni teknolojiler ilk zamanlarda işsizliğe neden olsa bile bu teknolojilerle ortaya çıkan verimliliğinin yanında yeni pazarların ve endüstrilerin ortaya çıkması yeni istihdam alanları yaratacaktır (Tokol, 2000).

Geçmişte baktığımızda birçok çalışan yeni teknolojilerin işsizliğe neden olacağı korkusu ile karşı karşıya kalmıştır. Örneğin, Endüstri 1.0 döneminde, buhar makinelerin üretimde kullanılmaya başlanması işlerin makineler tarafından yapılacağı korkusunu da getirmiştir. Her ne kadar makineler büyük ölçüde insan emeğini ikinci plana atmış olsa da aynı zamanda yeni istihdam alanları da yaratmıştır (Aksoy, 2017: 39). Sanayi devrimi ile birlikte işsiz birçok çalışan tarımdan sanayi sektörüne, otomasyonun ilerlemesi ile de hizmet sektörüne yönelmiştir (Schwab, 2018: 45). Özellikle üçüncü sanayi devrimi döneminde ileri otomasyon artarken işsizlik artmamıştır. Bunun yerine birçok yeni iş alanı ve yeni meslekler ortaya çıkmıştır (Özsoylu, 2017: 57). Dolayısıyla bu geçiş döneminde Dördüncü Sanayi Devriminin de istihdamı arttıracığı ifade edilmektedir (Aksoy, 2017: 39).

İyimser görüşlerden biri de David Autor'a aittir. Emek ve teknoloji ilişkisini tamamlayıcılık bağlamında ele almıştır. Autor'a göre teknoloji emeğin görevlerini üstlenmemekte tam aksine onun tamamlayıcısı olmaktadır. Üretim sürecinde ne sadece bilişsel beceriler ne de kas gücü önemlidir. Birinde yaşanan gelişme diğerine olan ihtiyacı ortadan kaldırmadığı gibi iki önemli beceri de birbirinin tamamlayıcısıdır (Autor, 2015: 5-6). Neo-klasik iktisat kuramı ise tamamlayıcılık ilişkisine benzer telafi edici mekanizmadan bahsetmektedir. Yeni ortaya çıkan teknolojiler geçici işsizliğe neden olmaktadır. Geçici işsizlik başka alanlarda ortaya çıkan işlerle telafi edilmektedir. Başka bir deyişle emeğin teknoloji karşısındaki durumu başka mekanizmalar vasıtasıyla telafi edilecektir. Dolayısıyla bu durum yeni istihdam alanları yaratacaktır (Vivarelli, 2007).

West (2015) tarafından ele alınan "Eğer Robotlar işleri alırsa ne olur? Gelişen teknolojilerin etkisi istihdam ve kamu politikası" raporunda yapay zekânın verimliliği arttıracığı düşünülmektedir. Yapay zekâyla birlikte sağlık ve sosyal yardım sektörünün yüzde 2,6 oranında

büyüyeceği tahmin edilmektedir. Bu da 10 yıl içinde yaklaşık 5 milyon yeni iş ekleneceği anlamına gelmektedir. ABD çalışma istatistikleri bürosunun son analizlerine göre yeni teknolojilerin 2012-2022 arasında %0,5'lik bir büyümeyle birlikte 15,6 milyon yeni iş alanı yaratacağı öngörülmektedir. Yine TÜSİAD ve BCG (2016: 46)'nin hazırlamış olduğu "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0" başlıklı raporda, Endüstri 4.0 ile birlikte istihdamın nasıl değişeceği de ele alınmıştır. Büyüme hedeflerine ulaşabildiği takdirde istihdam edilen işgücü sayısının artacağı daha doğrusu gelir düzeyi yüksek ve nitelikli çalışanların artacağı tahmin edilmektedir. Raporda, yetkinlik düzeyi düşük işgücü azalmasına karşılık, işlerde 10 yılda %5'lik mutlak bir artış beklenmektedir. 400-500 bin kadar niteliksiz çalışan sayısı azalırken buna karşılık 100 bin nitelikli çalışana ihtiyaç duyulacağı belirtilmektedir.

Teknolojik gelişmenin istihdam üzerine olumlu etkisini savunanların yanı sıra büyük bir işsizlik getireceğini savunan yazarlar mevcuttur. David Ricardo "Politik İktisadın ve Vergilendirmenin İlkeleri" kitabında "makinelere üzerine" bölümünde makineleşme ile birlikte istihdam kaybının yarattığı endişeyi anlatarak şu ifadeyi kullanmıştır: "Ama artık şuna ikna olmuş durumdayım. İnsan emeğinin yerini makinelerin alması, emekçi sınıfın çıkarlarını oldukça zedelemektedir". Diğer yandan Ricardo'nun görüşlerini destekler nitelikte Keynes (1931) "Teknolojik İşsizlik" kavramını geliştirmiştir (Bilgin, 2018: 96). John Maynard Keynes, "Torunlarımızın Ekonomik Olanakları" adlı kitabında, teknolojik işsizlik konusunda önemli uyarılarda bulunmuştur: "İşgücü kullanımından tasarruf etme araçlarını keşfetmiş olmamız onun için, yeni kullanımlar bulma hızımıza ağır basıyor". Keynes'in bu düşüncesi o zamanlar doğru çıkmasa da zamanla birçok işin otomasyona maruz kalacağı endişesi gündeme gelmiştir (Schwab, 2018: 44). Nobel ödüllü iktisatçı Wassily Leontief'de bu görüşleri desteklemiş ve şu ifadeleri kullanmıştır: "Atların tarımsal üretimindeki rolü, traktörlerin sahneye çıkmasıyla nasıl ki önce azalmış sonra tamamen ortadan kalkmış, insanoğlunun üretim faaliyetlerindeki başrolü de zaman içinde azalacaktır." (Brynjolfsson ve McAfee, 2015: 203).

Önceden örüntü tanıma, karmaşık iletişim, hissetme ve mobilite gibi alanlarda insan işçilerin yerini alması zor gibi gözükse robotlar şimdilerde daha fazla gelişme göstermekte ve bu teknolojik gelişmelerin her zaman yüksek oranlı istihdam artışıyla aynı seviyede ilerlemeyeceği ifade edilmektedir (Brynjolfsson ve McAfee, 2015: 210). Endüstri 4.0 çağında, robotların işgücünün büyük bir kısmını ikame edeceği düşünülmektedir. Önümüzdeki 10 yılda birçok iş kolu ortadan kalkacağı bazı işlerde ise istihdamın önemli derecede azalacağı öngörülmektedir. Robotların işgücü üzerinde yaratacağı etki sektörün ne kadar robot teknolojisi kullanacağına bağlı olarak değişmektedir. McKinsey Enstitü raporuna göre tüm mesleklerin %60'lık kısmının ve temel işlerin %30'unun bugünkü teknoloji sayesinde otomatik hale geleceği ifade edilmektedir (Kabaklarlı, 2018: 18). Robotlara yapay zekânın eklenmesiyle daha büyük bir işsizlik sebep olacağı öngörülmektedir. Bu noktada Oxford üniversitesinin yapmış olduğu bir araştırmada gelecek 20 yıl

içinde mevcut işlerin yarısından fazlasının robotlar tarafından yerine getirileceği ifade edilmektedir (Öztuna, 2017: 99).

Bu konuda yapılan önemli çalışmalardan biri de Frey ve Osborne (2013)'a aittir. ABD'de hizmet sektöründe 702 mesleğe yapılan çalışmada, 10-20 yıl içerisinde bu mesleklerin %47 sinin yüksek bilgisayarlaşma veya algoritma tehdidi ile karşı karşıya olacağı ifade edilmektedir. Otomasyona yüksek derecede duyarlı olan meslekler arasında; tele pazarlamacılar, vergi danışmanları, sigorta eksperleri, hakemler, garsonlar, tarım işçileri ve sekreterler yer alırken, düşük derece de maruz kalacak olanlar arasında; akıl sağlığı sosyal işçileri, koreograflar, doktorlar, psikologlar insan kaynakları yöneticileri, bilgiler sistem analistleri ve satış yöneticileri yer almaktadır. Ayrıca çalışmada yeni iş alanları ortaya çıkacağına dair görüşler yer almasına rağmen akıllı fabrikaların ortaya çıkması işsizliği arttıracığı tahmin edilmektedir. İşsizliği azaltma noktasında nitelikli çalışana ihtiyaç duyulacağı ifade edilmektedir. Ayrıca Frey ve Osborne, otomasyonun istihdama yönelik iki önemli etkisinden bahsetmektedir. Bunlar ilki, otomasyonun öncelikli olarak rutin işleri ikame edeceği ile ilgili iken, İkinci etki ise, yaratıcılık gerektiren görevlerden oluşan işlerin de önemli derecede otomasyonu maruz kalacağı ile ilgilidir (Frey ve Osborne, 2013). Tablo 4'te mesleklere ait bilgisayarlaşma olasılıkları yer almaktadır.

Tablo 4: Farklı Mesleklere Ait Bilgisayarlaşma Olasılıkları

Olasılık	Otomasyona En Yatkın Olan Meslekler
0.99	Tele-Pazarlamacılar
0.99	Vergi Danışmanları
0.98	Sigorta Experleri
0.98	Hakemler ve Diğer Spor Görevlileri
0.98	Mahkeme Kâtipleri
0,97	Restoran ve Kafelerde Garsonlar
0,97	Emlak Komisyoncuları
0,97	Tarım İşçileri Aracıları
0,96	Sekreterler ve İdari Asistanlar, Hukuk, Tıp ve Yönetim Dışında
Olasılık	Otomasyona En Az Yatkın Olan Meslekler
0,0031	Akıl Sağlığı ve Madde Bağımlılığı Sosyal İşçileri
0,0040	Koreografiler
0,0042	Doktorlar ve Cerrahlar
0,0043	Psikologlar
0,0055	İnsan Kaynakları Yöneticileri
0,0065	Bilgisayar Sistem Analistleri
0,0077	Antropologlar
0,0100	Deniz Mühendisleri ve Bahriye Mimarları
0,0130	Satış Yöneticileri

Kaynak: Frey ve Osborne, 2013: 57-72

Bazı araştırmacılar ise, dördüncü dalganın istihdam üzerindeki etkisi ile ilgili görüşleri dengelemeye çalışmıştır. Balcı (1995)'ya göre ortaya çıkan etki işgücünün teknolojiden nasıl ve hangi amaçla yararlandığına bağılı olarak değişecektir. Bu sebeple teknolojinin sadece bir yönde etkileyeceğini söylemek doğru olmamaktadır. Bu görüşü savunanlar, teknolojinin istihdamın miktarını ve şeklini etkileyeceğini fakat doğrudan bir ilişki kurmanın zor olduğu ifade etmektedir. İlişki karmaşık bir yapıya sahip olup, toplumsal ve ekonomik birçok faktörden etkilenmektedir (Tokol, 2000).

1.3.2. Toplum ve Birey Üzerindeki Etkisi

Sanayi devrimlere toplumsal açıdan bakıldığında 5 farklı toplum tipinden söz edilmektedir. Bunlar; Avcı toplum, tarım toplumu, endüstriyel toplum, bilgi toplumu ve süper akıllı toplumdur (Keidanren, 2016: 5). Toplumdaki birçok değişim endüstriyel dönüşümlere dayanmaktadır. Bu zamana kadar olan sanayi devrimleri toplumların kültürlerini değiştirerek farklı sosyal sınıfları da beraberinde getirmiştir (BEBKA, 2017: 103). Özellikle işçisınıfı insan denetiminde olmayan teknolojik ilerlemeye karşı eylemler başlatmışlardır. Makine kırma eylemi olarak adlandırılan Ludizm makineleşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu eylem teknolojinin hızlı bir gelişmesi ve insanların ikinci plana itilmesine yönelik harekettir. Bu gelişmeler zamanla insanlığı tehdit edecek duruma gelmiştir (Öztuna, 2017: 103).

Bilgisayarların gelişmesi ve buna bağılı olarak bilginin önem kazanması sonucu ortaya çıkan Toplum 4.0 yerine Japonya da ortaya atılan refah seviyesi yüksek akıllı toplumu tanımlayan Toplum 5.0'den bahsedilmektedir. Keidanren, Toplum 5.0 kavramını “basit verimlilik iyileştirmeleri yapmaktan ziyade sosyal sorunların çözümüne yardımcı olan yeni bir akıllı toplumun yaratılması” olarak tanımlamaktadır. Toplum 5.0 insanı odak noktası olarak görmekte ve toplumsal değerlere önem vermektedir. Her ne kadar birçok teknoloji hayatımızı kolaylaştırır da bir taraftan da sosyal eşitsizlik ve işsizlik gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu noktada Toplum 5.0 bireylerin ortak hareket etmesini ve insan merkezli bir toplum yaratmayı hedeflemektedir (Keidanren, 2016).

Yeni teknolojilerin bu denli gelişmesi toplumu oluşturan bireyler üzerinde de etkili olmaktadır. Yeni üretim tarzı ile birlikte bireylerin bir taraftan başarısı artırırken diğer taraftan da daha güvenli iş ortamı sağlamaktadır. Ayrıca vasıflı çalışan ihtiyacından dolayı bireylerin eğitimler verilerek insani gelişmişlik seviyesi artırılmaya çalışılmaktadır (EFFRA, 2013: 12). Endüstri 4.0, çalışan bireyler için iş yerinde sosyal altyapı, bireysel farklılıkları göz ardı etmeyen iş yapısı, daha iyi iş/yaşam dengesi getirmektedir (Kagerman vd.,2013:16). Ayrıca bireyler sadece üretici veya sadece tüketici olmaktan ziyade hem üretimin hem de tüketimin bir faktörü haline gelmektedir. Toffler'in ifade ettiği gibi bireyler “evrimin son halkası olmak yerine, evrimin tasarımcısı” olmayı tercih etmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016: 60).

Diğer yandan Erik Brynjolfsson ve Andrew McAfee'in de belirttiği gibi Endüstri 4.0'ın işgücü üzerindeki bozucu etkisi eşitsizliği de beraberinde getirmektedir. Emeğin yerine sermaye ve vasıfsız işgücü yerine vasıflı işgücünün tercih edilmesi iki uç nokta arasının önemli derecede açılmasına neden olmaktadır. Eğitimli ve yetenekli çalışanlar tercih edilirken, daha eğitimsiz ve düşük becerilere sahip kişiler ikinci plana itilmektedir. Bu durum boşalan orta sınıfın hoşnutsuz olmasına neden olmaktadır. Diğer yandan yeni sanayi devrimi bireyin kişiliği, becerileri, sosyal ilişkileri, tüketim kalıplarını ve kariyerini önemli ölçüde etkilemektedir (Schwab, 2018: 103).

Endüstri 4.0 ile birlikte kadın erkek eşitsizliği daha fazla gündeme gelmeye başlamıştır. Dünya Ekonomik Forumu, 2018 yılı cinsiyet eşitliği raporuna göre özellikle eğitim ve sağlık alanında kadın-erkek eşitsizliğinin arttığı ifade edilmektedir. 2017 yılında kadın erkek eşitliği konusunda 149 ülke arasında 131. sırada yer alan Türkiye 2018 yılında 130. sırada yer almaktadır. Raporda kadınların iş hayatına katılımının önemli ölçüde azaldığından bahsedilmektedir. Raporda "en tedirgin edici gelişmenin" otomasyonun daha çok kadınların çalıştığı işler üzerinde etkisi olacağı vurgulanmıştır. Ayrıca her alanda bu eşitsizliklerin giderilmesi için bir 100 yıl gerekli olduğu ifade edilmektedir (WEF, 2018c).

1.3.3. İşletmeler Üzerindeki Etkisi

Dördüncü Sanayi Devrimi işletmeler üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır: Tüketici taleplerini değiştirmekte, veriye dayalı ürünleri iyileştirmekte, yeni operasyon modelleri ortaya çıkarmakta ve şirketler arası iş birliğini sağlamaktadır (Schwab, 2018: 62). Yeni teknolojilerin kullanımı ürünler ve ilgili üretim sistemlerini gittikçe daha karmaşık hale getirmektedir. Bu artan işlevsellik, ürün kişiselleştirme, artan dinamik teslimat gereklilikleri, farklı teknik disiplinlerin ve organizasyonların artan entegrasyonunun farklı şirketleri iş birliğine itmektir (Kagerman vd., 2013: 42). Bu noktada işletmeler ortaya çıkan yeni teknolojilere nerede ve nasıl yatırım yapacaklarını belirlemeleri gerekmektedir. Ayrıca işletmelerin rekabet avantajı sağlaması ve sürdürmesi noktasında Dördüncü Sanayi Devriminin getirdiği değişimlerin tam olarak anlaşılması oldukça önemlidir (Blancet vd., 2014: 9).

Yeni bir paradigma olarak ifade edilen Endüstri 4.0 kavramının dijital iş yapma ve üretim süreci şeklinde tanımlandığı görülmektedir. Bu süreçte; canlı, cansız tüm nesnelerin birbiriyle haberleşebilmekte ve sürecin verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda muhasebe, pazarlama, üretim, yönetim, finans ve İKY gibi işletme fonksiyonları değişime maruz kalmakta ve yeniden yapılanmasına neden olmaktadır.

Muhasebe Alanına Etkisi: Dördüncü Sanayi Devriminin özellikle entegrasyon ve gerçek zamanlı yeteneğinin en çok etkili olduğu alanlardan biri muhasebe alanıdır. Gerçek zamanlı işlemler sayesinde bu alandaki tüm işlemler anında e-defter usulüne göre kaydedilebilmekte, tek bir

dokunuşla istenilen muhasebe fişine gidilmekte ve istenildiği zaman bu fişlerin güncellenmesi sağlanabilmektedir (Can ve Kıymaz, 2016: 111).

Etkin muhakeme ve karar verme muhasebe alanında en önemli ve ayırt edici özelliklerinden biridir. Yanlış veriler kararlar işletmelere daha fazla sorumluluk yüklemekte ve büyük zararlar vermektedir. Bu zararları önlemeye yardımcı olan en önemli teknolojilerden biri büyük veridir (Enget vd., 2017: 10). Warren, Moffitt ve Byrnes (2015), büyük veri sayesinde muhasebe bilgilerinin daha kaliteli hale geleceği ve bu da şeffaflıkla birlikte karar verme süreçlerini geliştireceğini belirtmiştir. Krahel ve Titera (2015), büyük verinin muhasebe ve raporlama standartlarını önemli ölçüde değiştireceğini ifade etmiştir. Günümüzde, maliyeti azaltma noktasında detaylara çok fazla inilmemektedir. Fakat büyük veri ile analizler yapılarak kolay bir şekilde her türlü veriye ulaşılabilmektedir (Erturan ve Ergin, 2018: 157). Aynı zamanda büyük veri bütün muhasebe çalışanlarının (özellikle iç ve dış denetçiler) tarafından işletme ile ilgili sürekliliğinin, öngörülerin ve hilelerin tahmin edilmesini sağlamaktadır. Özellikle Enron, Worldcom ve Parmalat skandallar göz önüne alındığında verimliliği ve güvenilirliği sağlamada büyük veri önemli bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Enget vd., 2017: 10).

Endüstri 4.0 çağında büyük verinin yanı sıra nesnelerin internetinin sağladığı yer ve zaman esnekliği muhasebe denetimlerini daha kolay hale getirmektedir. Denetmenler işletme ile ilgili verilere bir kod yardımı ile istedikleri zaman sanal ortamda ulaşabilecektir. Bu sayede maddi doğrulama ve uygunluk denetimini yapılabilecektir. Yine sanal asistan ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler sayesinde stok sayımı gibi işlemler her türlü giriş ve çıkışlar kontrol edilebilecektir. Bu teknolojiler akıllı fabrikalar içinde akıllı raf sistemleri, akıllı depolar, akıllı tedarikçiler, akıllı müşteri, akıllı stok vb. ile ilgili verilerin olduğu muhasebe sistemlerini oluşturmaktadır (Erturan ve Ergin, 2018: 164).

Pazarlama Alanına Etkisi: İşletmeler açısından önemi giderek artan pazarlama bilim dalı da sanayi devrimlerinin bütün aşamalarında karakter değiştirerek ortaya çıkan duruma uyum sağlamıştır. Pazarlamanın ilk aşaması olarak ifade edilen Pazarlama 1.0 döneminde müşteri gereksinimleri dikkate alınmadan ürün satmaya odaklanılmış ve bu yüzden “ürün odaklı bir yaklaşım” benimsenmiştir. Pazarlama 2.0 müşteri odaklı bir dönem olarak ifade edilmektedir. Bu dönemde müşteri isteklerine verilen önem yeni pazarları ortaya çıkarmıştır. Kotler Pazarlama 3.0 döneminin insan merkezli olduğu ifade etmektedir (Jara vd., 2012: 854). Bulduğumuz çağ içerisinde (Pazarlama 4.0) müşteriler sadece isteklerini ve gereksinimlerini karşılayacak ürünlere yönelmemektedir. Aynı zamanda ürünlerin sahip oldukları değerleri tatmin edip etmediğine bakmaktadır. Bu dönemde birbirine daha fazla bağlı olan insanlar için ürün deneyimleri paylaşılabılır nitelikte olduğu görülmektedir. Bu şekilde ürünün müşterileri tatmin edip etmediği kontrol edilebilmektedir (Jara vd., 2012: 852).

Üretim Alanına Etkisi: Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı değişimler, üretim sistemleri üzerinde etkili olmaktadır. Günümüzde Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte değişim içinde olan üretimin dijitalleşmesi, üretim alanına entegre teknolojiler ve iletişim teknolojileriyle mümkün hale gelmektedir. Bu yeni entegre sistemler, geleceğin fabrikasını da bireyselleştirilmiş ürünlerin üretimini mümkün kılmaktadır. Atölyede kullanılan artan sayıda sensörle, üretim süreçlerinden daha fazla analiz ve optimizasyona izin verecek daha fazla veri elde edilebilmektedir. Analiz edilen veriler sayesinde çalışanlar daha akıllı kararlar almakta ve süreçlerin optimize edilmesine yardımcı olmaktadır (Gehrke vd., 2015: 6).

Yönetim Alanına Etkisi: 21. yüzyıl teknolojilerinin etkili olduğu diğer bir alan ise yönetim alanıdır. Teknolojilerin sağladığı sanal ortaklıklar, geleneksel otorite hattını bulanık hale getirmekte ve örgüt yapılarının yassılaşmasına neden olmaktadır. Bu dönemde geleneksel yönetim anlayışı yerini çalışanların kendi otoritelerine dayalı örgüt yapılarına bırakmaktadır (Harvey ve Buckley,2002:373-374).

Finans Alanına Etkisi: Finans alanı da benzer şekilde yıkıcı bir değişimden geçmektedir. Yapay zekâ uygulamaları para yatırma, hesap güncelleme gibi günlük işlemleri ayrıca finansal ürün alım satımı ve kredi işlem süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu teknoloji sayesinde veriler doğru şekilde analiz edilip yorumlanarak finansal hatalar azaltılabilecektir. Aynı zamanda yapay zekâ teknolojisi dolandırıcılık riskini azaltmaktadır. Yine tekrarlanan işler nedeniyle ortaya çıkan performans düşüşlerinin ve zaman kayıplarını en aza indirecektir. Finans alanını etkileyen diğer bir teknoloji ise nesnelerin internetidir. Bu teknoloji sayesinde müşterilerin harcamaları, kazançları ve davranışları doğru bir şekilde analiz edilerek onlara uygun yatırım kararı verilebilmektedir (Horasan,2018:133).

İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi: İnsan kaynakları geçmişte en az veri kullanılan birimlerden biri iken, şimdilerde bilişim sistemleri ve bunlara dayalı olarak ortaya çıkan analitikler bu durumu değiştirmeye başlamıştır. Gelişen teknolojiler sayesinde birçok işletme, çalışanlarının iş birliği ve iletişim faaliyetlerini aktif olarak tasarlayıp izleyebilme imkânına sahip olmaktadır (Davenport, 2014: 62). Endüstri 4.0 döneminde işletmelerin rekabet avantajı sağlayabilmesi için yeni teknoloji ve süreçlerin insan kaynağı ile bütünleştirilmesi gerekmektedir (Hecklau vd., 2016: 3). Ayrıca yaşanan değişimlerin çalışanlar ve örgüt üzerinde olumsuz etkilerini azaltmak için hem makro anlamda ülkelerin önlem almaları hem de mikro anlamda işletmelerin İKY süreçlerini yapılandırmaları gerekmektedir.

1.4. Türkiye’de Endüstri 4.0’ın Değerlendirilmesi

1.4.1. Türkiye’nin Sanayileşme Süreci

18. yüzyılda İngiltere’de birinci sanayi devriminin ortaya çıkışı tarıma dayalı faaliyetlerde bulunan Osmanlı İmparatorluğu’nu etkisi altına almıştır. Sanayi devrimiyle birlikte İngiltere gibi sömürgeci devletler sahip oldukları sermayeyi sanayi üretimde kullanmaya başlamış ve Osmanlı gibi daha küçük çapta üretim yapan ülkelerin gerilemesine neden olmuştur (Erdem, 2016: 19). Bu süreçte fabrika ürünlerine karşılık Osmanlı zanaat ürünlerinin önemini kaybetmesi Osmanlı Devleti’ni dışa bağımlı hale getirmiştir (Arkan, 2018: 29). Her ne kadar bu dönemde sanayileşme adına esnaf şirketleri kurulmaya ve sanayi okulları açılmaya çalışılsa da iç ve dış kuvvetler bu durumu engel olmuş ve Cumhuriyetin kuruluşuna kadar sanayide istenen gelişme sağlanamamıştır (Erdem, 2016: 40).

Türkiye Cumhuriyeti’nin kurulması ile birlikte özel girişimciliğin desteklendiği on yıllık “liberal dönem” başlamış ve kamudan özel sektöre kadar bütün alanda sanayileşme hareketleri için önemli adımlar atılmıştır (Eğilmez, 2017; Doğan, 2013: 213). Bu dönemde İzmir İktisat Kongresi toplanmış ve milli bir sanayi oluşturmak üzerine politikalar ön plana çıkmıştır. Kongrede “milli sanayi, milli tüccar ve milli çiftçi” konularına vurgu yapılmış ve hammadde ülke içinde üretilebilen ürünler için fabrikalar açılmaya başlanmıştır. Fakat imalat sanayisinin makro ve mikro etkenleri çerçevesinde yeniden yapılandırılması ve yeni üretim metodolojileri ile ilgili herhangi bir politika uygulanmamıştır (Kozal, 2019: 234). Cumhuriyetin ilk yıllarında ticaret, bankacılık ve benzeri alanlarda elde edilen karların sınai üretime dönüştürülememesi uygulanan ekonomi politikalarının başarısız olmasına neden olmuştur (Kepenek ve Yentürk, 2001: 62).

20. yüzyılın ilk yarısı, meydana gelen ve derin etkileri olan iki önemli dünya savaşı ve 1929’da yaşanan dünya krizi, sanayiye öncelik verecek politikaları gerekli duruma getirmiştir. Bu yüzden 1930’lu yılların başında devletçi ekonomi politikaları uygulanmaya başlanmıştır. Devletçi politikaların uygulamasının başlangıcı olarak, 1932’deki “Birinci Beş Yıllık Sanayileşme Planı (BBYSP)”nın benimsenmesi ve uygulanması kabul edilmektedir. Uygulanan BBYSP ile tarıma dayalı sınai üretim birimleri kurulmuş ve yerli üretime öncelik verilmiştir (Kepenek ve Yentürk, 2001: 67-68). 1936 yılında BBYSP başarıya ulaşmış ve ekonomik gelişme sanayiye öncelik veren bir niteliğe kavuşmuştur. BBYSP hemen sonrasında ikinci BYSP hazırlanmış fakat 2. dünya savaşı sebebiyle uygulamaya geçilememiştir (Salğar, 2018: 118).

1950’li yıllardan itibaren ülkemizde ve dünyada, etkisi görülen ve özel sektörünün desteklendiği ikinci liberal döneme geçilmiştir. Bu dönemde sanayi alanındaki gelişmeler kırsal alanda yaşayanların büyük sanayi şehirlerine göç etmesine neden olmuştur. Ortaya çıkan 1960 askeri darbeleri sonucu oluşan yeni ekonomik düzenin etkisi tam olarak hissedilememiş ve

sanayide planlı bir döneme girilerek 1963-1967 yıllarını kapsayan "I. Beş Yıllık Kalkınma Planı"nın yapılmasına karar verilmiştir. Plan ile birlikte sanayi sektörüne yatırımları yapılmaya başlanmış ve Kütahya ve Ereğli gibi şehirlerde dönemin en önemli sanayi işletmeleri kurulmuştur. Bu dönem sanayi alanında büyüme yavaş yavaş hissedilmeye başlanmıştır. 1968-1972 yıllarını kapsayan "II. Beş Yıllık Kalkınma Planı" ile birlikte büyük sanayi şehirleri dışında kalan diğer şehirlerde de sanayi alanında çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Doğan, 2013: 217-218). Sanayi alanındaki başarıyı sürdürmek üzere 1973-1977 dönemlerini kapsayan "Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı" hazırlanmıştır. Bu plan ile sanayi sektöründe ara ve yatırım mallarının üretimi hızlandırılmaya çalışılmış ve ithal kaynaklara olan bağımlılık azaltılmak istenmiştir. Yine bu dönemde ortaya çıkan siyasal problemler 1978-1984 süreci kapsayan dördüncü Beş Yıllık Sanayi Planının uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir (Ermış, 2018: 43-44). Diğer yandan 1970'li yıllardaki ithalat yasakları Türkiye'nin sanayi sektöründe sınırlı ileri teknoloji kullanımına neden olmuştur. Bu yıllarda Türkiye'nin döviz sorunları yaşayan, sermaye birikimi zayıf ve teknoloji kullanım düzeyi düşük sanayi yapısına sahip olduğu vurgulanmaktadır (Eser, 1993: 66-67). Türkiye sanayisinin mevcut durumu nedeniyle uygulanması düşünülen planlar ikinci plana atılmış ve 24 Ocak 1980 kararları alınmıştır. Yeni bir ekonomik düzene geçiş yapan Türkiye'de ithal ikame yerine ihracata yönelik sanayi politikaları uygulanmaya başlanmıştır (Ermış, 2018: 47). Özellikle 1980 kararları ile birlikte sanayi sektöründe teknolojik dönüşüme ve Türkiye'nin küresel pazarda rekabet edebilecek ülke durumuna gelmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Salğar, 2018: 118). Ayrıca bu dönemde kambiyo rejiminin tamamen serbestleşmesiyle birlikte Türkiye küreselleşme sürecinde yeni bir döneme girmiş ve "dışa açık makro ekonomi" görünümüne ulaşmıştır (Taymaz ve Voyvoda, 2015: 26). 1980 sonrasında Türkiye'nin dış ticaret faaliyetlerinde ve imalat sanayisine yönelik kapasite kullanım oranlarında artış olmuş (Karakoçar ve Alptekin, 2006: 309) ve bir önceki beş yıllık döneme göre sanayi sektörü yaklaşık %177 oranında artarak %7,2 seviyesine ulaşılmıştır (Sungur ve Ünlü, 2016: 1644).

1990'lı yıllar ise bütçe açıklarının ve enflasyon sorunlarının yaşandığı bir dönem olmuştur. Bu dönemde ithalatın ihracat karşısındaki artışı dış ticaret açığına sebep olmuştur. Bu olumsuz durumlara rağmen, 1990-1994 yılları arasında imalat sanayi üretimi yıllık %4,1 seviyesinde artmıştır. İhracat içindeki imalat sanayisinin oranı ise 1994 yılı itibarıyla %8,7 artarak %92,9 ulaşmıştır (Yılmaz, 2017: 14). Ayrıca bu yıllarda tüm ekonomik alanda bilimsel-teknolojik gelişmelere öncelik verilmiş ve ürün geliştirme üzerine çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Sanayi alanındaki en önemli gelişmeler 2001 krizinden sonra kendini göstermeye başlamıştır. Sanayi bölgeleri eksikliği, istihdam, rekabet, teknoloji, Ar-Ge, nitelikli çalışan eksikliği ve gelişen sektörler üzerinde önemli çalışmalar yapılmıştır. Geleneksel sanayi yerine rekabet üstünlüğü yaratacak modern bir sanayi yapısı oluşturmak amaçlanmıştır. Çin gibi ucuz işgücüne sahip ülkelerin rekabet üstünlüğü sağlaması sonucu olumsuz etkilenen tekstil gibi sektörlerimizin gelişimine öncelik verilmiştir. 2006 yılına gelindiğinde ise temeli daha sağlam sanayi alanı ile karlı duruma gelmiş ve bu durum yeni iş alanları yaratmıştır. Fakat 2007 yılında ABD'de yaşanan

Mortgage krizi Türkiye sanayisi de etkilemiş ve 2009 yılı sonu itibariyle sanayi üretim endeksinin % -9,9 seviyelerine kadar düşmesine neden olmuştur. 2010 yılında ise Türkiye uygulanan sanayi politikaları sonucu bu oran %10,1 seviyesine ulaşmıştır (Doğan, 2013: 225-227).

2011 yılına gelindiğinde sanayide teknoloji yoğun üretime öncelik vermek ülkelerarası rekabet üstünlüğü sağlamada en önemli unsur haline gelmiştir. 2011 yılında Almanya'nın ortaya koyduğu Endüstri 4.0 stratejileri ülkemizde sanayide dijitalleşme konusunda çalışmalar yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu kapsamda Bilim ve Teknoloji Bakanlığı 2011-2014 ve 2015-2018 yıllarını kapsayan iki önemli strateji belgesi hazırlamıştır. 2015-2018 sanayi stratejisi belgesi kapsamında Türkiye'nin ileri teknolojik ürünlerde, "Avrasya'nın üretim üssü olmak" vizyonu bağlamında temel amaç, "*Türk sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknoloji ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümünü hızlandırmak*" olarak belirlenmiştir. Bu strateji belgesiyle sanayi alanında durum analizi yapılmıştır. Bunun yanı sıra bu belgede Endüstri 4.0 ve teknolojilerinden bahsedilmemiştir (BSTB, 2015: 33-34). Bilim ve Sanayi Bakanlığı hazırlamış olduğu 2017-2019 yıllarını kapsayan "Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı" kapsamında ise Endüstri 4.0 teknoloji kullanımı vurgulanmış ve bu teknolojilerin yazılım sektörüne ivme kazandıracığı ayrıca küresel rekabet gücünü arttıracığı ifade edilmiştir (BSTS, 2017b).

Türkiye sanayisinde klasik sanayi üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Teknoloji temelli üretimden çok emek yoğun üretim ön plana çıkmaktadır. Endüstri 4.0 uygulamalarının küresel pazarda değer yaratan bir araca dönüşmesi ve bu dönemde bilginin ekonomik faktör haline gelmesi Türkiye'yi sanayi alanında stratejiler ortaya koymaya zorlamaktadır (Yazıcı ve Düzkaya, 2016: 76). Türkiye sanayisinin dijitalleşmesinde müşteri talepleri/istekleri, veri değeri, nitelikli işgücü, yeni iş modelleri, yatırım ve sürdürülebilirlik önemli bir itici güç oluşturmaktadır (TÜSİAD VE BCG, 2017: 21).

1.4.2. Endüstri 4.0'ın Türkiye İmalat Sanayisi Üzerindeki Etkisi

Dördüncü Sanayi Devrimi ülkemiz için önemli fırsatlar yaratacak olan değişim ve dönüşüm hareketidir. Küresel bağlamda bu kavramın yaygınlaşması ve sektörlere olası etkileri Türkiye'nin yakından takip etmesi gereken önemli bir konu haline getirmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016: 15). Türkiye'nin iktisadi açıdan en çok etkilenen bir coğrafi konumda yer alması yeni sanayi devrimine ayak uydurmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu coğrafi konum avantajı beraberinde esnek ve daha düşük maliyetli üretimi olanaklı hale getirmektedir. The Boston Danışma Grubu Global Üretim Maliyetleri Endeksi'ne göre; Almanya 121, ABD 100 ve Türkiye 98 ortalama birim maliyet ile üretim yapmaktadır. Bu duruma göre, Türkiye ortalama doğrudan üretim maliyetlerinde Almanya'dan %23 daha az, ABD'den ise %2 oranında daha az maliyet oranına sahiptir. Bu

Türkiye'nin ihracatta önemli bir güce sahip olabileceğinin ve bu şekilde küresel rekabet avantajı elde edilebilirliğin göstergesidir (TÜSİAD ve BCG, 2016: 33). Almanya'nın Dördüncü Sanayi Devrimine geçişiyle birlikte üretim maliyetlerinde %5 ile %8 azalma olacağı ayrıca 10 yıl içinde 90 ile 150 milyar Euro verimlilikle birlikte, ileri teknolojik ve kişileştirilmiş ürünlere olan talebin etkisiyle 300 milyar Euro ek gelir elde edeceği yönünde önemli değişimler yaşaması beklenmektedir. Türkiye Endüstri 4.0'a ayak uydurmazsa ve teknoloji alanında ilerleme sağlayamazsa, Almanya'nın bu beklentileri gerçekleşmesi ve sürdürülebilir rekabet avantajı sağlaması Türkiye'nin sahip olduğu avantajları kaybetmesine neden olacaktır (TÜSİAD ve BCG, 2016: 35-36).

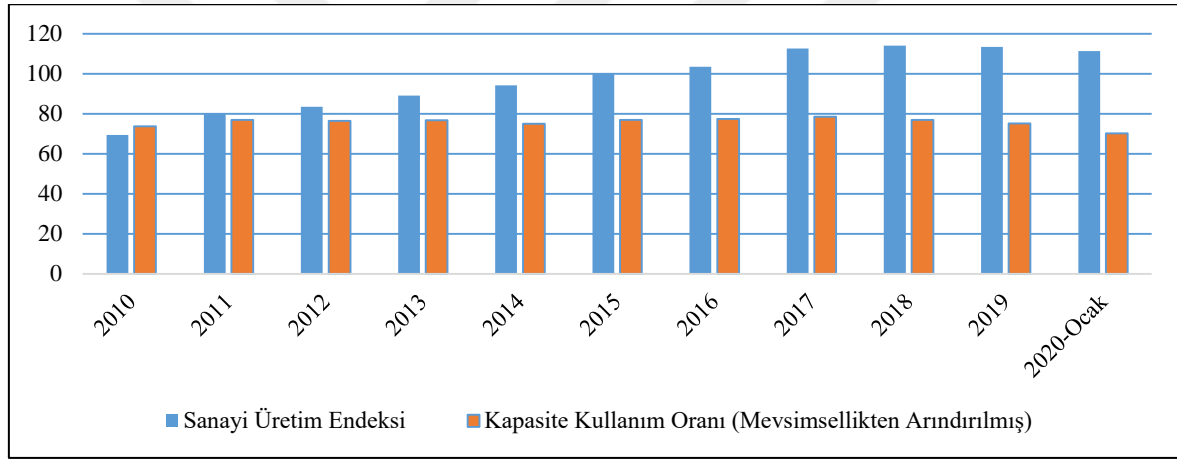
Türkiye akıllı makineler ile üretim süreçlerini, veri analizi yoluyla doğru/uygun veri üretimi ve insan-makine arasındaki etkin iletişimi sağlayabildiği takdirde günümüzde %8,5'luk bir büyümeyle 2023'te dünyanın en gelişmiş 10 ülke arasında yer alabilecektir. Teknolojilerini etkin bir şekilde kullanarak daha esnek ve verimli üretim sağlayabilecektir (Özkurt, 2016: 30). Sahip olduğu ucuz işgücü ve coğrafi konum avantajlarına rağmen Türkiye ihracatının ithalata bağımlı durumda olması, toplam ihracat içinde yüksek katma değere sahip ürünlerin oranının oldukça düşük olması, işgücü yetkinliklerinin yeterli düzeyde olmaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (TÜSİAD ve BCG, 2016: 34). Bu durum ülkemizin Endüstri 4.0'a tam anlamıyla hazır olmadığı anlamına gelmektedir. Bu noktada gelişmekte olan ülkelere biri olan Türkiye'nin gelişmiş ülke seviyesine ulaşabilmesi için teknoloji tabanlı daha katma değerli ürünleri üretmesi önemli avantajlar sağlayacaktır.

Türkiye bir taraftan makine üretimi yaparken diğer taraftan ise makine ithalatı yapmaktadır. İthal ettiği makinelerin çoğu bilgisayar tabanlıdır. Fakat personel yeterli düzeyde eğitime sahip olmadığı için hem bu akıllı makineleri üretememekte hem de ithal etmiş olduğu makinelerden yararlanamamaktadır. Bu nedenle hem iç pazarda gereksinim duyduğu hem dış pazarda satabileceği makineler üretememekte bunun yerine metal maliyeti yüksek fakat ucuz makineler üretebilmektedir (TOBB, 2016: 18).

Ülkemizde Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde en hızlı büyüyen sektörün otomotiv sektörü olduğu görülmektedir. Otomotiv sanayi, demir-çelik, elektrik-elektronik, hafif metaller, plastik gibi bazı sanayi dallarının alıcısı konumunda olduğundan otomotiv sanayi de yapılan bir yenilik bu sektörleri de etkilemektedir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017a: 116). Otomotivde olduğu kadar beyaz eşya sektöründe de Endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Bu sektörün dev haline gelmiş olan Arçelik, ürünlerinin geliştirilmesinde ve piyasaya daha kısa sürede sunmada 3D yazıcıları, veri analitiği için sensör teknolojilerini ayrıca simülasyon ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini kullanmaktadır (BEBKA, 2017: 19).

Hazırlanan sanayi stratejileri kapsamında sanayi üretim endeksi ve kapasite kullanım oranlarına bakmak yerinde bir karar olacaktır. Grafik 1’de Türkiye’nin 2010-2020 yılları arasındaki sanayi üretim endeksi ve kapasite kullanım oranlarına yer verilmiştir. Grafik incelendiğinde, Türkiye’nin sanayi üretim endeksinin 2010-2019 yılları arasında yükselme eğilimi göstermesine rağmen, 2020 yılı Ocak ayı itibariyle düşüş meydana gelmiştir. Kapasite kullanım oranında ise kayda değer bir değişim olmamakla birlikte son iki yıla göre 2020 yılında düşüş olmuştur. 2015 endeksine göre, son üç yılda sanayi üretim endeksi sırasıyla 114, 113.22, 111.31 olduğu, kapasite kullanım oranı ise, 76.97, 75.09, 70.2 olduğu görülmektedir. Sanayi üretim endeksi ve kapasite kullanım oranında beklenen artışın sağlanamamış olması nedenlerinden biri imalat sanayisinde üretim girdilerinin büyük çoğunluğunun ithal edilmesi sonucu, 2019 ve 2020 yılı içinde döviz kurlarında meydana gelen ani yükselmelerin imalat sanayisini olumsuz etkilemesidir.

Grafik 1: 2010-2020 Yılları Arasında Türkiye’nin Sanayi Üretim Endeksi ve Kapasite Kullanım Oranı



Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB), <https://evds2.tcmb.gov.tr>

Tablo 5’te Türkiye’nin 2005-2019 yılları arasındaki sektörel işgücü dağılımına yer verilmiştir. Tarımda yaklaşık %29, sanayide %10 ve inşaatı ise %2 oranında düşüş yaşandığı görülmektedir. Hizmet sektöründe ise yaklaşık %19 oranında bir yükselme olduğu görülmektedir. Zamanla ileri teknolojilerin kullanılması, makineleşmesiyle bağlı olarak tarım sektöründeki işgücünün işsiz kalmasına ve işgücünün sanayi sektörüne veya hizmet sektörüne kaymasına neden olmaktadır. Ayrıca sanayi üretim endeksi ve kapasite kullanım oranında beklenen artışın sağlanamamış olması nedenlerinden biri de işgücünün sanayi sektöründeki payında düşüş yaşanmış olmasıdır.

Tablo 5: 2005-2019 Yılları Arasında Türkiye’de Sektörel İşgücü Dağılımı (%)

YIL	Tarım	Sanayi	İnşaat	Hizmetler
2005	25,5	21,6	5,6	47,3
2006	23,3	21,9	6,0	48,8
2007	22,5	21,8	6,1	49,6
2008	22,4	22,0	6,0	49,5
2009	23,1	20,3	6,3	50,4
2010	23,3	21,1	6,6	49,1
2011	23,3	20,8	7,2	48,7
2012	22,1	20,5	7,2	50,2
2013	21,2	20,7	7,2	50,9
2014	21,1	20,5	7,4	51,0
2015	20,6	20,0	7,2	52,2
2016	19,5	19,5	7,3	53,7
2017	19,4	19,1	7,4	54,1
2018	18,4	19,7	6,9	54,9
2019	18,2	19,8	5,5	56,5

Kaynak: TÜİK, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>

Tarih boyunca her ne kadar endüstri devrimleri daha çok imalat sanayi üzerinde etkilere sebep olsa da gelişen ekonomilerde zamanla sektörel kaymalar meydana gelmiştir. Gelecekte hizmet sektörü alt bileşenlerden olan bilişim ve finans sektörünün payının artacağı öngörülmektedir. Özellikle de bilişim sektörünün tüm iş kollarındaki payının %65-75 oranında artacağı tahmin edilmektedir (Kabaklarlı, 2018: 10).

Ülkemizin en önemli hedeflerinden birisi de sahip olduğu sanayi üretim yeteneğini kullanmak ve bu sayede yüksek katma değer yaratmaktır. Türkiye’nin bu değeri yaratması için yüksek teknolojiye sahip ürünler üretmesi ve ihraç etmesi gerekmektedir. Tablo 6’da imalat sanayisinde teknoloji yoğunluğuna göre dış ticaret verilerine yer verilmiştir. 2020 Mart ayında imalat sanayi ürünlerinin toplam ihracatta içindeki payı %94,7’dir. Yüksek teknolojili ürünlerin ihracat içindeki payı düşükken, orta yüksek ve düşük teknolojili ürünlerin payı daha yüksektir. Aşağıdaki tabloda yüksek teknoloji ürünlerinin imalat sanayi ürünleri ihracatı içindeki payı %3,6 olduğu görülmektedir. Ayrıca imalat sanayi ürünlerinin toplam ithalattaki payı %80,3 iken, Mart ayında yüksek teknoloji ürünlerinin imalat sanayi ürünleri ithalatı içindeki payı %14,7’dir. Türkiye’nin yeni sanayi devrimini yakalaması noktasında imalat sanayisinde yüksek teknoloji ürün üretimi ve ihracat payını arttırması oldukça önemlidir.

Tablo 6: İmalat Sanayi Teknoloji Yoğunluğu (Milyon ABD Doları)

	Mart				Ocak-Mart			
	2019		2020		2019		2020	
Teknoloji yoğunluğu	Değer	(%)	Değer	(%)	Değer	(%)	Değer	(%)
	ihracat (FOB)							
Toplam imalat sanayi	15 554	100,0	12 712	100,0	42 126	100,0	40 433	100,0
Yüksek teknoloji ürünler	601	3,9	452	3,6	1 436	3,4	1 337	3,3
Orta yüksek teknoloji ürünler	5 639	36,3	4 533	35,7	15 260	36,2	14 549	36,0
Orta düşük teknoloji ürünler	4 214	27,1	3 502	27,6	11 582	27,5	10 861	26,9
Düşük teknoloji ürünler	5 101	32,8	4 225	33,2	13 847	32,9	13 688	33,8
	ithalat (CIF)							
Toplam imalat sanayi	13 764	100,0	13781	100,0	37 995	100,0	43 402	100,0
Yüksek teknoloji ürünler	1 909	13,9	2 223	14,7	5 207	13,7	5 895	13,5
Orta yüksek teknoloji ürünler	5 639	40,3	6 264	41,5	15 510	40,8	17 643	40,7
Orta düşük teknoloji ürünler	4 547	33,0	4 876	32,3	12 172	32,0	14 496	33,4
Düşük teknoloji ürünler	1 765	12,8	1 742	11,5	5 106	13,4	5 360	12,4

Kaynak: TÜİK, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046

1.4.3. Endüstri 4.0'ın Türkiye'deki Teknolojik Gelişim Üzerindeki Etkisi

Dördüncü Sanayi Devrimiyle birlikte ekonomik düzende emek ve sermaye yerine bilginin kullanılması teknolojik yeniliklerin hızla değişmesine neden olmaktadır. Küresel rekabetin hız kazandığı Endüstri 4.0 çağında işletmelerin teknolojik yeniliklere yetişebilmesi veya bu yenilikleri ortaya koyabilmesi noktasında Ar-Ge faaliyetleri önem kazanmaktadır. Firmaların yaptığı düzenli Ar-Ge faaliyetleri ekonomik büyüme için önemli bir göstergedir. Tablo 7'de Türkiye'nin Ar-Ge faaliyetlerine ait istatistikler yer almaktadır.

Tablo 7: Türkiye’de Ar-Ge Faaliyetleri İstatistikleri (2011-2018) (Milyon TL)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ar-Ge harcaması / GSYH %	0,80	0,83	0,82	0,86	0,88	0,94	0,96	1,03
Toplam Ar-Ge harcaması	11 154	13 062	14 807	17 598	20 615	24 641	29 855	385 336
Ticari	4 817	5 891	7 032	8 760	10 309	13 359	16 981	23 289
Ar-Ge personel harcaması	2 311	2 937	3 640	4 365	5 273	6 448	8 944	11 430
Diğer cari Ar-Ge harcamaları	1 780	2 234	2 547	3 363	4 077	5 822	6 932	9 829
Ar-Ge yatırım harcaması	727	720	844	1 032	959	1 089	1 105	2 029
KAMU	1 264	1 437	1 543	1 705	2 131	2 338	2 858	3 559
Ar-Ge personel harcaması	625	701	765	874	977	1 104	1 218	1 410
Diğer cari Ar-Ge harcamaları	383	511	490	520	600	798	1 074	1 572
Ar-Ge yatırım harcaması	256	225	289	311	554	436	566	575
Yükseköğretim	5 073	5 734	6 232	7 133	8 176	8 944	10 016	11 685
Ar-Ge personel harcaması	2 791	3 254	3 592	3 981	4 805	4 757	5 005	6 063
Diğer cari Ar-Ge harcamaları	1 525	1 668	1 837	2 258	2 534	2 949	3 580	3 813
Ar-Ge yatırım harcaması	757	812	804	894	837	1 238	1 431	1 808
Ar-Ge insan kaynağı (Sayı)	164 287	184 301	196 321	213 686	224 284	242 213	266 478	289 791
Mali ve mali olmayan şirketler	55 023	61 378	69 018	73 737	77 551	83 873	101 404	118 867
Genel devlet	14 076	14 445	13 894	13 903	14 217	13 372	12 828	12 884
Yükseköğretim	95 188	108 478	113 409	126 046	132 516	144 968	152 246	158 040
Ar-Ge insan kaynağı (TZE)	92 801	105 122	112 969	115 444	122 288	136 953	153 552	172 119
Mali ve mali olmayan şirketler	45 408	52 233	58 391	61 945	66 667	72 579	87 918	104 376
Genel devlet	11 749	12 088	12 004	12 230	12 328	11 799	11 345	11 379
Yükseköğretim	35 644	40 801	42 574	41 269	43 293	52 576	54 289	56 364

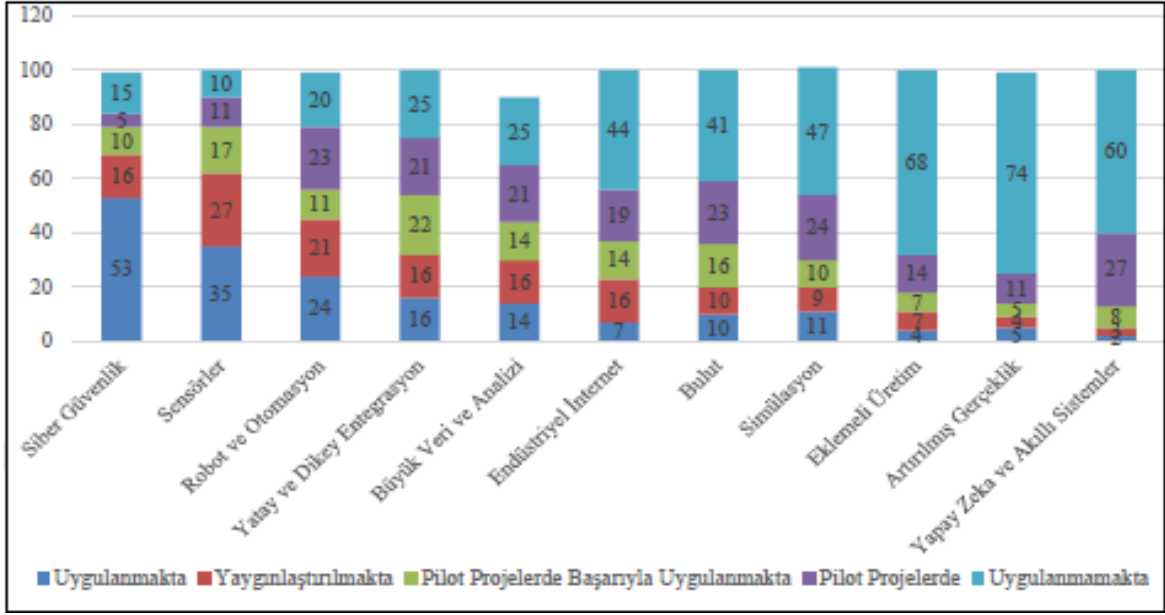
Kaynak: TÜİK, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1082

Ar-Ge faaliyet istatistikleri incelendiğinde, 2018 yılı itibariyle toplam Ar-Ge harcaması 38.533 milyon TL’ye, kamu, özel ve yükseköğretim de çalışan toplam Ar-Ge personel sayısı ise 289.791’e ulaşmıştır. Türkiye’de teknolojinin finansmanına bakacak olursak toplam Ar-Ge harcamasının %60’lık kısmı özel sektör tarafından yapılmaktadır. Türkiye’nin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı dünyanın lider teknoloji ülkeleri ile karşılaştırıldığında son derece kötü bir profil çizmektedir. 2017 OECD verilerine göre bu pay Türkiye’de 0.96 iken, Kore’de 4.55, Japonya’da 3.21, Almanya’da 3.04, Amerika 2.79 ve Çin’de ise 2.15’tir. Türkiye her ne kadar son yıllarda Ar-Ge çalışmalarını desteklese de diğer güçlü ülkeler karşısında daha fazla yatırım yapması zorunlu hale gelmektedir.

Türkiye gelecek 10 yıl içinde belirlediği hedefler arasında Ar-Ge’nin GSYH içindeki payı %3 olarak öngörmüştür. Fakat geçmiş 10 yıl içinde bu oran %0,73’lerden 1,03’lere ulaşabilmiştir. Bir diğer hedef ise 300.000 Ar-ge çalışan sayısına ulaşmaktır (Çeliktaş vd., 2015: 32). İleri teknoloji ürünlerin ihracatının, Ar-Ge yoğunluğunun ve inovasyon faaliyetlerinin artırılması yüksek orta gelir tuzağında yer alan Türkiye’nin yüksek gelir seviyesine sahip bir ekonomiye geçiş yapabilmesi noktasında oldukça önemlidir. Bu durum aynı zamanda küresel rekabette önemli avantajlar

sağlamaktadır (TÜSİAD ve BCG, 2017: 33). Konuya firma düzeyinde bakıldığında Türkiye’deki şirketlerin dijital dönüşümü tamamlamaları ayrı bir önem arz etmektedir. Grafik 2’de Türkiye’deki şirketlerin dijital teknoloji kullanma seviyelerine yer verilmiştir. Grafik incelendiğinde, şirketlerin büyük bir kısmının siber güvenlik ve sensör teknolojilerini yüksek seviyelerde kullandıkları, yapay zekâ ve akıllı sistemler, artırılmış gerçeklik ve 3D yazıcı gibi teknolojileri ise daha düşük seviyelerde kullandıkları görülmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2017: 43)

Grafik 2: Türkiye’deki Şirketlerin Dijital Teknoloji Kullanma Seviyeleri



Kaynak: TÜSİAD ve BCG, 2017: 43

TÜSİAD ve BCG (2017: 14)’nin hazırlanmış olduğu çalışmada sanayide dijital dönüşüm ile ilgili beş temel bulgu ortaya konulmuştur:

- Teknoloji şirketlerinin dijitalleşme konusunda farkındalıkları yüksek olmasına rağmen, bu duruma hazır olanların sayısı daha düşüktür.
- Sanayi şirketleri dijitalleşme ile ilgili uygulamaların çoğunluğu pilot olarak yürütülmektedir.
- Şirketlerin dijitalleşme konusunda ileri dönük strateji ve yönetim yetkinlikleri düşük seviyededir.
- Şirketlerin yetkinlik seviyelerinde sektörel olarak bir fark görülmemektedir. Bunun yanı sıra, dijital sanayide yetkinlik seviyeleri değerlendirildiğinde büyük ölçekli şirketler Kobi niteliğinde şirketlere göre nispeten daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir.
- Yatırım maliyetlerin yüksek oluşu ve geri dönüşlerde yaşanan sıkıntılar şirketlerin önündeki en önemli engellerdir.

Türkiye'nin mevcut durumuna bakıldığında yatırım öncesi planlama döneminde olduğu görülmektedir. Ülkemizde yerli tedarikçilerin eksikliği, yatırım maliyeti yüksekliği, teknoloji şirketlerinin kısıtlı kaynaklarla yatırım yapmaya çalışmaları ve sonuçta kaynak israfı yapmaları, teknoloji konusunda bilgi eksikliği, nitelikli işgücü eksikliği, teknoloji altyapısının eksikliği ve veri güvenliği Türkiye'nin rekabet üstünlüğü sağlamasındaki en temel sorunlarıdır (TÜSİAD ve BCG, 2017: 14). Türkiye bu sorunları çözemezse küresel pazar payı azalarak gelişmiş ülkelere karşı küresel rekabet avantajını kaybetme riski ile karşı karşıya kalacaktır. Bu durum işsizliğe neden olacaktır (Yazıcı ve Düzgaya, 2016: 85). Diğer taraftan bu sorunların üstesinden başarılı bir şekilde gelebilirse üretim maliyetlerinde %4-7 oranında verimlilik sağlanması beklenmektedir. Bu da üretim sektörlerinde 50 milyar TL'lik fayda anlamına gelmektedir. Kişileştirilmiş ürünlere karşı artan talep ve global değer zinciri entegrasyonu sayesinde oluşan rekabet avantajı ile endüstride yıllık %3'e varan bir üretim öngörülmektedir. Bu durum ülkemiz GSYH'si üzerinde %1 civarında büyümeye ve gelir üzerinde ise 150-200 milyar TL'lik artış sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca yerli üreticilerin üretim ortamında bu dönemin getirmiş olduğu teknolojileri en yüksek düzeyde kullanabilmeleri için gelecek 10 yıl içinde yıllık ortalama 10-15 milyar TL yatırım yapmaları gerekmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016: 14).

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENDÜSTRİ 4.0 DÖNEMİNDE İNSAN KAYNAKLARININ YERİ VE ROLÜ

Bir örgütün performansını arttırması ve rekabet avantajı sağlayıp bunu sürdürebilmesi sahip olduğu kaynaklara bağlıdır. Bu kaynaklar arasındaki en önemli unsur ise insan kaynağıdır (Wright ve Ulrich, 2017: 46; Hecklau vd., 2016: 2). Tarım toplumunda toprak, sanayi toplumunda kas gücü ve makineler, bilgi çağında ise bilgi üretme ve dönüştürme becerisine sahip yüksek nitelikli çalışanlar örgütler için en değerli kaynak haline gelmiştir. İnsan kaynakları yönetimi de örgütlerin taklit edilmesi en zor kaynağı olan insan kaynağına odaklanmaktadır (Gürbüz, 2017: 19). Endüstri 4.0 sürecinde işletmelerin güçlü kaynaklara sahip olması yeterli değildir aynı zamanda bu kaynakları etkin bir şekilde kullanması gerekmektedir. İnsan kaynakları yönetimi ile işletmeler sahip oldukları maddi kaynakları ve çalışanları doğru ve etkin bir şekilde yöneterek üst düzeyde rekabet avantajı sağlayacaktır (Yıldırım, 2017: 3). Bu noktada insan kaynakları yönetimi iki temel amaç etrafından şekillenmiştir. İlki, çalışanların sahip oldukları bilgi ve yetenekleri sayesinde işletmeye olan katkısını en üst düzeye çıkarmak, diğeri ise, iş-yaşam dengesi sağlayarak çalışanları tatmin etmeye çalışmaktır (Calp, 2016: 546). İnsan kaynakları yönetimi, ortaya çıkan yeni teknolojilerin etkisiyle zaman içerisinde birçok değişim ve dönüşüme maruz kalmıştır. Küresel boyutta etkilere sebep olan bu teknolojiler iş yapma biçimi üzerinde önemli değişimler yaratarak insan faktörünün sahip olduğu niteliklerin/yetenikliklerin değişmesine neden olmuştur.

2.1. İnsan Kaynakları Yönetiminin Gelişimi

İçinde bulunduğumuz endüstri devriminin etkisiyle beş dönemli bir gelişim süreci göstermiştir: Personel yönetimi: İKY 1.0, İnsan Kaynakları Yönetimi: İKY 2.0, Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi: İKY 3.0, Yetkinliklere Dayalı İKY: İKY 4.0, Yetenek Yönetimi: İKY 5.0 (Avcı, 2019: 97).

2.1.1. Personel Yönetimi (İKY 1.0)

Endüstrileşmenin etkisiyle iş bölümü, uzmanlaşma, standartlaşma ve çalışan eğitimi gibi kavramların kullanılması, çalışanların etkinliğini ve verimliliğini arttıracak uzman kişilere olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır (Ayan, 2012: 25). Bu ihtiyaç sonucunda organizasyonlarda “personel bölümü” adında yeni bir bölüm oluşturulmuştur (Bingöl, 1997: 12). Personel yönetimi ilk

zamanlarda personelin işletmeye giriş ve çıkış tarihleri, ücretleri, izin ve rapor gün sayıları ile ilgili kayıt tutulan bir bölümden öteye gidememiştir (Yüksel, 2003: 9). Daha sonraları gelişmeye başlamasıyla birlikte bodrolama, iş sağlığı ve güvenliği, işçi seçimi ve SGK işlemleri, hizmet içi eğitimler ve personel ile ilgili disiplin işlerini kapsayan bir alt birime dönüşmüştür (Avcı, 2019: 97).

1960'lara gelindiğinde, ortaya çıkan teknolojiler ve değişen dış çevrenin etkisiyle nitelikli çalışana olan ihtiyaç artmış ve çalışan niteliği örgütler için rekabet yaratıcı bir faktör haline gelmiştir. Personel yönetiminin yalnızca personel ile ilgili basit işlemleri yapması bu değişimleri karşılamada yetersiz kalmıştır (Terlemez, 2013: 4-5). Bu yüzden personel yönetimi yerini ihtiyaç olması durumunda insan kaynağının bulunması, yerleştirilmesi ve eğitimi noktasında planlama, düzenleme ve kontrol işlemlerini dâhil olduğu yeni bir disiplin olan insan kaynaklarına bırakmıştır (Doğan ve Demiral, 2008: 146).

2.1.2. İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY 2.0)

1927'de Elton Mayo tarafından yapılan Hawthorn çalışmaları çalışanların verimliliği arttırmak amacıyla psikolojik taraflarına daha fazla önem verilmesi gerektiğini vurgulayarak insan kaynakları yönetiminin temellerini atmıştır. Armstrong insan kaynakları yönetimini, "insanların istihdamı ve kalkınması için kapsamlı ve tutarlı bir yaklaşım" olarak tanımlamaktadır. İKY, çalışanların ve kurumların davranışlarına yönelik ve nasıl yönetildikleri ile ilgili bir felsefe olarak görülmektedir (Armstrong, 2012: 4). Ayan (2012: 21)'a göre, İKY "örgütte gerekli insan kaynağının sağlanması ve bu kaynaktan etkin ve verimli bir biçimde yararlanılması yol ve yönetimi" şeklinde tanımlanmaktadır. Yüksel (2003: 8-9) ise, "örgütte rekabetçi üstünlük sağlamak amacıyla gerekli insan kaynağının sağlanması istihdamı ve geliştirilmesi ile ilgili politika oluşturma, planlama, örgütlenme, yönlendirme ve denetleme faaliyetlerini içeren bir disiplin" olarak ifade etmektedir.

İKY her ne kadar personel yönetimi yerine kullanılsa da yapılan çalışmalara bakıldığında personel yönetiminden farklı bir konuma evrildiği görülmektedir. İnsan kaynakları yönetimi, personel yönetimiyle karşılaştırıldığından kayıt tutmanın ötesinde insan faktörünü değerli bir faktör olarak görmekte ve stratejik bir bakış açısıyla yaklaşarak karar verme sürecine dâhil etmektedir (Gürbüz, 2013: 4-5). Personel yönetimi çoğulcu ve faydacı bir niteliğe sahip iken, İKY bütüncül ve stratejiktir. Çalışanların örgüte bağlılığı ile ilgili ortaya çıkan sorunlar karşısında personel yönetimi başarısız olması rağmen, insan kaynakları yönetimi bu sorunu çözebilmiştir (Yüksel, 2003: 7). Schuler ve Jackson (2005: 12)'a göre, İKY kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte işletmelerin başarılı olmasında insan kaynaklarının önemi artmış, İKY fonksiyonlarının uygulama alanıyla ilgili çalışmalar artmaya başlamış ve İKY profesyonel boyuta geçmiştir (Gürbüz, 2013: 4-5).

2.1.3. Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY 3.0)

Dessler (2000: 9-13)'e göre geleneksel İKY, teknolojik gelişmelerle birlikte işin yapısında ve çalışanların niteliğindeki değişim, işgücü çeşitliliği ve mevzuatın esnek hale getirilmesi gibi birçok faktörün etkisiyle stratejik İKY boyutuna geçiş yapmıştır (Öğüt vd., 2004: 284). Stratejik İKY, “işletme performansını iyileştirmek, yenilikçiliği ve esnekliği artıran örgütsel kültürü geliştirmek amacıyla İKY”nin stratejik amaç ve hedeflerle uyumlu hale getirilmesi” (Truss ve Gratton, 1994: 663); “işletmenin amaçlarına ulaşmasını sağlamak için uygulanan planlanmış İKY faaliyetleri” (Wright ve McMahan, 1992: 298) ya da “insanlar vasıtasıyla rekabet avantajını başarmak için örgütsel sistemlerin tasarlanması” (Snell vd., 1996: 62) şeklinde tanımlanmaktadır.

1970’li yılların sonunda ön plana çıkmaya başlayan stratejik İKY örgüt için bireylerin yönetim ile bütünleştiği ve çevresiyle iş hayatını birbirine bağlayan bir kavram olarak görülmektedir. İnsan kaynakları yönetimi ise bu kavram altında gerçekleşen örgütsel bir etkinlik olarak ifade edilmektedir (Truss ve Gratton, 1994: 666). Wright ve McMahan (1992: 298)’e göre, stratejik İKY geleneksel insan kaynaklarından ayıran iki unsur bulunmaktadır. Stratejik İKY bir taraftan örgütün stratejik yönetim süreçleri ile insan kaynakları uygulamaları arasında dikey bir uyum sağlarken diğer taraftan ise, İKY uygulamaları arasında yatay bir uyum sağlamaktadır.

Stratejik İKY ilk adımda İK fonksiyonlarının birey üzerindeki etkilerini gözlemlemekte, ikinci adımda İK fonksiyonlarının bir sistem olarak ele almakta ve son adımda ise firma stratejilerini gerçekleştirme de bir araç olarak görülmektedir (Wright ve Ulrich, 2017: 46). Stratejik insan kaynakları yönetimi, büyük ölçüde entegrasyon ve adaptasyon ile ilgisi bulunmaktadır. İnsan kaynakları yönetiminin stratejik olarak ele alınması İK fonksiyonlarının örgüt stratejisi ve örgüt ihtiyaçları ile bütünleşmesini sağlamaktadır (Schuler, 1992: 18). Bu durum çalışan verimliliğini arttırdığından örgüt performansı için oldukça önemlidir (Richard ve Johnson, 2001: 299). Ayrıca SİKY işletmenin misyon ve vizyonunun belirlenmesinde, örgütte insan kaynakları vasıtasıyla yoğun teknoloji kullanımında, çalışanların geleceğe yönelik hazırlanmasında, örgüt içinde yeni organizasyon modellerinin ortaya çıkmasında oldukça önemlidir (Terlemez, 2013: 36).

2.1.4. Yetkinliğe Dayalı İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY 4.0)

Küreselleşme ve rekabet ile birlikte iş yapısındaki değişim zamanla bilgisayar teknolojileri konusunda uzman, örgütsel değişimi anlayabilen, ekip çalışmasına yatkın ve uluslararası boyutta çalışabilen kişilere duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Bu durum insan kaynakları yönetiminin karşılaşacağı sorunları daha da karmaşık hale getirmiştir (Yüksel, 2003: 264-265). İşgücünün sahip olduğu yetkinlikler bu karmaşık yapıların üstesinden gelebilmelerini sağlamaktadır.

Yetkinlik genel olarak “üstün performansa yol açan ve gözlemlenebilir bilgi, beceri ve yetenekler kümesi“ olarak tanımlanmaktadır (Ulrich vd., 1995: 474). Yetkinlik temelli İKY'nin ortaya çıkmasında liderlik, iş analizi, zekâ, eğitim araştırmaları etkili olmuştur (Akyol ve Budak, 2013: 156). Ulrich insan kaynaklarının önemini ve değişen rolünü kaynak bağımlılık ve maliyet tabanlı yaklaşım ile açıklamıştır. Hamel ve Prahalad'ın 1990 yılında Harvard Business Review'de yayınlanan makalesinde organizasyonları diğer organizasyonlardan farklı kılan, az bulunur, taklidi ve ikamesi zor temel yetkinlikleri korumaya ve geliştirmeye dayalı bir rekabetçi organizasyon yapısı öngörülerini yetkinlik temelli yaklaşımı ortaya çıkarmıştır (Avcı, 2019: 95).

McClelland (1973: 9) zekâ dışında iş başarısını etkileyen faktörleri araştırmış, bunlara yetkinlik adını vermiş ve yetkinliği “yaşamda elde edilen sonuç kümeleri ile ilgili performans bileşenleri” olarak tanımlamıştır. Athey ve Orth (1999: 216) ise yetkinlik kavramını; “yüksek performans ile ilgili olan ve örgüte sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan kolektif takım, süreç ve örgüt kapasitesinin yanı sıra bireysel bilgi, yetenek, tutum ve davranışları da içeren gözlenebilir performans boyutlarının bir seti” olarak tanımlamaktadır. Ayrıca yetkinlik, “bireyin yaptığı işi, rol ya da sorumluluklarını etkileyen, performansla doğrudan ilişkili, kabul edilebilir standartlara göre ölçülebilen, eğitim ve geliştirme faaliyetleri ile iyileştirilebilen bilgi, beceri ve davranışlar bütünü”, (Lucia ve Lepsinger, 1999); “bireylerin sergiledikleri, belirli bir kritere göre ölçümlenen etkinlik düzeyi ya da üstün performans ile nedensel ilişki taşıyan bireysel karakteristikler” (Spencer ve Spencer, 1993) ya da kısaca “bir bireyin, yaptığı iste üstün performansa sahip olmasını sağlayan belirgin karakteristikleri” (Boyatzis, 1982) olarak tanımlanmaktadır (Tak vd., 2003: 244-245). Yapılan tanımlara göre yetkinlik; mevcut iş performansı için gerekli olan bilgi ve yeteneğin yanında gelecek iş için gerekli bilgi ve yetenekleri de kapsamaktadır. Ayrıca üst düzey performans gösteren kişilerin veya takımların en iyi oldukları zihinsel ve davranışsal faaliyetlerini, rekabet avantajı getiren ve örgütsel performansı arttıran birçok davranış biçimini içermektedir (Athey ve Orth, 1999: 216).

McClelland (1973)'e göre yetkinliğe dayalı İK yaklaşımlarının uygulanmasının nedenleri şunlardır: (Athey ve Orth, 1999: 216)

- Performans ölçme de zekâ gibi unsurları temel almak yerine çalışanların gerçekte ne yaptıkları gözlemlenmektedir.
- Yetkinlikler geliştirebilmekte ve öğrenilebilmektedir.
- Yetkinlik kavramı sadece bireylerin zihinsel özellikleri ilgili değil, aynı zamanda bireylerin performans çıktıları ile bağlantılıdır.

Hızlı değişim gösteren rekabet ortamı standart iş kavramını geçersiz hale getirerek işleri ve işlerin yapış şeklini önemli ölçüde değiştirmektedir. Buradaki asıl nokta ise bireylerin bu değişimi karşılayabilmesi ve uyum sağlayabilmesidir. Bu durum karşısında yapılan iş değil, birey

temel alınmaktadır. Yetkinliğe dayalı insan kaynakları da bireylerin değişken bir iş ortamına nasıl tepki verdiği, bireyin yaptığı iş ve örgütle nasıl ilişki kurduğu gibi çözümlenmesi gereken önemli noktaları ön plana çıkarmaktadır (Tak vd., 2007: 252). İşletmeler rakiplerine karşı üstünlük sağlamada çalışanların temel alınması gerektiği düşüncesi ile insan kaynakları yönetiminde yetkinliğe dayalı yaklaşım geliştirmektedir. Yetkinlik temelinde İK uygulamaları farklı yetkinliklere sahip insanları bir araya getirmede, bireyin sahip olduğu yetkinlikleri geliştirmede ve insan faktörünün sürekliliğini sağlama da temel bir araç olarak görülmektedir (Terlemez, 2013: 34).

Yetkinliğe dayalı yaklaşımların örgütlerde en çok kullanıldığı alan insan kaynakları uygulamalarıdır (Draganidis and Mentzas, 2006: 55). İK uygulamaları, kuruluşların organizasyon hedeflerine ulaşmak için çalışanlarının becerilerini, yeteneklerini, davranışlarını ve tutumları üzerinde değişim ve dönüşüm yaratacak temel kaynaklardan biri olarak görülmektedir (Collins ve Clark, 2003: 742). Bu bağlamda bulunduğumuz Endüstri 4.0 çağı içerisinde yöneticiler yenilikçi ve öğrenme odaklı personel seçimi, eğitim, performans değerlendirme, ücret ve iş tasarımı gibi İK uygulamaları tasarımları gerekmektedir (Shamim vd., 2016: 5312). İşe alımlarda, adayların heterojen bilgi ve çeşitliliğinden dolayı tarama testleri yapılmakta yetkinliklerine uygun pozisyonlara yerleştirilmektedir (Chang vd., 2011: 813). Çalışanların teknolojik değişimlere uyum sağlaması için sahip olduğu yetkinliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yetkinlik açığı analizi yapılarak çalışanların sürekli öğrenmelerini sağlayacak performans yönetim sistemleri kurulması gerekmektedir (Draganidis and Mentzas, 2006: 55-56). Ayrıca çalışanların yetkinliğe dayalı bireysel, grup ve örgütsel performansları ölçülerek ücretlendirme yapılmaktadır (Chang vd., .2011: 813).

2.1.5. Yetenek Yönetimi (İKY 5.0)

21. yüzyıl insan kaynakları bölümünün işlevlerinin genişlediği, çalışan yeteneklerin katlanarak arttığı ve örgüt için değerli bir unsur haline geldiği dönem olmuştur. İKY'nin gelişim sürecindeki son aşama olarak ifade edilen yetenek yönetimi, artık örgütlerin güç sahibi olmak için çalıştıkları yeni bir alan haline gelmiştir (Akar, 2015: 34).

Yetenek Yönetimi ile ilgili yapılan araştırmaların başlangıç noktası kaçınılmaz olarak “yetenek” ile neyin kastedildiğinin araştırılması olmalıdır. Yetenek kavramı Personel ve Gelişim Birleşik Enstitüsünün (CIPD) 2012’de yapmış olduğu en kapsamlı tanıma göre, ”örgütsel performansa ya anında katkısı ya da uzun süredeki katkısıyla en yüksek potansiyeli göstererek yetenekleri, bilgi, tecrübe, zekâ, iyi yargılama, doğru davranış ve karakteri ile öğrenmeye ve gelişmeye istekli olmalarıyla fark yapan kişilerden oluşan“ bir kavram olarak ifade edilmektedir (Klifman, 2009: 8). Cheese ve arkadaşları (2008: 46)’na göre yetenek kelimesi “özel bir armağan” anlamına gelmektedir. Temel olarak yetenek, ”bir kişinin sahip olduğu ve çalışmaya

getirdiği tüm deneyim, bilgi, beceri ve davranışların toplamı” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu nedenle yetenek, kuruluşların iş hedeflerine ulaşmak için elde etmek, elde tutmak ve geliştirmek istedikleri insan kaynağını tanımlamak için kullanılmaktadır.

Günlük yaşamda beceri-yetenek ve yetenek-yetkinlik kelimeleri birbirlerinin yerine kullanılmakta ve hangi tür özelliklerin beceri, yetenek veya yetkinlik olduğu çoğu zaman karıştırılmaktadır. Handfield-Jones ve Axelrod (2001: 12)’e göre yetenek; “kendi içsel faaliyetleri yerine getirebilme, beceri, bilgi, deneyim, istihbarat, yargı, tutum, karakter ve dürtüleri kapsayan bireysel becerilerin toplamı“ olarak ifade edilmektedir (Klifman, 2009: 8). Yapılan tanımlardan hareketle yetenek kavramının beceri kavramını kapsadığı görülmektedir. Diğer bir farklılık ise, beceri kavramı sonradan eğitim yoluyla kazanılmasına rağmen, yetenek doğuştan gelmektedir (Demircioğlu, 2010: 6). Diğer yandan yetkinlik, ”iş görenlerin becerilerini işletme için fark oluşturacak, katma değer üretecek şekilde kullanabilme yetenekleri” olarak ifade edildiğinden dolayı yetenek ve yetkinlik kavramları birbirlerinin yerine kullanabilmektedir (Biçer ve Düztepe, 2003: 14).

İşletmelerin sadece yetenekli bireylere sahip olması yeterli olmamakla birlikte, bu yetenekleri en etkin biçimde yönetebilmeleri gerekmektedir. Burada da “yetenek yönetimi“ kavramı gündeme gelmektedir. Blass (2007: 3) yetenek yönetimi kavramını, “organizasyonda 'yetenekli' kabul edilen insanlara sunulan ek yönetim süreçleri ve fırsatları” olarak tanımlanmaktadır. Collings ve Mellahi (2009: 304) ise, “örgütün sürdürülebilir rekabetçi avantajına fark edilir katkı sağlayan kilit pozisyonların sistematik olarak belirlenmesini, bu pozisyonları dolduracak olan yüksek potansiyelli ve yüksek performanslı iş görenlerden oluşan bir yetenek havuzunun oluşturulmasını, bu pozisyonların yetkin iş görenlerle doldurulmasını kolaylaştıracak ve onların işletmeye bağlılığını sağlayacak farklılaşmış bir insan kaynağı mimarisinin geliştirilmesini içeren faaliyetler ve süreçler toplamı” şeklinde ifade etmektedir.

Yetenek yönetimi kavramının ortaya çıkmasındaki en önemli faktörlerden biri iş gören yapısındaki değişimlerdir. Özellikle Y ve Z kuşağının iş yaşamına dâhil olmasıyla birlikte bilgi işçilerinin çalışma hayatına ve örgüte olan bakış açıları değişmiştir. Çalışanların daha çok takdir gördüğü, yeteneklerine önem verildiği, iş yaşam dengesinin sağlanabildiği, maddi ve manevi her türlü ödülün mevcut olduğu iş yapıları ön plana çıkmıştır (Akar, 2015: 39).

Birçok araştırmacı yetenek yönetimi ve insan kaynakları yönetimi arasındaki ilişkiyi farklı şekilde yorumlamaktadır. Bazıları yetenek yönetimini bir disiplin olarak görmesine rağmen bazıları İKY’nin bir fonksiyonu olarak görmektedir. Bu bağlamda literatürde yetenek yönetimi ile ilgili üç farklı görüş mevcuttur (İles vd., 2010: 181).

- Yetenek yönetimi ve İKY kavramı birbirlerinden farklı bir yaklaşım olarak değerlendirilmemektedir. Her iki kavramda da doğru zamanda doğru işin yapılması amaçlanmakta ve çalışanların örgüt içindeki her türlü faaliyetini içermektedir. Aynı zamanda yetenek yönetimi, geleneksel İKY uygulamaları olan işe alma, seçme, kariyer yönetimi, performans değerlendirme gibi birçok faaliyetin toplamı olarak ifade edilmektedir. İnsan kavramının yetenek kavramı şeklinde ifade edilmesi insan kaynaklarının önemini arttırmaktadır.
- Yetenek Yönetimi seçilmiş bir grup için kullanılan bir kavramdır. Bu görüşü savunanlar, İKY ve yetenek yönetiminin temel de aynı araçları kullandığını fakat yetenek yönetiminin ana konusunun yüksek niteliğe sahip bireyler olduğunu ifade etmektedir.
- Yetenek yönetiminin önemli konularından biri yetenek sürekliliğinin sağlanmasıdır. İşletmeler belirli iş tiplerine uygun yetenek havuzları oluşturmaya ve çalışanları ilerde daha başarılı olmasını sağlayacak yetkinlikleri kazandırmaya ve geliştirmeye odaklanmalıdır.

Morton (2005), işletmelerin dinamik yetenek yönetimine önem vermelerini iki nedene bağlamaktadır. İlki, yetenek yönetimi, yetenekli çalışanların işletmeye kazandırılmasını sağlamaktadır. Diğer neden ise, yetenek yönetimi, nitelik düzeyi yüksek olan çalışanların örgüte bağlılığını arttırmaktadır. Yetenek yönetiminin sağladığı bu iki önemli durum, giderek karmaşık hale gelen rekabet ortamında işletme performanslarını arttırmaktadır (Hughes ve Rog, 2008: 746).

Bulduğumuz çağ içerisinde Endüstri 4.0'ın etkisiyle yüksek inovasyona sahip işletmelerde işgücünün sahip olduğu yetenek ve vasıflar başarının anahtarı olarak görülmektedir (Gehrke vd., 2015: 4). Üretim alanında ne kadar insansız bir çalışma ortamı sağlanmaya çalışılsa da amaç insanı tamamen elime etmek değil, daha çok bilgi teknolojileri konusunda yeteneklere ve yetkinliklere sahip insan topluluğu yaratmaktır (Avcı, 2019: 88). Bauernhansl (2014)'e göre yakın gelecekte Endüstri 4.0 sisteminin bir taraftan iş yapma biçimi bir taraftan da çalışanlar üzerinde yarattığı etki sonucunda insan faktörünün birçok endüstriyel değer zincirindeki konumunu değiştireceği tahmin edilmektedir (Bonekamp ve Sure, 2015: 33). Dolayısıyla işletmeler ortaya çıkan yeni teknolojiler ve yetenek değişimlerine uyum sağlayabilmek için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirmeleri gerekmektedir (Hecklau vd., 2016: 1).

Dördüncü Sanayi Devrimi dönüşümünün başarılı bir şekilde gerçekleşmesinde, insan kaynakları yönetimi ile ilgili üzerinde durulması gereken noktalar ve özellikle de çalışanlardan beklenen yetkinlik konularının son dönemde daha fazla ön plana çıktığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda Endüstri 4.0 teknolojilerinin İK işlevleri, İK teknolojileri, uygulamaları, liderlik,

organizasyon yapıları, iş yapma biçimi ve insan kaynakları verimliliği, istihdam üzerinde etkileri ile ilgili öngörülere ve değerlendirmelere yer verilmektedir (Shamim vd., 2016; Strohmeier vd., 2016; Cerika ve Maksumic, 2017; Asiltürk 2018; Filizöz ve Orhan, 2018; Türkel ve Bozağaç, 2018; Yılmaz ve Erkollar, 2018).

Endüstri 4.0 döneminde farklılaşan yetkinlikler noktasında Hecklau ve arkadaşlarının 2016 ve 2017 yıllarında yaptığı kapsamlı çalışmada, yetkinlik kavramı teknik, metodolojik, kişisel ve sosyal yetkinlikler şeklinde ele alınmıştır. Özler ve arkadaşlarının (2018), sekiz İK yöneticisi ile odak görüşmesi gerçekleştirmiş olduğu çalışmada ise, Endüstri 4.0'ın organizasyonel değişim üzerindeki etkisi sonucu yeni iş alanları yarattığı, üst yönetimce oluşturulan farkındalık ve vizyon değişikliğinin İK'nın değişim sürecindeki önemi üzerinde durmuştur. Ayrıca çalışmada yeni mesleki yetkinlikleri belirlemek üzere Hecklau ve arkadaşlarının yapmış olduğu sınıflandırma esas alınmıştır. Görüşmelerde daha çok profesyonel ve sosyal yetkinliklerin kesişimini ifade eden yumuşak yetkinlikler ve metodolojik yetkinliklere vurgu yapılmıştır.

2.2. Geçmişten Günümüze İşin Yapısı ve İşgücü Niteliğindeki Değişim

Tarihsel açıdan bakıldığında “çalışma ve çalışma hayatı” kavramı insanoğlunun gelişimine paralel olarak değişim ve dönüşüm geçirmiştir. Fakat resmi anlamda “çalışma” kavramı Endüstri devriminde ve sonrasında önem kazanmıştır (Ören ve Yüksek, 2012: 44). Toffler'ın ikinci dalga olarak adlandırdığı sanayi devrimi ile birlikte tezgâh ve atölye üretimi yerini makine temelli fabrika üretimine bırakmıştır (Toffler, 2008: 30-31). Fabrikalı sisteme geçiş emek ve sermaye ilişkilerinin değişmesine neden olmuş ve ticari sermaye yerine sanayi sermayesi önem kazanmıştır. Sanayi temelli çalışma işçi sınıfının oluşmasına neden olmuştur. Sosyal hayat ve ekonominin değişmesi çalışma koşullarını, ücretleri ve çalışan kesimin cinsiyetini de büyük oranda değiştirmiştir (Gültekin, 2009: 61). Ayrıca sanayi devrimi önceki dönemlere kıyasla çalışanların niteliğinin artmasını sağlamıştır (Görçün, 2016: 35).

Sanayi devrimleri boyunca ortaya çıkan teknolojiler birlikte değişen üretim metodolojileri iş yapma şekillerinin ve işgücü niteliğini önemli ölçüde etkilemiştir. Kimi zaman insan bir makine unsuru olarak görülürken kimi zaman ise, sahip olduğu vasıflar sayesinde diğer üretim faktörlerinden farklı görülmüştür. Bu bağlamda emek sömürsü olarak ifade edilen ve kapitalist üretimin devamı olan Taylorizm, insanın makine unsuru olarak görüldüğü kronometre sistemine dayalı olarak çalışılan ve Fordist üretim sisteminin temelini oluşturan üretim metodolojilerinden biridir (Görçün, 2016: 58). Taylorizm ilkeleri, her iş parçalarına bölünüp basite indirgenerek çalışanların uzmanlaşmasını esasına dayanmaktadır (Gürbüz, 2017: 24). Üretim ve denetimin sadece yöneticinin elinde olan bu sistemde, her ne kadar çalışanların uzmanlaşmasına önem verilse de basit işlerin sürekli tekrarlanması ve düşünsel işlevlerin ikinci plana itilmesi (Braverman, 2008: 135) çalışanları niteliksiz olmaya itmiştir (Çakır, 2015: 24). Bu durum özellikle sanayileşmiş

toplumlarda işten ayrılmalara ve grevlere sebep olmuştur. Ayrıca bu dönemde sendikacılığın gelişmesi de ortaya çıkan bu soruları tetiklemiştir (Yentürk, 1993: 46; Gürbüz, 2017: 25).

Taylorizm ilkelerinin uygulanmasında Henry Ford oldukça etkili olmuştur. Henry Ford işleri Taylor'ın yaptığından daha da küçük parçalara ayırmış ve bu şekilde işgücü maliyetlerini azaltmaya çalışmıştır. Teknik açıdan Fordizm “sanayi üretiminin büyük oranda kitlesel üretim olarak gerçekleştirildiği, idari işler ile kol kuvvetine dayalı işlerin Taylorist bir ayırımla belirlendiği, iş bölümünün ve iş tanımlarının katı bir şekilde yapıldığı, ürün standartlaştırılmasının verimlilik artışları getirdiği ve artan talebin bu standartlaşmayı hızlandırdığı bir üretim biçimi” şeklinde tanımlanmaktadır (Görçün, 2016: 58-61). İşin plan dâhilinde yapıldığı Fordist üretim süreci, görev ve pozisyonları ifade eden “yatay iş bölümü” ve planlama, örgütleme, yürütme ve kontrolü kapsayan “dikey iş bölümü”nde farklılaşmalara sebep olmuştur. İş bölümü ve uzmanlaşma, işlerin kalifiyesiz ve yarı kalifiyeli çalışanlar tarafından yapılmasını sağlayarak kalifiyeli çalışana olan ihtiyacı azaltmıştır (Erdut, 1998: 42-43). Her ne kadar verimlilik artışı sağlanmaya çalışılsa da 1970’li yıllara doğru ekonomik nedenlerden dolayı Fordist üretimde de birtakım sorunlar yaşanmıştır. Sistemin temelindeki katılık yeni sisteme uyum sağlamayı zorlaştırmıştır. Bürokrasinin artması, kitlesel üretimle birlikte depolama maliyetleri, işgücü üzerindeki baskılar ve piyasa rekabeti Fordist üretimin önemini yitirerek yerini Post-Fordizm olarak adlandırılan yeni bir üretim metodolojisine bırakmıştır (Harvey, 2010: 147-164).

Yeni üretim metodolojisi Fordizmin neden olduğu tıkanıkları aşarak verimlilik ve karlılığının artmasını sağlamıştır. Post-Fordizm döneminde ortaya çıkan teknolojiler sayesinde tek tip standart ürünler üreten makineler yerine birçok farklı ürünü aynı anda üretebilen makineler ön plana çıkmıştır. Bu durum Fordizmin sağladığı verimsizliği önemli ölçüde azaltarak üretim esnekliği sağlamıştır (Öztuna, 2017: 32-33). Üretim esnekliği beraberinde Fordist üretimin neden olduğu niteliksiz işgücü üzerinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Post-Fordizmle birlikte makine ve maliyet unsuru olarak görülen insan kaynağına olan bakış açısı değişmiş ve ortaya çıkan teknolojileri kullanabilecek nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulmuştur. Böylelikle aynı işi sürekli tekrarlayan niteliksiz işgücünden, bilgisayar, tasarım, makine ve bakım konusunda niteliklere sahip işgücüne geçiş yaşanmıştır (Yentürk, 1993: 47-48). Çalışma hayatında bilginin sermaye olarak kullanılmasıyla yüksek niteliklere sahip çalışanların artması esnek çalışma şekillerini de beraberinde getirmiştir. Post-Fordizm evde çalışma, tele çalışma, çağrı üzerine çalışma gibi birçok esnek istihdam biçimleri ortaya çıkararak geleneksel çalışma şekli ve çalışma yeri anlayışını değiştirmiştir (Çelik, 2007: 18).

Post-Fordist dönemde şirketlerin bazı işlerini başka şirketlere devretmesi (taşeron), küçük ve orta düzeydeki şirketlerin esnek uzmanlık modellerini kullanarak üretim ağlarını geliştirmesi emek piyasasında ikili yapının oluşmasına neden olmuştur. Bir yanda gerçek anlamda bilgisayar, programlama ve tasarım gibi esnek teknikler kullanan işletmeler yer alırken bir yanda da daha

küçük çapta evde veya atölyede çalışan işletmeler yer almıştır. Ayrıca bu dönemde teknoloji kullanımının yüksek olduğu fakat ücret düzeylerinin düşük tutulduğu ve sosyal hakların ise kısıtlı olduğu küçük işletmeler de yaygınlaşmıştır. Özellikle esnek uzmanlık modelini kullanan işletmeler değişen çevreye uyum sağlamış ve bu şekilde hem rekabet gücünü hem de karlılığını arttırmıştır (Ansal, 1996: 17).

Post-Fordist dönemde üretim süreci esnek hale gelmeye başladıkça, bütün çalışanların sisteme katkı da bulunabilmesi, zaman kaybının ve israflarının önlenmesi amacıyla birçok yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşımlardan biri olan toplam kalite yönetimi, müşteri odaklı olup daha esnek, ucuz ve hızlı organizasyon yapısı sunmuştur. Diğer yandan değişim mühendisliği (süreç yenileme), verimli olmayan süreçlerin eleyerek üretim, satış, pazarlama, İKY gibi departmanların takım bazlı çalışmasını sağlayacak esnek yapılar ortaya koymuştur. Bir diğer yaklaşım ise personel güçlendirmedir. Bu yaklaşımda, işi yapan aynı zamanda işin yöneticisi durumuna gelerek karar verme ve uygulama işi yapana bırakılmıştır. Yalın organizasyon yaklaşımı ise, işletmeye değer katmayan faaliyetlerin elimine edilmesini, gereksiz bürokratik işlemlerin ve uygulamaların azaltılmasını ve bu şekilde basit yapıların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Eryiğit, 2000: 5-8).

20. yüzyıl sonlarında kendini gösteren e-ticaret, sosyal medya, e-devlet gibi uygulamalar ve akıllı sistemler, robot teknolojilerindeki gelişme küreselleşme ile birlikte bir taraftan post-endüstriyel dönüşümü hızlandırırken bir taraftan da iş süreçleri ile dijital teknolojilerin bütünleşmesini sağlayan “dijital dönüşüm” kavramını ortaya çıkarmış ve çalışma hayatını etkileyerek yeni iş modelleri getirmiştir (Yankın, 2018: 14).

2.3. Endüstri 4.0 Teknolojileri ile Birlikte İşin Yapısı ve İşgücü Niteliğindeki Değişim

Gelecekte çalışma dünyasının tam olarak nasıl şekilleneceği ve bu durumun ne kadar zaman alacağı konusunda henüz fikir birliğine varılamamıştır. Fakat Sanayi 4.0'ın çalışma ilişkileri üzerine etkileri konusunda birtakım görüşler yer almaktadır. İlk olarak, yeni alanların ve yeni işlerin ortaya çıkacağı beklenmektedir. İkincisi, insan ve akıllı sistemler bir araya gelerek yönetim biçimlerini değiştireceği tahmin edilmektedir. Bir diğeri, bazı işlerin otomasyona maruz kalarak yok olacağı ile ilgilidir. Son görüş ise, dijital platformlarda yapılan sanal işler mevcut iş ortamı kavramını değiştireceği düşünülmektedir (Degryse, 2016: 17-18).

Dördüncü Sanayi Devriminin getirmiş olduğu karmaşık yapılar işletmeleri iş süreçlerinin hızlanması ve iş kalitesinin artırılması gibi inovasyonlar (Şahin vd., 2015: 103) yapmaya zorlamakta ve iş yapma şekillerini ve işin niteliğini değiştirmektedir (Schwab, 2018: 81). Koray (1994)'a göre, yeni ortaya çıkan teknolojilerin işin niteliği üzerindeki etkisi noktasında birçok görüş yer almaktadır. İlk görüşe göre, bu teknolojiler işlerin niteliğinin azaltmakta ve işler arası nitelik farkına neden olmaktadır. İkinci görüşe göre, ilk önce işlerin niteliğinde azalma olsa bile

daha sonra niteliklerde artma meydana gelecektir. Son görüş ise daha çok sosyo/teknik açıdan bakarak teknolojilerin işin niteliğini belirleme de tek başına yeterli olmayacağı aynı zamanda işletme stratejilerinin de etkili olacağı ileri sürülmektedir (Tokol, 2000).

İkinci makine çağı olarak adlandırılan Endüstri 4.0 çağında, SFS ile akıllı fabrikalardaki süreçler takip edilebilmektedir. Aynı zamanda IOT teknolojisi sayesinde SFS'ler anlık olarak birbiriyle iletişim kurabilmektedir (Hermann vd., 2015: 5). Bu durum “yaygın bilişim” olarak adlandırılan, makineler arası veya makine – insan iletişimi ve etkileşimi gibi yeni bir bütünleşme sunarak bilgiye “her an her yerden” ulaşabilmeyi sağlamaktadır (Banger, 2018b: 65; Rifkin, 2005: 20). Bu sayede çalışanlar birçok nesneyi uzaktan kontrol edebildiği gibi bilgisayar ağları ile evden, ofisten veya herhangi bir yerden çalışma imkânı vermektedir. Bu durum farklı çalışma tarzlarını ve koşullarını destekleyerek çalışma ortamını değiştirmektedir (Cascio ve Montealegre, 2016: 354). Yüksek hızda bağlanabilir ve iletişilebilir olmak çalışanlara vardiya ve çalışma günleri konusunda yüksek esneklik sağlamaktadır (Gehrke vd., 2015: 11).

Akıllı fabrikalar içinde yeni üretim modeli birbiriyle iletişim kurabilen sistemlerden oluşmaktadır. Makinelerin nesnelerin interneti sayesinde birbiriyle iletişime geçmesi ile üretim otomatik olarak gerçekleşmektedir (Blanchet, 2014: 9). Üretim sürecinde büyük veri teknolojisi sayesinde birçok verinin anında ve doğru bir biçimde analiz edilmesi (Schwab, 2018: 156), hammadde alımı, depolanması, dağıtımı, yarı mamul ürünlerinin satışı ve iade işlemlerinde ortaya çıkabilecek karmaşık süreçler ile ilgili her türlü bilginin elde edilmesini sağlamaktadır (Atzori, 2010: 2793-2794). Nesnelerin interneti ile sistemin bakım personeli tarafından izlenmesine gerek olmaksızın -çalışanlar tam anlamıyla devre dışı bırakılmamakla birlikte- bakım ve onarım gereksinimleri önceden belirlenerek gerekli yerlere iletilebilmektedir. Sürekli izlenebilen bu sistem sayesinde bakım onarım personelinin arıza durumlarını gözden kaçırma veya dikkatsizlik hataları azalmaktadır (Banger, 2018b: 151). Benzer şekilde, artırılmış gerçeklik teknolojisi sağladığı sanal ortam ile çalışanlar sorunların yerini ve sebebini daha kolay görebilmektedir (Scwhab, 2018: 86). Diğer taraftan robot teknolojisi, insandan kaynaklı hataları azaltmakta (Görçün, 2016: 188-189) ve insan-robot iş birliğine dayalı yeni çalışma biçimleri ortaya çıkarmaktadır (Öztuna, 2017: 111). Artan otomasyon birlikteliği fiziksel iş yükünü ve çalışma saatlerini de önemli ölçüde azaltarak insan sağlığı ve güvenliğinin artmasını sağlamaktadır (Çakır, 2018: 102).

Bilgi iletişim teknolojileri ile üretim süreçleri arasında sağlanan entegrasyon, çalışma biçimleri, iş tanımları, iş içeriğindeki değişim ve aynı zamanda işgücünün farklı beceri ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır (Ansal, 2016: 16). Çalışanların Endüstri 4.0'ın değişen iş gereksinimlerine hazır hale gelebilmek için sahip olduğu becerileri güncellemeleri ve her rol için özel yetenekler geliştirmesi gerekmektedir (Lorenz vd., 2015: 14). Gelecekte ihtiyaç duyulabilecek işgücü nitelikleri belirlemek için teknolojik gelişimin boyutunu, organizasyonel değişim, yeni iş alanları

ve iş tanımlarını dikkate almak gerekmektedir. Bu sayede değişimleri karşılamak üzere hangi bilgi, tecrübe ve niteliklere sahip olunması gerektiği ortaya çıkabilmektedir (Banger, 2018b: 239).

Yeni dijital dönemde çalışanlar karar verici ve kilit bilgi işlemcisi olarak görülmektedir. Dijitalleşme ile birlikte çalışanlar artık verilerin toplanması ve yönetimi ile ilgili basit, tekrarlayan işler yapmak yerine üretimin kontrolü, koordinasyonu ve iyileştirilmesi ile ilgili görevleri yerine getirmektedir (Waschull ve Bokhorst, 2017: 279). Bu dönemde basit, tekrarlı, monoton işlerin büyük kısmı otomasyona maruz kalmakta (Blanchet vd., 2014: 22; Wisskirchen vd., 2017: 32) ve çalışanlar daha karmaşık ve yaratıcı işlere yönelmektedir (Gebhardt vd., 2015: 126) .

Frey ve Osborne (2013) yılında bilgisayarlaşmanın işleri ne kadar etkilediği ilgili yaptıkları çalışmada, çalışma dünyasının değişim içinde olduğunu ve bu bağlamda düşük nitelikli işlerin önemli bir kısmının otomasyona maruz kalacağını, kalan işlerin ise daha kapsamlı ve karmaşık bir yapıya bürüneceğini ifade etmektedir. Ayrıca otomasyon sadece rutin işleri etkilememekte, rutin olmayan yaratıcılık gerektiren bilişsel işleri de etkilemektedir. Benzer görüşe sahip olan Martin Ford'un 2015 yılında yayınladığı "Robotların Yükselişi: Yapay Zekâ ve İşsiz bir Gelecek Tehlikesi" isimli kitabında yapay zekânın özellikle düşük nitelikli ve rutin işleri etkileyeceği belirtilmektedir. Bu bağlamda beyaz yakalı çalışanların işlerinde daha fazla yazılım otomasyonu ve öngörücü algoritma becerilerine sahip olmaları yapay zekâ karşısında etkili bir koruma sağlamaktadır (Ford, 2015: 14).

Endüstri 4.0 çağında, nitelikli işgücü arasında daha çok veri analitiği ile ilgilenen, uygulama ve yazılım geliştirebilen çalışanlar yer almaktadır. Veri analitiği, "yüksek hacimli verilerden (big data) bir iş değeri yaratmak üzere istatistik bilimi ile modern sayısal hesaplama yöntemleri arasındaki entegrasyonu sağlamayı amaçlayan yeni bir iş alanı" olarak tanımlanmaktadır. Veriden değer yaratabilecek becerilere sahip çalışan bulmak bugün itibariyle oldukça zor olmasına rağmen, birçok ülke verileri doğru analiz edebilen, değerlendiren ve yorumlayabilen ve bunları raporlayabilen çalışanlara ihtiyaç duymaktadır (Kazdağlı, 2015: 34-35). Ayrıca Endüstri 4.0 çağında artan yazılım, bağlantı ve analitik kullanımı, yazılım geliştirme ve yazılım becerisine sahip mekatronik uzmanları gibi bilgi teknolojileri konusunda yetkinliklere sahip çalışanlara olan talebi arttırmaktadır (Rüßmann vd., 2015: 6; TÜSİAD ve BCG, 2016: 46).

Boston Danışma Grubunun 23 sektör ve 40 iş grubu üzerine yaptığı çalışmada, Endüstri 4.0 kapsamında ne tür beceriler gerekli olacağı detaylı bir şekilde ortaya konulmaktadır. Çalışanların Endüstri 4.0 sürecinde etkin bir biçimde performans göstermeleri için çeşitli "zor" becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Robotlarla çalışma, belirli iş ve süreçle ilgili teknik bilgileri ve elektronik tabloları kullanma ve ara yüzlere erişme gibi yetkinliklere sahip olmaları gerekmektedir. Sert becerilere duyulan gereksinimle birlikte "yumuşak (soft)" becerilerde önemli hale gelmektedir. Çalışanların değişen çevreye uyum sağlama noktasında daha fazla esnekliğe sahip olması ve sürekli

öğrenmeye alışması gerekmektedir (Lorenz vd., 2015: 10) Almanya'nın 2015 yılında yayınladığı bir makale de ise gelecekte çalışanlardan beklenen yetkinlikler konusunda üç aşamalı bir yaklaşımdan bahsedilmektedir. İlk aşamada yetenek ve yetkinlikler yer alırken, ikinci aşamada görevleri ve üçüncü aşamada ise çalışanların kullanabildiği araçlar ve teknolojiler, organizasyon ve yapısal dönüşümler, çalışma ortamı, örgüt içi iletişim ve iş birliği yer almaktadır. Bu üç önemli başlık detaylandırıldığında geleceğin fabrikasında çalışanların sahip olmaları gereken yetenek ve yetkinlikler ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0 çağında, çalışanlardan bilgi sistemleri, veri işleme istatistik bilgisi, iş süreçlerini iyi anlaması gibi teknik becerilerin beklenmesinin yanı sıra, bireysel zaman yönetimi, değişime hızlı uyum sağlama, takım çalışmasına yatkınlık, sosyal ve iletişim becerileri gibi kişisel yetkinliklerde beklenmektedir (Gehrke vd., 2015: 9; Özdoğan, 2018: 65-66).

2016 yılında Dünya Ekonomik Forumu tarafından 13 milyondan fazla İK çalışanın ve Türkiye'de dâhil olmak üzere 15 farklı ekonominin yer aldığı araştırmada, Endüstri 4.0 kapsamında ortaya çıkan yeni teknolojilerin iş piyasaları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Endüstri 4.0 döneminde demografik ve sosyo-ekonomik alanlarda değişime zorlayan en önemli faktörün %44 oranla, çalışma ortamı ve iş anlaşmaları olduğu ifade edilmektedir. Çalışma ortamlarının, uzaktan çalışma yöntemleri sayesinde daha esnek hale geldiği, işlerin farklı mekânlardan yürütülebildiği, bu sayede işletmelerin daha az sayıda kadrolu kişi çalıştırabildiği vurgulanmaktadır. Ayrıca raporda işgücünden beklenen üç temel beceriden bahsetmektedir. Bunlar: bilişsel ve fiziksel beceriler, süreç ve içerik becerileri içeren temel beceriler ve son olarak da sosyal beceriler, sistem becerileri, karmaşık problem çözme becerisi, teknik ve kaynak yönetimi becerilerini kapsayan çoklu işlevsel becerilerden oluşmaktadır (WEF, 2016).

Yine Dünya Ekonomik Forumunun 2018 yılında işlerin geleceği ile ilgili 313 şirket yöneticisini kapsayan çalışmada 2022'de çalışanlardan beklenen beceriler belirlenmeye çalışılmıştır. Bunlar: analitik ve inovatif düşünme, etkin öğrenme stratejilerine sahip olma, yeni teknolojileri düzenleme ve programlama yeteneği, eleştirel düşünme ve analiz yeteneği, kompleks problemleri çözme becerisi, liderlik ve sosyal nüfuz, duygusal zekâ, muhakeme problem çözme ve hızlı kavrama yeteneği, sistemi izleme ve değerlendirme becerilerinden oluşmaktadır. Tablo 8'de BSTB'nin yapmış olduğu geleceğin çalışanlarından beklenen nitelik ve beceriler özelliklerine göre teknik ve kişisel, gereklilik derecelerine göre ise "zorunlu, gerekli, olabilir" şeklindeki sınıflandırmasına yer verilmiştir (BSTB, 2017a: 32-33).

Tablo 8: Geleceğin Fabrikalarında Çalışanların Nitelik ve Becerileri

	Zorunlu	Gerekli	Olabilir
Teknik nitelik ve beceri	Bilgi teknolojileri alanında bilgi ve beceri	Bilgi yönetimi	Kod yazımı
	Veri analizi becerisi	Teknoloji hakkında disiplinler arası genel bilgi	Teknoloji hakkında uzmanlık bilgisi
	İstatistikî bilgi becerisi	Üretim faaliyetleri ve süreçleri hakkında uzmanlık bilgisi	Ergonomi hakkında farkındalık
	Süreçlere ilişkin anlama becerisi	Siber güvenlik ile ilgili farkındalık	Hukuki işlere yönelik bilgi
	Modern ara yüzlerle iletişim kurma becerisi (insan makine/insan-robot)		
Kişisel nitelik ve beceriler	Zaman yönetimi	Yeni teknolojilere güvenme	
	Değişimlere uyum sağlama becerisi	Sürekli öğrenmeye yatkınlık	
	Takım çalışması becerileri		
	Sosyal beceriler		
	İletişim becerileri		

Kaynak: BSTB, 2017a: 23-33

Yeni dönemde çalışanların tek bir yetkinliğe sahip olması yenilik, üretkenlik ve büyüme için yeterli olmamakta ve çalışanların çeşitli beceri setlerine sahip olması beklenmektedir. Örneğin, bilişim alanında uzman olan yönetici bu alandaki yetkinliklerinin yanı sıra pazarlama ve strateji alanında da kendini geliştirmesi beklenmektedir. Bu durum işletme departmanlarını birbirine yaklaştırmaktadır. Endüstri 4.0'ın yarattığı bu değişim iş hayatında “hibrit özellik” olarak ifade edilmektedir (Öztuna, 2017: 94). Bu yeni örgütsel modelde çalışanlar için kesin sınırlarla çizilmiş bir görev tanımı bulunmamaktadır. Hibrit çalışanlar üst düzey yönetim tarafından önceden belirlenen bir eylem çerçevesi dâhilinde kendi kendini organize eden esnek çalışma biçimine sahip olmaktadır (Hirsch-Kreinsen, 2016a: 6).

Geleceğin fabrikasında çalışanlardan beklenen birtakım yetkinlikler yüksek düzeyde eğitimi zorunlu hale getirmektedir. Eğitim hem bireyler hem de şirketlerin Endüstri 4.0'dan en yüksek düzeyde fayda sağlamaları için yapmaları gereken yatırımların başında gelmektedir (Çakır, 2018: 100). Önceki dönemlerde “beden gücü” ön plandayken, yeni dönemde “akıl gücü” ön plana çıkmaktadır. Akıl gücüne duyulan ihtiyaç eğitimi daha da önemli hale getirmektedir (EBSO, 2015: 38). Bu kapsamda işgücünün niteliğini arttırmak ve buna uygun eğitim politikaları ortaya koymak gerekmektedir. Dahası eğitim seviyesinin yükseltilmesi belirli şartlar altında uygun olmaktadır. İşgücünde olması gereken yetkinlikler yapılan işe göre değişmektedir. Örneğin; yakın gelecekte geleneksel muhasebe alanı %98 oranında otomasyona maruz kalacağı tahmin edilmektedir. Böyle bir durumda ek yetkinliklere ve herhangi bir eğitime ihtiyaç duyulmamaktadır (Wisskirchen vd., 2017: 20). Endüstriyel Yazılım Programcılığı, Endüstriyel Veri Analiz Uzmanlığı, Robot Koordinatörlüğü, Akıllı Şehir Planlayıcılığı, Üretim Teknolojileri Uzmanlığı gibi yeni iş kollarının ortaya çıkmasıyla öğrencilere çok yönlü eğitim verilmek istenmektedir (Şener ve Elevli, 2017: 30-33). Özellikle son dönemlerde kod yazımı konusunda önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Birçok

gelişmiş ülke kod yazımı dersinin sadece üniversite de değil ortaokul ve lisede de okutulması gerektiğini ifade etmektedir (Ak, 2018: 52-53).

İş faaliyetlerindeki yapısal değişiklik ve dijitalleşme bir taraftan işgücü niteliğini arttırırken bir taraftan da nitelik kutuplaşmasına neden olmaktadır (Hirsch-Kreinsen, 2016a: 5). Yüksek nitelik gerektiren işlerin artmasıyla birlikte bu işleri yerine getirecek uygun nitelikte işgücünün bulunamaması orta düzey niteliğe sahip işgücünün yüksek veya düşük niteliğe sahip işgücüne geçiş yapmasına neden olmaktadır. Bu durum işgücü kutuplaşmasına da beraberinde getirmektedir (Autor ve Dorn, 2011: 1). Nitelikli ve niteliksiz işgücü otomasyonlaşma etkisini daha az yaşamasına rağmen, orta niteliğe sahip işgücü daha çok zarar görmektedir. Bu arada, orta niteliğe sahip işgücü yüksek-ücret/yüksek-beceri işlere mi, yoksa düşük-ücret/düşük-beceri gerektiren işlere mi yönlendirilmesi gerektiği konusunda tartışmalar belirsizliğini korumaktadır (Schwab, 2018: 54; Costache vd., 2017: 208). Ortaya çıkan kutuplaşmayı ve eşitsizliği engelleme konusunda eski eğitim ve öğretim yöntemleri yeterli olmamaktadır (Ford, 2018: 291-295). Bu bağlamda Ford ve Friedrich Hayek gibi kimi iktisatçılar “temel gelir garantisi” adı verilen çözüm önerisini ortaya atmaktadır. Temel maaş, her yetişkin bireye, özellikle de gelir dağılımının altındakilere herhangi bir koşul aramadan ve geçimini sağlayabileceği kadar verilmektedir. Buradaki en önemli nokta, bireyleri çalışma fikrinden uzaklaştırmamak ve verimliliklerini azaltmamaktır (Özsoy, 2018: 265).

2.4. Endüstri 4.0 Kapsamında Yeni İş Modelleri ve Meslekler

İnternetin hızlı bir şekilde gelişmesi ve yaygın hale gelmesiyle 1990’larda “bilgi ekonomisi” adı verilen yeni bir döneme geçilmiştir. Bu dönemde internet ortamında iş yapan şirketlerin sayısı bir hayli artmış ve bu şirketlerin iş yapma, örgütlenme biçimleri ve sahip oldukları işletme fonksiyonları da farklılık göstermeye başlamıştır. 20. yüzyılın ortalarında iş modeli olarak adlandırılan yeni bir çalışma tarzı ortaya çıkmıştır (Banger, 2017: 371). İş modeli işletmenin “ekonomik, sosyal, kültürel ve diğer boyutlarda kurumsal beceri ve yetenekleriyle değeri nasıl yarattığı ve pazara sunduğu ile bunun karşılığında pazardan kendisinin ne şekilde değer elde ettiği” şeklinde tanımlanmaktadır (Banger, 2017: 373).

Yeni sanayi devriminde nesnelerin interneti, arttırılmış gerçeklik, 3D yazıcı gibi teknolojiler dijital alanda sağladığı yeni hizmetlerle fırsatlar yaratmakta ve yeni iş modellerini ortaya çıkarmaktadır (Soylu, 2018: 49). Endüstri 4.0 sürecinde birçok iş faaliyeti sanal ortamlarda gerçekleştirilmektedir. Sanal ofis kavramlarıyla birlikte “iş platformları” gündeme gelmektedir. Dijitalleşme sonrası ortaya çıkan ilk yeni işletme modeli platformlardır (Schwab, 2018: 67).

Mckinsey Küresel Enstitüsü 2011 raporuna göre platformlar iki temel model çevresinde şekillenmektedir. İlk model, teknoloji sayesinde birden fazla tarafı birbirine bağlayan ve taraflar arası koordinasyonu sağlayan **Etkileşim Platformudur**. Platform da şirketlere makine satışının

yanı sıra üretici birçok tasarım modelini kullanarak müşteri isteklerine göre üretim yapmaktadır. İkinci model ise hem kişilerin kendi ürünlerini geliştirmek hem de başkalarının ürünlerini iyileştirmek için açılan **Teknoloji Platformu veya Ekosistem modelidir**. Örneğin; yazılım tedarikçisi herkesin ulaşabileceği teknoloji geliştirme platformu ile ürünleri kullanıma açmaktadır. Bu sayede dışarıdan destek sağlayarak kendi ürünlerini iyileştirme fırsatı sağlamakta ve aynı zamanda ürünlerinin reklamını da yapmaktadır (Soylu, 2018: 49-50).

Platform stratejileriyle şirketler müşteriye daha çok önem vermeye ve ürünleri veri ile iyileştirmeye başlayınca amaç ürün satmaktan hizmet sunmaya doğru evrilmiştir (Schwab, 2018: 67). Bunun sonucunda da **hizmet sektörü odaklı iş modeli** ortaya çıkmıştır. Bu modelde ürünleri satmaktan çok kullanımına yönelik bir iş modeli anlayışı hâkimdir ve kullanıldığı kadar ödeme yapılmaktadır. Özellikle tedarikçi açısından satarak bir kerelik gelir sağlamak yerine kullanım modeli sayesinde sürekli gelir sağlayabilmektedir (Soylu, 2018: 50). Acatech'in Sanayi 4.0 final raporunda özellikle büyük veri teknoloji sayesinde ortaya çıkan yeni hizmetlerin yeni iş modelleri getireceği ifade edilmektedir (Kagerman vd., 2013: 29). **Veri odaklı iş modelleri** sayesinde kişilerin dijital ortamda davranışlarını analiz edilmekte ve davranışlarına uygun reklam ve tanıtımlar ile gelir elde edilebilmektedir (Soylu, 2018: 50).

Endüstri 4.0 ile birlikte yeni dönemde platformlar daha bireysel olarak kullanılmaya başlayınca bu platformlar “insan bulut platformu” olarak anılmaya başlanmıştır. İnsan bulutu platformları; çalışanları serbest çalışan (freelance) olarak adlandırmaktadır. Bu modelde bireyler daimî bir işte çalışıp çalışmadığına kendi becerilerine uygun yarı zamanlı veya proje bazlı olarak serbest çalışmaktadır. Economist dergisinin haberine göre, serbest çalışanların 5 milyona ulaştığı belirtilmektedir (Turan, 2018: 90). Serbest çalışma biçimi bazı kaynaklarda talep üzerine çalışma olarak da adlandırılmaktadır (Wisskirchen vd., 2017: 11). Bu iş modeli ile kişilerin hiçbir kuruma bağlı kalmadan özgür çalışabilecekleri bir alan yaratılmaktadır. Birçok çalışan yeni çalışma anlayışını daha yüksek iş tatmini ve daha az stresin ideal bir bileşimi olarak görmektedir. Bu avantajların yanı sıra çalışanlar herhangi bir sosyal sigorta imkânından, iş güvencesinden yararlanamamaktadır (Schwab, 2018: 57; Wisskirchen vd., 2017: 28-29). Bu çalışma modeli için armut.com örneği verilmektedir. Dijital platform da boyacı, tamirci, tesisatçı gibi bağımsız olarak çalışan ve hizmet veren kişiler yer almaktadır (Öztuna, 2017: 93). Platform odaklı bir başka çalışma şekli “kalabalıktan yararlanma/kitle kaynak” diğer bir ifadeyle “crowdsourcing” çalışma modelidir. Bu model Kleeman ve arkadaşları tarafından “kar odaklı işletmelerin ürünü yapmak veya satmak için önemli olan belirli bir işi halka (kalabalığa) internet vasıtasıyla açık çağrı yaparak ve bireyleri karşılıksız veya fikrin işletme için değerinden daha azı karşılığında katkı yapmaları için teşvik ederek yaptırmak” olarak tanımlanmaktadır (Kleeman, 2008: 6). Jeff Howe’a göre, bu iş modeli eskilerden beri insanların birlikte çalışma arzusunu tetiklemekte ve sermaye elde etmelerini sağlamaktadır. Ortaya çıkan yeni iş modelleri her kesimden, her coğrafyadan ve farklı becerilere sahip kişileri bir araya getirerek her türlü işi yapma imkânı vermektedir (Aktaş, 2018: 272). 2016

yılı Dünya Ekonomi Forumu tarafından yayınlanan “işlerin geleceği” isimli raporda “crowdsourcing” çalışma biçiminin 2020 yılına kadar %20 oranında artacağı ifade edilmektedir (WEF, 2016: 6). Serbest çalışma ve kitle kaynak gibi yeni iş modelleri “Gig ekonomi” adı verilen yeni bir talep ekonomisinin doğmasına neden olmuştur (Öztuna, 2017: 92).

Serbest çalışma ve kitle kaynak gibi mesleklerin yanı sıra birçok yeni meslek ortaya çıktığı görülmektedir. Endüstri 4.0 döneminde öncelik haline gelen en önemli meslekler teknoloji ile yakından ilişkili olan yazılım ve programlama alanlarında olmaktadır (Buhr, 2017: 7). Endüstri 4.0’ın emek piyasalarına olan etkileri sonucunda mesleklerin şekil değiştirmesi veya ortadan kalkması gibi risklerin yanı sıra, gelişen teknolojiler dijital pazarlama, e-ticaret uzmanı, veri madencisi, yapay zekâ uzmanı ve ağ uzmanı gibi yeni meslek grupları yaratmaktadır (Degryse, 2016: 23). Bu mesleklerin yanında yeni sanayi devrimi biyoteknolog (DNA programcısı), drone pilotu, nano-medikalci, iklim mühendisi ve dijital rehabilitasyon danışmanlığı gibi mesleklerin de ortaya çıkarmaktadır (Yılmaz ve Aktaş, 2018: 55-56).

Teknolojik gelişmelerin iş modelleri üzerindeki etkisi daha çok yetenekli çalışanların işe alınması, eğitilmesi ve yönetimi konularıyla birlikte ele alınmaktadır. Gelecek yıllarda bu konuların zamanında değerlendirilememesi işletmeler, bireyler ve toplumlar açısından önemli dezavantajlar yaratması beklenmektedir (WEF, 2016: 6). Sonuç olarak sanal çalışma platformlarındaki artışın insan-makine ve insan-sistem etkileşimlerinin bir sonucu olarak iş içeriği, iş süreçleri, çalışma ortamı, çalışma süresi ve aynı zamanda çalışanın özel yaşamı da değiştirmektedir. Bu noktada işletmeler faaliyetlerini yeni iş modelleri içerecek şekilde genişletmesi ve iş organizasyon yapılarını güncellemeleri gerekmektedir (Kagerman vd., 2013: 52).

2.5. Endüstri 4.0 Teknolojileri ile Birlikte Değişen Organizasyon Yapıları

Endüstri devriminden önce insanlar kırsal kesimlerde veya evlerde üretim yaparken, sanayi devrimiyle birlikte fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Bürokratik organizasyon sanayi devrimiyle ortaya çıkan bir kavramdır ve yine o dönemde emir komuta ve katı kuralların olduğu örgüt yapıları söz konusudur. Sanayi devrimleri ilerledikçe iş yapma biçimleri değişmekte ve yeni örgüt yapıları ortaya çıkmaktadır. Sanayi devrimleriyle birlikte yeni teknolojiler organizasyon yapılarındaki değişimi de beraberinde getirmektedir (Özdoğan, 2018: 63). Dördüncü Sanayi Devrimi işlerin büyük kısmını makinelerle devrettiğinden, insansız veya yarı insanlı yapılar iş yapma şeklini kökten değiştirmektedir. Ortaya çıkan yeni yapıların aynı anda yatay ve dikey entegrasyon sağlaması ve iş sürecinin bulut tabanlı sistemlerde gerçekleşiyor olması, organizasyonların hiyerarşik yapılardan uzak durmasını gerektirmektedir (Avcı, 2019: 156).

Endüstri 4.0 ile birlikte değişen çevreye uyum sağlama ve hızlı karar verme noktasında yönetim yaklaşımları önemli hale gelmektedir. Bu bağlamda organizasyonların, standart kurallar,

merkezi, sıkı bir hiyerarşi ve dikey iletişimin hâkim olduğu mekanik yönetim (Burn ve Stalker, 1961: 104-105) anlayıştan uzak durması gerekmektedir. Sürekli değişen çevre göz önüne alındığında organizasyonlar için yatay iletişim ve ademi merkezi yapı öngören organik yönetim yapıları (Burn ve Stalker, 1961: 105-106) daha uygun olduğu görülmektedir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımı karar verme süreçlerinde merkezi yönetimin daha az talep görmesine ve düşük hiyerarşiye neden olmaktadır. Ayrıca bu dönemde iş tasarım uygulamaları farklılaşarak iş zenginleştirme ve çapraz işlevli takımlar önem kazanmaktadır (Bonekamp ve Sure, 2015: 35). Bu kapsamda organizasyon için en iyi yönetim yapısının matris yapı olduğu görülmektedir (Kosa, 2018: 45; Shamim vd., 2016: 5311). Thamhain ve Wilemon (1977)'e göre, matris örgüt yapısı çevresel karmaşıklığın yüksek olduğu ve ürün tasarımlarının sürekli olarak değişmesi gereken durumlarda uygulanmaktadır. Ayrıca matris yapı bu tasarımları yapabilecek yüksek niteliğe sahip bireylere gereksinim duyulduğunda yararlı bir örgütsel yapı olduğu görülmektedir (Ergeneli ve Alsirt, 2003: 90).

Matris yapı insan ve kaynakları eş zamanlı olarak, ikili raporlama sistemi kullanarak gruplandırmaktadır. Matris yapının en iyi yanı, çok esnek olması ve değişim ihtiyacına cevap verebilmesidir. Matris yapıda her çalışan iki patron (biri ürün yönetici diğer fonksiyonel yönetici) ile çalışması gerekmektedir (Griffin vd., 1996: 237; Avcı, 2019: 157). Diğer yandan matris yapıların başarılı bir şekilde gerçekleşmesinde takım çalışmasının önemi vurgulanmaktadır. Karmaşıklığı beraberinde getiren yeni teknolojiler takım tabanlı işletmelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Organizasyonlar, statik organizasyon yapıları yerine dinamik, yani iş ve proje niteliğine uygun değişim gösteren takımlarla çalışmayı tercih etmektedir. Organizasyonların amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirme noktasında iş birliği ve koordinasyon önemli hale gelmektedir. Bu noktada işletme büyüdükçe ve karmaşık hale geldikçe tek tek çalışanlar arasındaki iş birliği ve koordinasyonu sağlamaktan çok takımlar ve çalışma grupları oluşturmak daha yaygın hale gelmektedir (Banger, 2017: 265-266).

Endüstri 4.0 ile uyumlu bir diğer organizasyon yapısı ise düz hiyerarşili yapılardır (Shamim vd., 2016: 5311). Düz yapılar daha az düzeyde hiyerarşi ile karakterize edilmektedir. Bu yapılar bir taraftan iletişimi hızlandırırken bir taraftan da çalışanlar ve üst yönetim arasındaki kademeyi azaltmaktadır (Jones vd., 2003: 295-296). Düz organizasyon yapıları, çalışanların öğrenme ve karar verme sürecinde etkin rol almasını sağlamaktadır (Shamim vd., 2016: 5311).

2.6. Kavramsal Çerçeve ve Hipotezlerin Geliştirilmesi

2.6.1. Endüstri 4.0 ve İşgücü Yetkinlikleri Arasındaki İlişki

Son 30 yılda hızla artan ve bağımlı hale geldiğimiz bilgi teknolojileri, bilgisayarlar, otomasyon, büyük veri, algoritmalar, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi birçok teknoloji

üretim alanında bir taraftan düşük ve orta nitelikli çalışan ihtiyacının ortadan kaldırırken (Banger, 2018b: 231) bir taraftan da yüksek beceriye ve yeteneklere sahip çalışan ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır (Rifkin, 2015: 142; Richert vd., 2016: 142; Brynjolfsson ve McAfee, 2015: 160). Özellikle yeni meslek ve iş modellerinin ortaya çıkması işgücünden beklenen yetkinlikleri değiştirmekte ve ortaya çıkan yeni işler düşük nitelikli işlere göre farklı yetkinlikler gerektirmektedir (Rüßmann vd., 2015: 6; TÜSİAD ve BCG, 2016: 46; Kazdağlı, 2015: 34-35; Waschull ve Bokhorst, 2017: 279; Taş, 2018: 1830; Kagerman vd., 2013: 52; Çakır, 2018: 100; Yılmaz ve Aktaş, 2018: 53; Costache vd., 2017: 208; Bonekamp ve Sure, 2015). Bu dönemde işletmeler teknoloji uzmanlığı, çeşitli bilgi tabanları ve beceri setlerine sahip işgücüne ihtiyaç duymaktadır (Banger, 2018a: 186). Özellikle veri unsurunun önemli hale geldiği Endüstri 4.0 çağında, yapılandırılmamış verileri yapılandırılmış hale getirebilen, bu noktada programlar yazabilen, verileri analiz edebilen, yorumlayabilen ve yöneticilere yol gösterebilen yetenekli insan becerilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Davenport, 2014: 121).

Endüstri 4.0 sürecinde kullanılan teknolojilerin, iş yapma biçimi ve işgücü üzerinde değişim ve dönüşüm yarattığı görüşü temelde sosyo/teknik sistem kuramına dayanmaktadır. Sosyo/teknik bakış açısı, teknolojik sistem, insan operasyon sistemi ve örgütsel sistem arasındaki ilişkilerin bütünlük bir yapısını ortaya koymaktadır (Dombrowski ve Wagner, 2014: 102). Cole (1988)'e göre bu yapı içerisinde kullanılan teknolojiler sonucunda meydana gelen örgütsel değişimler işgücüne daha çok sorumluluk ve görev yüklemekte, yeni yetenekler gerektirmekte ve uzmanlaşma sağlamaktadır (Çetin, 2012: 54).

Dördüncü Sanayi Devrimi döneminde çalışanlarından birtakım yetkinlik ve beceri beklendiği noktasında fikir birliğine varılmış iken, ne tür yetkinlik ve beceri gerektiği konusunda farklı görüşler mevcuttur. Benesova ve Tupa (2017), bilgi teknolojileri ve üretim alanında yeni ortaya çıkan iş profilleri için çalışanlardan beklenen nitelikler ve becerileri ortaya koymaya çalışmıştır. Çalışmada bilgi teknolojileri iş rollerinden, veri işleme için süreçler bilgisi yanında dil becerileri, esneklik, sorumluluk, güvenilirlik, yaratıcılık ve iş birliği becerilerinin gerekli olduğu ifade edilmektedir. Diğer yandan ne kadar yüksek otomasyonlaşma ile karşı karşıya kalırsa da insana ihtiyaç duyulacağı düşünülen üretim alanı iş profilleri için çalışanlardan iletişim becerileri, dil becerileri, sorumluluk, esneklik, iş birliği ve teknik beceriler beklenmektedir. Hecklau ve arkadaşları (2016) ise, Sanayi 4.0 kapsamında yeni dönem değişen iş yapılarına uygun 4 temel yetkinlik üzerinde durmuştur. Çalışmada, teknolojik, ekonomik, çevresel ve sosyal zorluklar karşısında çalışanların teknik, metodolojik, sosyal ve bireysel yetkinliklere sahip olmaları gerektiği vurgulanmaktadır. İş ile ilgili **teknik yetkinlikler** için ileri teknoloji bilgisi, süreç anlayışı, kodlama becerileri ve medya becerileri gibi beceriler, **metodolojik yetkinlikler** için yaratıcılık, karar verme, analitik ve araştırma becerileri, problem çözme, **sosyal yetkinlikler** için dil, iletişim, ağ becerileri, takım çalışması, iş birliği ve uzlaşma, bilgi transfer ve liderlik becerileri, **kişisel yetkinlikler** için ise, esneklik, uyum, öğrenme motivasyonu, belirsizliği tolerans etme, baskı

altında çalışma yeteneği gibi beceriler gerekli olmaktadır. Özellikle iş birliği ve iletişim becerisi, kodlama, karışık problem çözme becerisi, süreç anlayışı, disiplinler arası yetkinlik, yaratıcılık becerileri en çok ihtiyaç duyulan beceriler arasında yer almaktadır (Hecklau vd., 2017). Grzybowska ve Łupicka (2017), Endüstri 4.0 sürecinde ilaç ve otomotiv sektöründe yaptığı çalışmada sektörler arası beklenen niteliklerin farklılaştığı belirtilmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre otomotiv sektöründe girişimci düşünce, karar verme becerisi ve analitik beceriler, ilaç sektöründe ise karar verme becerisi, çatışma ve problem çözme becerisi ön plana çıkmıştır. Sektörlerdeki en yüksek farklılık ise araştırma becerisi olduğu ifade edilmektedir.

Endüstri 4.0 döneminde işgücü için gerekli olan dijital yetkinliklerin kazandırılması noktasında üzerinde durulması gereken en önemli konulardan biri Endüstri 4.0 farkındalığının yaratılması ve bu farkındalık seviyesinin artırılmasıdır (BTSB, 2017a: 128). Endüstri 4.0 ile bu süreç içerisindeki tüm kavramların farkında olan ve bunların ilerleyen dönemlerde nasıl fayda sağlayacağı üzerinde duran nitelikli insan kaynağının yaratılmaya çalışıldığı bir dönem yaşanmaktadır (Doğan, 2019: 34). Endüstri 4.0'ı anlamak, öğrenmek, uygulamaya geçirmek kısaca bu sürece uyum sağlamak için sadece Endüstri 4.0'ı kapsayan ana kavramların farkında olmak yetmez aynı zamanda bu kavramları yakından takip etmek ve işletmeye entegre etmek gerekmektedir (Doğan, 2019: 16). İşletmelerin Endüstri 4.0 ile ilgilenmeleri, temel kavramları anlamaları, bu konuda bilgi düzeylerini arttırmaları ve buna yönelik yapacakları çalışmalar, vasıf sorununun yoğun yaşandığı bu dönemde sahip oldukları insan sermayesine yönelik beceri ihtiyaçlarının belirlenmesi, yeni beceriler kazandırılması ve bu şekilde beceri seviyelerinin artırılması noktasında katkı sağlamaktadır. Başka bir deyişle, Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi yüksek olan işletmelerin işgücü yetkinlikleri de yüksek olmaktadır. Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, Endüstri 4.0 genel farkındalık düzeyi ortaya konulmak üzere mevcut durum analizi yapıldığı görülmektedir. Kahraman (2017), Sivas ili organize sanayi bölgesinde yapmış olduğu çalışmada, işletmelerin farkındalık düzeylerinin %50'inin üzerinde olduğu fakat işletmelerin eğitim noktasında önemli eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Yılmaz (2018)'in yapmış olduğu çalışmada ise firmaların özellikle Endüstri 4.0, büyük veri ve nesnelerin interneti gibi kavramlar konusunda farkındalık seviyelerinin yüksek olduğu belirtilmesine rağmen firmaların yeni beceri ve yetkinlikleri kazanmaları noktasında önemli zorluklarla karşılaştıkları ifade edilmektedir. Ersöz ve arkadaşlarının (2018), Endüstri 4.0 farkındalığı ve bilgi, yetkinlik durumlarını ölçülmüş olan çalışmada ise, Endüstri 4.0 farkındalık düzeylerinin sektörlere ve çalışanın eğitim seviyelerine göre farklılık gösterdiği ve işletmelerin yurt dışı ortaklıkları ile olan ilişkilerinin farkındalık düzeyleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca araştırmada Türkiye'deki çalışanların farkındalık seviyelerinin giderek arttığı ve buna bağlı niteliklerini arttıracak daha çeşitli eğitim programlarına yöneldikleri vurgulanmaktadır. Yapılan çalışmalarla Endüstri 4.0 farkındalık seviyesinin yüksek olduğu fakat işgücünün bu dönemde gerekli olabilecek yetkinlik ve bilgi düzeyine sahip olmadığı görülmektedir. Ayrıca literatür incelendiğinde, Endüstri 4.0 farkındalık düzeyinin işgücü yetkinlikleri üzerinde fark yaratıp

yaratmadığı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışmada, firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeylerinin işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikleri üzerinde pozitif yönde farklılaşma yaratması beklenmektedir. Bu nedenle aşağıdaki ana hipotez ve alt hipotezler geliştirilmiştir.

H₁: Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile işgücü yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır.

H_{1a}: Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır

H_{1b}: Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile metodolojik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır

H_{1c}: Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile sosyal/kişisel yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır

İfade edildiği üzere Endüstri 4.0 sürecinde kullanılan teknolojilerin işgücünün sahip olduğu yetkinliklerinin değişimi noktasında önemli bir unsur olduğu görülmektedir. Fakat bu noktada işletmelerin salt bir teknoloji yerine birbirine entegre olmuş veya tamamen bağımsız çalışan birçok teknolojiyi kullanması kısaca teknoloji kullanım düzeyini arttırması işgücünün gerekli olan yetkinlikleri kazanmasında önemli bir unsur haline gelmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2017: 42-43). Endüstri 4.0 teknoloji kullanım seviyesinin yüksek olması, işletmelerin sahip olduğu insan faktörünün mevcut teknolojileri kullanmak üzere mesleki ve kişisel alanda eğitilmesine ve bu sayede niteliklerinin/yetkinliklerinin artmasına katkı sağlamaktadır. Başka bir deyişle, Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyi yüksek olan işletmelerin işgücü yetkinlikleri, Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyi düşük olan işletmelerin işgücü yetkinliklerinden daha yüksek olmaktadır. Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyi ile ilgili çalışmaların çoğunlukla mevcut durumu ortaya koymak üzere yapıldığı ve ülkemizde teknoloji kullanım düzeyinin düşük olduğu ifade edilmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2017; Kagnıcıoğlu ve Özdemir, 2017; Kökümer, 2018). Fakat Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyinin işgücü yetkinlikleri üzerinde bir farklılık yaratıp yaratmadığı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeylerinin işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikler üzerinde pozitif yönde farklılaşma yaratması beklenmektedir. Bu nedenle aşağıdaki ana hipotez ve alt hipotezler geliştirilmiştir.

H₂: Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyi ile işgücü yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır.

H_{2a}: Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile teknik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır

H_{2b}: Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile metodolojik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır

H_{2c}: Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile sosyal/kişisel yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır

2.6.2. Endüstri 4.0 ve İşin Yapısı Arasındaki İlişki

Endüstri 4.0 çağında, akıllı sistemlerin gelecekte çalışma dünyasını tam olarak nasıl şekillendireceği ve bu sürecin ne kadar zamanda gerçekleşeceği konusunda henüz fikir birliğine varılamamış olmasına rağmen (Wisskirchen vd., 2017: 9; Costache vd., 2017: 207; Özdoğan, 2018: 61) bu sistemlerin çalışma yeri, zamanı, faaliyetin doğası ve çalışma süreçlerini etkileyeceği konusunda hem fikir olunduğu görülmektedir (Buhr, 2017: 8; Kagerman vd., 2015: 6; Pereira ve Romero, 2017: 1213). Karşılıklı çalışılabilirlik ve gerçek zamanlı yetenek gibi ilkeler üzerine kurulu olan Endüstri 4.0 kavramı, bu ilkeler sayesinde birçok nesne, makine ve insan internet aracılığıyla anlık olarak iletişim kurabilmektedir (Herman vd., 2015: 11; Strohmeier vd., 2016: 5). Birbiriyle entegre olan bu sistemler farklı çalışma tarzlarını ve çalışma ortamlarını desteklemekte ve çalışanlara ofisten, evden veya herhangi bir yerden ve herhangi bir zamanda çalışma imkânı vermektedir (Cascio ve Montealegre, 2016: 354; Buhr, 2017: 8; Tan ve Wang, 2010: 376; Yılmaz ve Aktaş, 2018: 53; Morgan, 2014: 33; Fırat ve Fırat, 2017: 215). Bu sayede çalışanlar veri ve bilgilerin analizi ile üretim süreçlerini uzaktan kontrol edebilmekte ve izleyebilmektedir (Strohmeier vd., 2016: 5; Lasi, 2014: 240). Aynı zamanda bulut bilişim teknolojisinin hizmet ölçüm özelliği sayesinde işletmeler bilişim kaynaklarını kolayca takip edebilmekte ve anında raporlayabilmektedir (Mell ve Grance, 2011: 2).

Temelinde nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemler teknolojisi olan bu sistemler ile üretim verilerinin toplanması, işlenmesi ve görselleştirilmesi için yeni yollar sunulmakta, çalışanların verimli ve hatasız işlem yapması desteklenmektedir (Schuh vd., 2015: 86). Üretim alanında yaygınlaşan robot kullanımı bir taraftan insandan kaynaklı hataları önemli ölçüde azaltmakta (Turan, 2018: 64; Sercan, 2018: 62) bir taraftan da gerçekte işgücü tarafından yapıldığında verimsizliğe yol açan iş yükünü çalışanların üzerinden almaktadır (Görçün, 2016: 159). Bu durum üretim alanında, çok karmaşık duruma rağmen, çalışanların rutin işler yerine daha yaratıcı işlere yönlendirmekte (Kagerman vd., 2015: 21; Waschull ve Bokhorst, 2017: 279; Brynjolfsson ve McAfee, 2015: 163; Costache vd., 2017: 209) ve kısa sürede nitelikli kararlar almasını sağlamaktadır (Gehrke ve Rule, 2015: 10). Gelecekte operasyonel çalışma düzeyinde basit ve tekrarlayan düşük nitelikli işlerin siber fiziksel sistemler tarafından değiştirileceği öngörülmektedir (Bonekamp ve Sure, 2015: 35).

Literatürde ifade edildiği gibi, Endüstri 4.0 teknoloji kullanımının iş yapma biçimi üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Fakat bu noktada işletmelerin salt bir teknoloji kullanımı yerine birbirine entegre olmuş veya bağımsız çalışan birçok teknolojiye yönelmesi yani teknoloji kullanım seviyesini arttırması iş yapma biçimleri üzerinde daha da etkili olmaktadır. Firmaların Endüstri 4.0

teknoloji kullanım seviyesi ne kadar yüksek ise, zaman-mekân esnekliği, iletişim ve iş takip kolaylığı, iş hatalarında azalma gibi işin yapılarındaki değişim ve işin niteliği de o kadar yüksek olmaktadır. Bu alana yönelik literatür incelendiğinde teknoloji kullanım düzeyinin işin yapısı üzerinde fark yaratıp yaratmadığı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu alışmada, Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeylerinin işin yapısı üzerinde pozitif yönde farklılaşma yaratması beklenmektedir. Bu nedenle aşağıda yer alan hipotez geliştirilmiştir.

H₃: Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile iş yapıları arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

İşletmelerin gelişen teknolojilere uyum sağlaması Endüstri 4.0 ve teknolojileri hakkındaki bilgi seviyesi, teknoloji kullanım düzeyleri, değişen iş gereksinimlerine uygun işgücü yetkinlik/beceriler güncellemeleri ve her rol için özel yetenekler geliştirilmesine bağlıdır. Bu çalışmanın temel amacı, işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerini ölçerek, teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik olarak ayrı ayrı ele alınan işgücü niteliği ve işin yapısı üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığını ortaya koymaktır. Literatürde işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık ve teknoloji kullanım düzeyi ile ilgili genellikle mevcut durum analizlerine rastlanmaktadır. İşgücü nitelikleri noktasında ise Endüstri 4.0 teknoloji kullanımının genel etkisinden bahsedilmektedir. Ülkemizde Endüstri 4.0 ve teknolojileri hakkında genel farkındalık oluşmasına rağmen, Endüstri 4.0 sürecinde insan faktörünün yeterince önemsenmediği ve bu nedenle Endüstri 4.0'ın işgücünü ne şekilde etkileyeceği konusunda yeterli bilgi düzeyine ulaşamadığı görülmektedir. Ayrıca Endüstri 4.0 farkındalık ve teknoloji kullanım düzeyinin işgücü nitelikleri ve işin yapısı üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Yukarıdaki bahsedilen nedenlerden dolayı bu farklılık araştırılması gereken önemli bir konudur.

3.1. Araştırma Örneklemi / Kapsamı

Çalışmada belirlenen amaç çerçevesinde ana evren Ankara'da bulunan ODTÜ Teknokent bünyesinde faaliyet gösteren firmalardır. Teknokentler, ileri teknolojik ürünler üretme, teknolojik bilgiyi ticarileştirme, bu alanda girişimciliği destekleme ve nitelikli işgücüne iş imkânı sağlamada büyük öneme sahiptir. ODTÜ Teknokentin seçilmesinde Türkiye'nin ilk teknokentlerinden biri olması, son yıllarda teknoloji geliştirme performansı açısından üst üste birinci olması ve nitelikli insan kaynağına sahip olması gibi faktörler oldukça etkili olmuştur. Ar-Ge ve inovasyona önemli katkısı olan ODTÜ Teknokent bünyesinde toplam 417 firma bulunmaktadır. Araştırma örneklemi, Endüstri 4.0 teknolojilerinden birini veya birkaçını kullanan 118 firmadan oluşturmaktadır. Her bir firmadan genel müdür veya şirket sahibi üst düzey veya mali işler, insan kaynakları, satış pazarlama ve Ar-Ge departmanında görev yapan orta düzey yöneticilere ulaşılmıştır.

3.2. Araştırmanın Yöntemi ve Kullanılan Ölçekler

Çalışmanın amacı kapsamında hipotezlerinin sınanması için nicel araştırma yöntemlerinden alan araştırması yapılmıştır. Tez çalışmasında, örneklem seçim yöntemi olarak basit tesadüfi yöntem, veri toplama yöntemi olarak ise anket yöntemine başvurulmuştur. Anketler randevu sistemi oluşturularak telefon ve e-posta aracılığıyla toplanmıştır. Anket formu toplam 32 sorudan oluşmaktadır. Anketin, 8 sorudan oluşan ilk bölümünde firma ve firma yöneticilerine ait demografik bilgiler yer alırken, ikinci bölümde çalışmanın bağımsız değişkeni olarak belirlenen, Endüstri 4.0 farkındalık düzeyi, TÜSİAD ve BCG tarafından hazırlanan “*Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0*” çalışması temel alınarak ölçülmeye çalışılmıştır. 5’li Likert ölçeği kullanılarak ölçülen farkındalık değişkeni düzey olarak ifade edilebilmesi için üçlü kategorik değişkene dönüştürülmüştür. Farkındalık ortalaması 1.00-2.66 olan firmalar farkındalık düzeyi düşük olarak ifade edilirken, farkındalık ortalaması 2.67-3.33 olan firmalar farkındalık düzeyi orta ve farkındalık ortalaması 3.34-5.00 olan firmalar ise farkındalık düzeyi yüksek olarak ifade edilmiştir. Yine aynı bölümde bağımsız değişken olarak ele alınan firmaların kullanmakta olduğu Endüstri 4.0 teknolojileri ölçmek amaçlı on farklı teknolojinin yer aldığı çoklu seçeneğe sahip soruya yer verilmiştir. Önem düzeyleri eşit kabul edilen teknolojiler için bir, iki, üç, dört ve beş farklı teknoloji kullanan firmalar düşük düzey teknoloji kullanım sınıflandırmasında yer alırken, altı, yedi, sekiz, dokuz ve on farklı teknoloji kullananlar yüksek teknoloji kullanan firmalar olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada teknoloji kullanım düzeyi değişkeni ilk etapta üç düzey şeklinde ele alınmasına rağmen, gruplar arası ortalamaların yakın çıkması sonucu iki düzeye indirgenmiştir.

Üçüncü bölümde “çalışma esnekliği, iş hataları ve iletişim” gibi kriterler üzerinde durularak işin yapısı değişkeni ölçülmüştür. İşin yapısı değişkenine ait ölçek araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Son bölüm de ise teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik boyutunda ele alınan işgücü niteliği değişkeni ölçülmek üzere, Hecklau ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı “*Bütüncül İnsan Kaynakları Yönetimi Bağlamında Sanayi 4.0*” çalışması temel alınmıştır. Teknik yetkinlikleri ölçmek üzere, ”ileri derecede teknoloji bilgisi, kodlama becerisi, siber güvenlik farkındalığı” üzerinde durulurken, metodolojik yetkinlikleri ölçmek üzere, ”yaratıcılık yeteneği, problem çözme yeteneği, analitik beceriler ve araştırma becerileri”, sosyal/kişisel yetkinlikleri ölçmek amaçlı ise, ”iş birliği ve uzlaşma yeteneği, bilgi transfer yeteneği, öğrenme yeteneği” gibi kriterler üzerinde durulmaktadır. Ayrıca ankette işin yapısı ve işgücü niteliği ölçeklerinde yer alan ifadelerle katılımcıların “katılma derecelerini” ölçmek üzere 5’li Likert ölçeği kullanılmıştır. Ölçekte “1=kesinlikle katılmıyorum”, “2= katılmıyorum”, “3=kararsızım”, “4= katılıyorum”, “5= kesinlikle katılıyorum” şekilde ifade edilmektedir.

Yapılan çalışmanın birtakım kısıtları bulunmaktadır. Endüstri 4.0’ın yeni bir paradigma olmasından dolayı ülkemizde 4.0’a geçiş yapan ve tam anlamıyla uygulayan şirketlerin sınırlı

olması çalışmanın en temel kısıtını oluşturmaktadır. Ayrıca verilerin basit tesadüfi yöntem ile sadece bir defaya mahsus toplanmış olması “ortak yöntem varyans sorunu” oluşturabilmektedir. Bu durum çalışmanın diğer önemli kısıtıdır.

3.3. Bulguların Değerlendirilmesi

Farklılaşan işgücü niteliğini ölçmeyi amaçlayan çalışmada, anket yöntemi ile toplanan veriler ve hipotezlerin test edilmesinde, SPSS 23 programı kullanılmıştır. Ölçeklerin geçerliliğini saptamak üzere açıklayıcı/keşfedici faktör analizi yapılmış, ardından AMOS 23 programı kullanılarak faktör yapısının uygunluğu saptanmaya çalışılmıştır. Ölçeklerin güvenilirliği için “Cronbach alfa katsayısı” hesaplanmıştır. Çalışmada, verilerin dağılımını tespit etmek amacıyla çarpıklık-basıklık değerleri ve Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi yapılmıştır. Analiz sonucunda veriler normal dağılım göstermiş olup çalışmanın devamında parametrik yöntemler kullanılmıştır. Değişkenler arası ilişkileri ölçmek üzere Pearson korelasyon analizi, bağımsız iki grup arası farkı ölçmek amaçlı bağımsız t-testi ve ikiden fazla grup arasındaki farkları ölçmek üzere ise tek yönlü varyans (ANOVA) analizi uygulanmıştır.

3.3.1. Geçerlilik Analizi

Geçerlilik analizi, “kullanılan ölçüm aracının ölçülmek istenen özelliğe uygun olması, verilerin ölçülmek istenen özelliğin niteliğini tam olarak yansıtması ve aynı zamanda verilerin amaca yönelik olarak yararlı olması” şeklinde tanımlanmaktadır (Şencan, 2005: 723). Çalışmada yapılan geçerlilik analizi ile ölçeklerde yer alan ifadelerin ölçülmek istenen özellikle yüksek düzeyde ilişkili olup olmadığına bakılmaktadır. Verilerin geçerliliğini ölçmek amaçlı faktör analizinden yararlanılmıştır. Büyüköztürk (2016: 133)’e göre birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkenin daha az sayıda anlamlı değişkenler (faktörler) bulmak üzere uygulanan faktör analizi yaklaşımının temel de iki türü mevcuttur: Açıklayıcı (Açımlayıcı, Keşfedici, Exploratory) ve Doğrulamalı (Confirmatory).

3.3.1.1. Açıklayıcı /Keşfedici Faktör Analizi

Keşfedici faktör analizi, “araştırılan konuyla ilgili değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında araştırmacının herhangi bir fikri veya öngörüsü olmaması durumunda kullanılan bir faktör analizi” olarak tanımlanmaktadır. Çalışmada kullanılan ölçeklerin uygunluğunu tespit etmek amacıyla Varimax yöntemi kullanılarak her bir ölçeğe ayrı ayrı keşfedici faktör analizi uygulanmıştır. Analizin ilk aşamasında, Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett değerlerine bakılmıştır (Altunışık vd., 2004: 266-268). Her bir faktörün diğer faktörler tarafından tahmin edilebilirlik derecesini gösteren KMO örneklem yeterliliğinin, 0.50’den daha fazla olması gerekmektedir (Çokluk vd., 2016: 207; Altunışık vd., 2004: 268). Diğer yandan değişkenler arasında yeterli düzeyde bir

korelasyon var olup olmadığını ortaya koymak amacıyla yapılan Bartlett testinde P değerinin 0,05 'den düşük olması gerekmektedir (Sipahi vd., 2008: 79).

Tablo 9'da Endüstri 4.0 farkındalık ölçeğine ilişkin Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonuçları yer almaktadır. KMO değerinin %81,50 (,815) ve P değerinin ise 0,05 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir (P=,000). Bu noktada ortaya konan veri setinin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 9: Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett Testi

KMO Örneklem Yeterliliği Ölçütü		,815
Bartlett Küresellik Testi	Yaklaşık Ki-Kare	236,437
	Serbestlik Derecesi	10
	Anlamlılık Düzeyi	,000

Faktör analizinde bir diğer önemli unsur açıklanan varyans oranıdır. Tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın %30 ve üzerinde olması beklenirken, çok faktörlü ölçekler için daha yüksek bir oran beklenmektedir (Büyüköztürk, 2016: 135). Tablo 10'da Endüstri 4.0 farkındalık ölçeğine ilişkin faktör sayıları ve açıklanan varyans oranları yer almaktadır. Yapılan faktör analizi sonuçlarına göre ölçekte yer alan ifadelerin tek faktör altında toplandığı ve faktörlerin toplam varyansın %61,225'ini açıkladığı görülmektedir.

Tablo 10: Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin Faktör Sayıları ve Toplam Açıklanan Varyansları

Bileşenler	Başlangıç Özdeğerleri			Kareli Yüklerin Çıkarım Toplamları		
	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde
1	3,061	61,225	61,225	3,061	61,225	61,225
2	,815	16,297	77,522			
3	,424	8,486	86,009			
4	,400	8,002	94,010			
5	,299	5,990	100,000			

Faktör analizinde aynı yapıyı ölçmeyen ifadelerin ölçekten çıkarılması gereklidir. Bu kapsamda ölçeğe ilişkin faktör yükü değerlerine bakılmaktadır. Faktör yükü değerlerinin en az 0.30 olması noktasında genel bir kani mevcuttur. Büyüköztürk (2016: 134)'e göre ise bu değer 0,45'ten büyük olması gerekmektedir. Çalışmada, faktör analizi sonucunda faktör yükleri 0,45 üzerinde yer alan değerler analize dâhil edilmiştir. Tablo 11 'de Endüstri 4.0 farkındalık ölçeğine ilişkin faktör değerleri yer almaktadır. Faktör yükleme değerlerinin 0,45 üzerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 11: Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin Faktör Değerleri

	Faktör
Dördüncü Sanayi Devrimi teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim	, 740
Şirketim Dördüncü Sanayi Devrimi ile ilgileniyor	, 791
Üst düzey yöneticiler Dördüncü Sanayi Devriminin farkındadır	, 844
Şirketim Dördüncü Sanayi Devrimi hakkında bilgiye sahiptir	, 853
Şirketim Endüstri 4.0'a yönelik çalışmalar yapmaktadır	, 669

Tablo 12'de işin yapısı ölçeğine ilişkin KMO değeri ve anlamlılık düzeyi yer almaktadır. KMO değerinin %70,1 (.701) ve P değerinin ise 0,05 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir (P=,000). Bu bağlamda ortaya konan veri setinin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 12: İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin KMO ve Bartlett Testi

KMO Örnekleme Yeterliliği Ölçütü		,701
Bartlett Küresellik Testi	Yaklaşık Ki-Kare	87,727
	Serbestlik Derecesi	6
	Anlamlılık Düzeyi	,000

Tablo 13'te işin yapısı ölçeğinin faktör sayıları ve açıklanan varyans oranları yer almaktadır. Yapılan faktör analizi sonuçlarına göre ölçekte yer alan ifadelerin tek faktör altında toplandığı ve faktörlerin toplam varyansın %53,329'unu açıkladığı görülmektedir.

Tablo 13: İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin Faktör Sayıları ve Toplam Açıklanan Varyansları

Bileşenler	Başlangıç Özdeğerleri			Kareli Yüklerin Çıkarım Toplamları		
	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde
1	2,133	53,329	53,329	2,133	53,329	53,329
2	,799	19,970	73,299			
3	,643	16,066	89,365			
4	,423	10,635	100,000			

Tablo 14'te işin yapısı ölçeğine ilişkin faktör değerleri yer almaktadır. Faktör değerleri 0,45'in altında kalan ifadeler analize dâhil edilmemiştir. Aşağıdaki tabloda işin yapısı ölçeğine ilişkin faktör yükleme değerlerinin 0,45 üzerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 14: İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin Faktör Değerleri

	Faktör
Çalışanlar zaman ve mekân ayrımı olmaksızın bilgiye her an ulaşılabilir	, 804
Çalışanlar sistem üzerindeki bütün verileri kolayca izleyebilir	, 780
Çalışanlar aralarında anında iletişim kurabilir	, 713
Çalışanların iş hataları azdır	, 609

Tablo 15’te işgücü niteliği ölçeğine ilişkin KMO değeri ve anlamlılık düzeyi yer almaktadır. KMO değerinin %87,3 (,873) ve P değerinin ise 0,05 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir (P=,000). Bu bağlamda ortaya konan veri setinin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 15: İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin KMO ve Bartlett Testi

KMO Örneklem Yeterliliği Ölçütü		,873
Barlett Küresellik Testi	Yaklaşık Ki-Kare	707,341
	Serbestlik Derecesi	78
	Anlamlılık Düzeyi	,000

Tablo 16’da işgücü niteliği ölçeğine ilişkin faktör sayıları ve açıklanan varyans oranları yer almaktadır. Yapılan faktör analizi sonuçlarına göre ölçekte yer alan ifadelerin üç faktör altında toplandığı ve faktörlerin toplam varyansın %63,309’unu açıkladığı görülmektedir.

Tablo 16: İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin Toplam Açıklanan Varyansları

Bileşenler	Başlangıç Özdeğerleri			Kareli Yüklerin Çıkarım Toplamları		
	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde
1	5,848	44,983	44,983	5,848	44,983	44,983
2	1,248	9,598	54,581	1,248	9,598	54,581
3	1,135	8,728	63,309	1,135	8,728	63,309
4	,822	6,321	69,630			
5	,733	5,639	75,269			
6	,628	4,830	80,099			
7	,624	4,797	84,896			
8	,456	3,507	88,403			
9	,446	3,431	91,834			
10	,359	2,765	94,599			
11	,270	2,074	96,673			
12	,231	1,777	98,450			
13	,201	1,550	100,000			

Tablo 17’de işgücü niteliği ölçeğine ilişkin faktör yükleme değerleri yer almaktadır. Faktör değerlerinin 0,45 üzerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca faktör değerleri ilgili aralığın altında kalan ifadeler analize dâhil edilmemiştir.

Tablo 17: İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin Faktör Değerleri

	Faktör		
	Teknik Yetkinlikler	Metodolojik yetkinlikler	Sosyal/Kişisel Yetkinlikler
Çalışanlar ileri derecede teknoloji bilgisine sahiptir	,707		
Çalışanlar yüksek teknik becerilere sahiptir	,785		
Çalışanlar yüksek derecede kodlama becerilerine sahiptir	,703		
Çalışanlar yüksek derecede siber güvenlik farkındalığına sahiptir	,671		
Çalışanlar yüksek yaratıcılık yeteneğine sahiptir		,731	
Çalışanlar yüksek problem çözme yeteneğine sahiptir		,748	
Çalışanlar kendi kararlarını kendi verebilmektedir		,790	
Çalışanlar karmaşık süreçlerin üstesinden gelebilecek analitik becerilerine sahiptir		,791	
Çalışanlar araştırma becerilerine sahiptir		,653	
Çalışanlar iş birliği ve uzlaşma yeteneğine sahiptir			,659
Çalışanlar bilgi transfer yeteneğine sahiptir			,723
Çalışanlar mesleki açıdan esnek sorumluluklara sahiptir			,841
Çalışanlar öğrenme motivasyonlarına sahiptir			,467

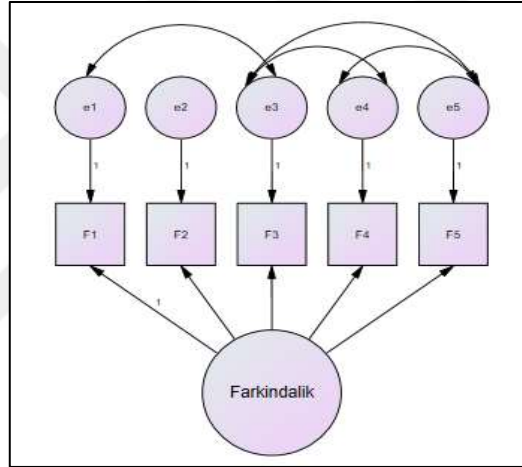
3.3.1.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Açıklayıcı faktör analizinden sonra yapılan doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile önceden belirlenmiş bir yapının veya modelin doğrulanması amaçlanmaktadır (Bayram, 2010: 80). DFA ile doğrulanan ölçeklerin geçerli olduğu kabul edilmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2018: 342). Doğrulayıcı faktör analizinde model ile teorinin uyumu değerlendirilirken çeşitli uyum indeksleri dikkate alınmaktadır. Bu indekslerden biri **ki-kare uyum testidir**. Ki-kare uyum testi ki-karenin (X^2) serbestlik derecesine (sd) bölünmesiyle elde edilmektedir (Şimşek, 2007: 47). Schermelleh-Engel ve Moosbrugger (2003: 36)'e göre X^2/sd değerinin 2'den küçük olması mükemmel bir uyum değeri, 5'ten küçük olması kabul edilebilir bir uyum değeri olarak kabul edilmektedir. Kline (2005)'e göre ise, bu değer 3'ten küçük olması mükemmel, 5'ten küçük olması ise kabul edilebilir bir uyum değeri olarak kabul edilmektedir (Konokman ve Yelken, 2015: 629). Bir diğer indeks ise, "Uyum İyiliği İndeksi (GFI)" ve "Karşılaştırmalı Uyum İyiliği İndeksi (CFI)"dir. GFI, "örneklemdaki kovaryans matrisinin model tarafından ne seviyede ölçüldüğünü gösteren indeks" olarak tanımlanmaktadır (Sümer, 2000: 60). CFI ise, değişkenler arası korelasyonu yok sayarak ortaya koyduğu model ile yokluk (H_0) hipotezinin farkını göstermektedir. GFI ve CFI, 0-1 arasında değerler almakta ve değer 1'e yaklaşması modelin uyum gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle de GFI ve CFI değerinin 0.90 üzeri olması iyi uyum gösterdiği anlamına gelmektedir (Çokluk vd., 2016: 269-270; Sümer, 2000: 61). **Normlaştırılmış Uyum İndeksi (NFI)**, "Ki-kare dağılımının gereksinim duyduğu tahminlere uyma mecburiyeti olmaksızın, modeller arasında kıyaslama yapan indeks" olarak ifade edilmektedir. NFI, 0-1 arasında değerler almakta, bu değer 0.95'ten yüksek olması mükemmel uyumu, 0,90 ve 0,94 arasında bir değer alması kabul edilebilir uyum değerini göstermektedir (Sümer, 2000: 61). Son olarak ise çalışmada

Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA) indeksine bakılmıştır. RMSEA alması gereken değerler konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Evcı ve Aylar (2017: 410)'a göre, 0-1 arası değerler almakta ve $<0,05$ olması durumunda mükemmel, $<0,08$ olması durumunda kabul edilebilir uyum değeri olarak kabul edilmektedir. Browne ve Cudeck (1993)'e göre, bu değer 0.05'e eşit veya altında olması durumunda iyi uyum değerini, 0.05-0.08 arasında olması durumunda yeterli uyum değerini, 0.08-0.10 arasında olması durumunda kabul edilebilir uyum değerini, 0.10'un üstünde olması durumunda ise kabul edilemez uyum değerini ifade etmektedir (Schermelele-Engel ve Moosbrugger, 2003: 36).

Endüstri 4.0 farkındalık ölçeği yapı geçerliliğini test etmek amacıyla yapılan DFA sonuçları Şekil 2'de yer almaktadır.

Şekil 2: Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğine İlişkin DFA Path Diyagramı



Yapılan analizin daha uyumlu hale getirilmesi amacıyla farkındalık ölçeği faktörlerinden F1-F3, F3-F4, F4-F5 ve F3-F5'in hata terimleri arasında kovaryans bağlantısı kurulmuştur. Doğrulayıcı faktör analizinde istenildiği gibi iyileştirmeler yapılmamakta, teori ile desteklenebilen iyileştirmeler yapılabilmektedir. Teorik olarak desteklenen iyileştirmelerle anlatılmak istenen, aynı şeyleri ölçmeyi amaçlayan aynı faktörü oluşturan maddelerin hata terimlerinin ilişkilendirebileceği anlamına gelmektedir (Meydan ve Şeşen, 2015: 82).

Tablo 18'de farkındalık ölçeğinin DFA sonucunda elde edilen istatistikî değerleri yer almaktadır. Farkındalık ölçeğinin DFA istatistikî değerleri incelendiğinde ifadelerle ait P değerlerinin 0,000 olduğundan dolayı, bu ifadelerin bağlı oldukları faktör üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 18: Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeğinin DFA İstatistik Değerleri

	S.E.K	β	S.E.	C.R.	P
F1	1,000	,764			
F2	1,135	,771	,087	13,094	***
F3	1,005	,769	,075	13,400	***
F4	1,026	,795	,073	14,153	***
F5	,816	,611	,098	8,355	***

S.E.K: Standardize Edilmemiş Regresyon Katsayıları. β : Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları.
C.R: Yapı Güvenirliliği

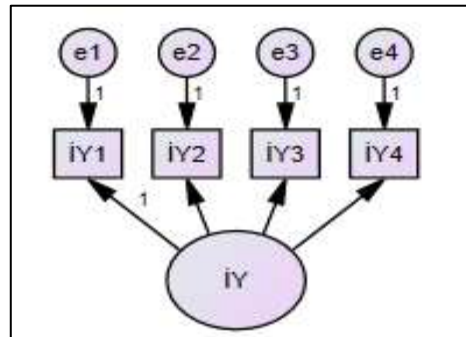
Tablo 18’de ifadelerin farkındalık değişkeni üzerindeki etkisi standardize edilmiş regresyon katsayıları (β) ile gösterilmektedir. Buna göre, her bir maddenin farkındalığın tek boyutunu açıklamadaki etkisi %61,1 ya da daha fazla olmaktadır. Tablo 19’da Endüstri 4.0 farkındalık ölçeğine ait uyum indeksleri yer almaktadır.

Tablo 19: Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeği Uyum İndeksleri

χ^2	df	χ^2/df	GFI	CFI	NFI	RMSEA
18,909	7	2,701	,954	,950	,932	,091

Tablo 19’da ki-kare istatistiğinin serbestlik derecesine oranının (χ^2/df) 2,701; uyum iyiliği indeksinin (GFI) 0,954; karşılaştırmalı uyum iyiliği indeksinin (CFI) 0,950 ve normlaştırılmış uyum iyiliği indeksinin (NFI) 0,932 olduğu görülmektedir. Ayrıca yaklaşık hataların ortalama karekökü değeri (RMSEA), 091 bulunmuştur. χ^2/df değerinin 3’ün altında olduğu için mükemmel bir uyum değerine, GFI ve CFI değerlerinin 0,90’ın üzerinde olması modelin iyi uyum değerlerine, NFI değerinin 0,90 üzerinde olması kabul edilebilir uyum değerine ulaştığını göstermektedir. RMSEA değeri ise 0,091 ile kabul edilebilir uyum değerine sahiptir. Şekil 3’te işin yapısı ölçeği yapı geçerliliğini test etmek için yapılan DFA sonuçları yer almaktadır.

Şekil 3: İşin Yapısı Ölçeğine İlişkin DFA Path Diyagramı



Tablo 20’de işin yapısı ölçeğine ilişkin doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen istatistikî değerler yer almaktadır. İşin yapısı ölçeğinin DFA istatistik değerleri incelendiğinde

ifadelere ait P değerlerinin 0,000 olduğundan dolayı, bu ifadelerin bağlı oldukları faktör üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 20: İşin Yapısı Ölçeğinin DFA İstatistik Değerleri

	S.E.K	β	S.E.	C.R.	P
İY1	1,000	,774			
İY2	1,304	,716	,248	5,247	***
İY3	,688	,537	,148	4,647	***
İY4	,576	,415	,154	3,727	***

S.E.K: Standardize Edilmemiş Regresyon Katsayıları. β : Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları. C.R: Yapı Güvenirliliği

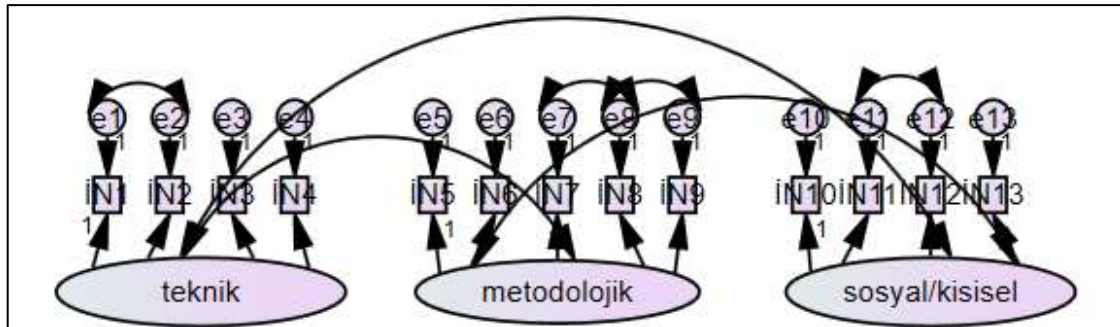
Tablo 20’de ifadelerin işin yapısı değişkeni üzerindeki etkisi standardize edilmiş regresyon katsayıları (β) ile gösterilmektedir. Buna göre, her bir maddenin işin yapısının tek boyutunu açıklamadaki etkisi %41,5 ya da daha fazla olmaktadır. Tablo 21’de işin yapısı ölçeğine ilişkin uyum indeksleri yer almaktadır.

Tablo 21: İşin Yapısı Ölçeği Uyum İndeksleri

χ^2	df	χ^2/df	GFI	CFI	NFI	RMSEA
3,237	2	1,618	,986	,985	,964	,073

Tablo 21’de ki-kare istatistiğinin serbestlik derecesine oranının (χ^2/df) 1,618; uyum iyiliği indeksinin (GFI) 0,986; karşılaştırmalı uyum iyiliği indeksinin (CFI) 0,985 ve normlaştırılmış uyum iyiliği indeksinin (NFI) 0,964 olduğu görülmektedir. Ayrıca yaklaşık hataların ortalama karekökü değeri (RMSEA) 0,073 bulunmuştur. χ^2/df değerinin 3’ün altında olması mükemmel uyum değerine sahip olduğunu, GFI, CFI değerlerinin 0,90’ın üzerinde olması modelin iyi uyum değerlerine, NFI değerinin 0,95’in üzerinde olması mükemmel uyum değerine ulaştığını göstermektedir. RMSEA değerinin ise 0,08’den küçük olduğu için yeterli uyum değerine sahip olduğu görülmektedir. İşgücü niteliği ölçeği yapı geçerliliğini test etmek için yapılan DFA Şekil 4’te yer almaktadır.

Şekil 4: İşgücü Niteliği Ölçeğine İlişkin DFA Path Diyagramı



Yapılan analizin daha uyumlu hale getirilmesi amacıyla işgücü niteliği ölçeği faktörlerinden İN1-İN2, İN7-İN8, İN8-İN9 ve İN11-İN12'nin hata terimleri arasında kovaryans bağlantısı kurulmuştur.

Tablo 22'de işgücü niteliği ölçeğinin doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen istatistikî değerleri yer almaktadır. İşgücü niteliği ölçeğinin DFA istatistik değerleri incelendiğinde ifadelerle ait P değerlerinin 0,000 olduğundan dolayı, bu ifadelerin bağlı oldukları faktör üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 22: İşgücü Niteliği Ölçeğinin DFA İstatistik Değerleri

	S.E.K	β	S.E.	C.R.	P
İN1<=Teknik	1,000	,746			
İN2<=Teknik	,905	,704	,095	9,574	***
İN3<=Teknik	1,217	,666	,196	6,202	***
İN4<=Teknik	1,102	,560	,207	5,315	***
İN5<=Metodolojik	1,000	,811			
İN6<=Metodolojik	1,086	,863	,108	10,062	***
İN7<=Metodolojik	1,007	,646	,140	7,178	***
İN8<=Metodolojik	,924	,699	,117	7,874	***
İN9<=Metodolojik	,857	,688	,111	7,731	***
İN10<=Sosyal/Kişisel	1,000	,646			
İN11<=Sosyal/Kişisel	1,054	,633	,205	5,147	***
İN12<=Sosyal/Kişisel	1,009	,582	,210	4,812	***
İN13<=Sosyal/Kişisel	1,010	,626	,194	5,202	***

S.E.K: Standardize Edilmemiş Regresyon Katsayıları. β : Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları. C.R: Yapı Güvenirliliği

Tabloda 22'deki ifadelerin işgücü niteliği değişkeni üzerindeki etkisi standardize edilmiş regresyon katsayıları (β) ile gösterilmektedir. Buna göre, her bir maddenin işgücü niteliğinin tek boyutunu açıklamadaki etkisi %56 ya da daha fazla olmaktadır. Tablo 23'te işgücü niteliğine ilişkin uyum indekslerine yer verilmiştir.

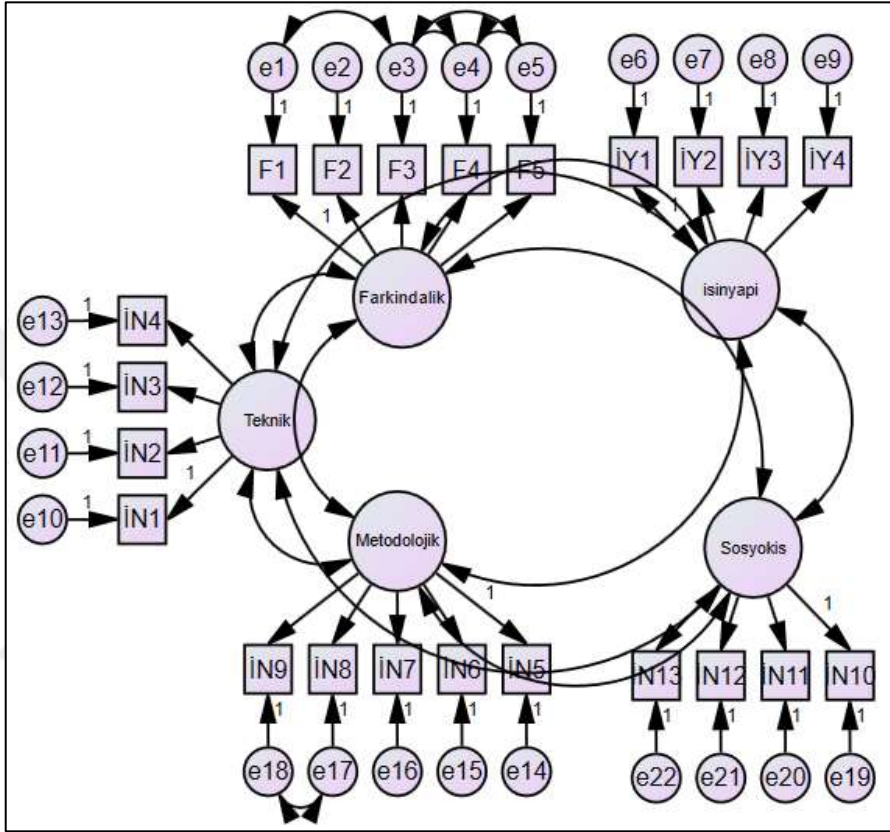
Tablo 23: İşgücü Niteliği Ölçeği Uyum İndeksleri

χ^2	df	χ^2/df	GFI	CFI	NFI	RMSEA
66,112	58	1,140	,921	,988	,911	,035

Tablo 23'te ki-kare istatistiğinin serbestlik derecesine oranının (χ^2/df) 1,140; uyum iyiliği indeksinin (GFI) 0,921; karşılaştırmalı uyum iyiliği indeksinin (CFI) 0,988 ve normlaştırılmış uyum iyiliği indeksinin (NFI) 0,911 olduğu görülmektedir. Ayrıca yaklaşık hataların ortalama karekökü değeri (RMSEA) 0,035 bulunmuştur. χ^2/df değerinin 3'ün altında olması mükemmel uyum değerine sahip olduğunu, GFI ve CFI değerlerinin 0,90'ın üzerinde olması modelin iyi uyum

değerlerine, NFI değerinin 0,90 üzerinde olması kabul edilebilir uyum değerine ulaştığını göstermektedir ve son olarak RMSEA değerinin 0,08'in altında olması modelin yeterli bir uyum değerlerine ulaştığını göstermektedir. Açıklayıcı faktör analizi sonucu ortaya konulan modelin doğrulanması noktasında yapılan modele ait DFA path diyagramı Şekil 5'te yer almaktadır.

Şekil 5: Modele Ait DFA Path Diyagramı



Analizin daha uyumlu hale gelmesi için farkındalık ölçeği faktörlerinden F1-F3, F3-F4, F3-F5, F4-F5 ve metodolojik yetkinlik boyutundaki faktörlerden İN8-İN9 'un hata terimleri arasında kovaryans bağlantısı kurulmuştur. Tablo 24'te birlikte ele alınan ölçeklerin doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen istatistikî değerleri yer almaktadır. Modele ait DFA istatistik değerleri incelendiğinde ifadeler için P değerlerinin 0,000 olduğundan dolayı, bu ifadelerin bağlı oldukları faktör üzerinde anlamlı bir etkiye sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 24: Modele Ait DFA İstatistik Değerleri

	S.E.K	β	S.E.	C.R.	P
F1	1,000	,764			
F2	1,135	,771	,087	13,094	***
F3	1,005	,769	,075	13,398	***
F4	1,026	,795	,073	14,153	***
F5	,816	,611	,098	8,355	***
İY1	1,000	,720			
İY2	1,367	,698	,210	6,522	***
İY3	,713	,519	,147	4,856	***
İY4	,796	,533	,182	4,376	***
İN1<=Teknik	1,000	,853			
İN2<=Teknik	,934	,831	,086	10,881	***
İN3<=Teknik	,979	,613	,145	6,735	***
İN4<=Teknik	,890	,518	,161	5,529	***
İN5<=Metodolojik	1,000	,808			
İN6<=Metodolojik	1,079	,854	,105	10,263	***
İN7<=Metodolojik	1,051	,671	,142	7,422	***
İN8<=Metodolojik	,963	,728	,119	8,127	***
İN9<=Metodolojik	,859	,687	,113	7,636	***
İN10<=Sosyal/Kişisel	1,000	,632			
İN11<=Sosyal/Kişisel	1,180	,694	,213	5,545	***
İN12<=Sosyal/Kişisel	1,130	,638	,212	5,337	***
İN13<=Sosyal/Kişisel	1,008	,612	,202	4,991	***

S.E.K: Standardize Edilmemiş Regresyon Katsayıları. β : Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları. C.R: Yapı Güvenirliliği

Tablo 24'te bulunan standardize edilmiş kat sayılar incelendiğinde; farkındalık değişkenin gözlenen değişkenlerle olan ilişkisinin sırasıyla .682, .772, .751, .771, .759; işin yapısının .720, .698, .519, .533; işgücü niteliği teknik yetkinlik boyutunda .518, .613, .831, .853; metodolojik yetkinlik boyutunda .687, .728, .671, .854, .808 ve sosyal/kişisel yetkinlik boyutunda .612, .638, .694, .632 faktör değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Tablo 25'te modele ait uyum indekslerine yer verilmiştir.

Tablo 25: Modele Ait Uyum İndeksleri

χ^2	df	χ^2/df	GFI	CFI	NFI	RMSEA
309,411	217	1,426	,826	,935	,861	,060

Tablo 25'te ki-kare istatistiğinin serbestlik derecelerine oranının (χ^2/df) 1,426; uyum iyiliği indeksinin (GFI) 0,826; karşılaştırmalı uyum iyiliği indeksinin (CFI) 0,935 ve normlaştırılmış uyum iyiliği indeksinin (NFI) 0,861 olduğu görülmektedir. Yaklaşık hataların ortalama karekökü değerinin (RMSEA) ise 0,060 bulunmuştur. χ^2/df değerinin 3'ün altında olması mükemmel uyum

değerine, GFI, NFI ve CFI değerlerinin kabul edilebilir uyum değerlerine ve RMSEA değerinin ise 0,08'dan küçük olduğu için yeterli uyum değerine sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, farkındalık, işin yapısı ve işgücü niteliği olmak üzere 3 ölçekte yer alan toplam 22 maddenin modelle uyumlu olduğu görülmektedir.

3.3.2. Güvenilirlik Analizi

Ölçeğin güvenilir olması demek benzer şartlarda tekrarlandığında benzer sonuçlar vermesi anlamına gelmektedir. Ölçek güvenilir olduğunda aynı zamanda genelleşebilir olmaktadır. Güvenilirlik içsel tutarlılık analizi ile ölçülmekte ve analizde Cronbach Alfa katsayısı kullanılmaktadır. Bu katsayı 0-1 arasında değerler almakta ve bu değer en az 0,70 olması gerekmektedir (Altunışık vd., 2004: 126). Cronbach alpha katsayısı aşağıdaki değerlere göre değerlendirilmektedir (Akgül ve Çevik, 2003; 435-436; Ural ve Kılıç, 2011: 286; Kayış, 2018: 405).

$0,00 \leq \alpha < 0,40$ ise ölçek güvenilir değildir.

$0,40 \leq \alpha < 0,60$ ise ölçek düşük güvenilirliktedir.

$0,60 \leq \alpha < 0,80$ ise ölçek oldukça güvenilirdir.

$0,80 \leq \alpha < 1,00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilirdir.

Tablo 26'da araştırmada kullanılan ölçeklere ait güvenilirlik düzeyleri yer almaktadır. İşin yapısı ölçeğinin oldukça güvenilir, Endüstri 4.0 farkındalığı ve işgücü niteliği ölçeği güvenilirlik oranının ise yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 26: Araştırmada Kullanılan Ölçeklerin Güvenilirliği

Değişken	Cronbach's Alpha (Alfa)
Endüstri 4.0 Farkındalığı	,837
İşin Yapısı	,696
İşgücü Niteliği	,888
- Teknik Yetkinlik	,766
- Metodolojik Yetkinlik	,870
- Sosyal/Kişisel Yetkinlik	,738

3.3.3. Tanımlayıcı İstatistikler

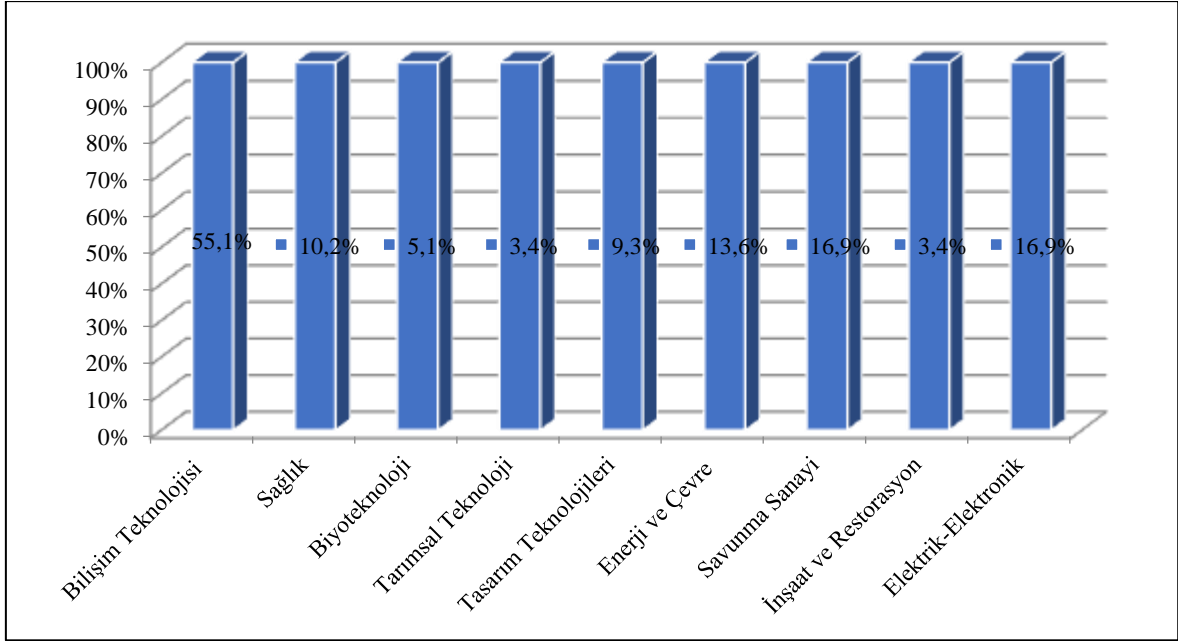
Tablo 27'de ankete katılan kişiler ile ilgili demografik özellikler ve firmalara ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 27: Katılımcı ve Firma Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişken		Frekans	Yüzde
Cinsiyet	Kadın	41	34,7
	Erkek	77	65,3
Öğrenim Durumu	Lisans	21	17,8
	Yüksek Lisans	55	46,6
	Doktora	42	35,6
Yaş	21-30	46	39,0
	31-40	52	44,1
	41-50	16	13,6
	51 ve Üzeri	4	3,4
Çalışma Süresi	1 Yıldan Az	22	18,6
	1-3 Yıl	54	45,8
	3-5 Yıl	19	16,1
	5 Yıldan Fazla	33	19,5
Çalışan Sayısı	0-9	78	66,1
	10-49	29	24,6
	50-249	9	7,6
	250 ve Üzeri	2	1,7

Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgiler tablo 26'da yer almaktadır. Katılımcıların %65,3'ünün erkek bireylerden, %34,7'sinin kadın bireylerden oluştuğu görülmektedir. Öğrenim durumları incelendiğinde ise %17,8 "lisans mezunu", %46,6'sı "yüksek lisans" ve %35,6'sının "doktora mezunu" olduğu tespit edilmiştir. Yaşa ait frekans dağılımına baktığımızda, %39'u "21-30", %44,1'i "31-40", %13,6'sı "41-50" ve %3,4'ü "51 ve üzeri" yaş aralığında yer almaktadır. Ayrıca katılımcıların %18,6'sının "1 yıldan daha az", %45,8'inin "1-3 yıl", %16,1'inin "3-5 yıl" ve %19,5'inin "5 yıldan fazla" çalışma süreleri sahiptir. Araştırmaya katılan firmalarda çalışan sayısı %66,1 ile "0-9", %24,6 ile "10-49", %7,6 ile "50-249" ve %1,7 ile "250 ve üzerinde" görülmektedir. Grafik 3'te araştırmaya katılan firmaların sektörel dağılımlarına ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Grafik 3: Araştırmaya Katılan Firmaların Sektörel Dağılımları



Araştırmaya katılan firmaların %55,1'i bilişim teknolojisi sektöründe, %10,2'si sağlık, %5,1'i biyoteknoloji, %3,4'ü tarımsal teknoloji, %9,3'ü tasarım teknolojisi, %13,6'sı enerji-çevre, %16,9'u savunma sanayi, %3,4'ü inşaat-restorasyon ve %16,9'u elektrik-elektronik sektöründe faaliyet göstermektedir. Araştırma da sadece bir sektörde faaliyet gösteren firmalar olduğu gibi birden fazla sektörde faaliyet gösteren firmalarda bulunmaktadır. Tablo 28'de araştırmaya katılan firmaların kuruluş yapılarına ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 28: Araştırmaya Katılan Firmaların Kuruluş Yapılarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken (Kuruluş Yapısı)	Frekans	Yüzde
Start-Up Şirket	41	34,7
Spin-Off Şirket	58	49,2
Birçok Firmanın Bir Araya Gelerek Kurduğu Şirket	19	16,1
Toplam	118	100,0

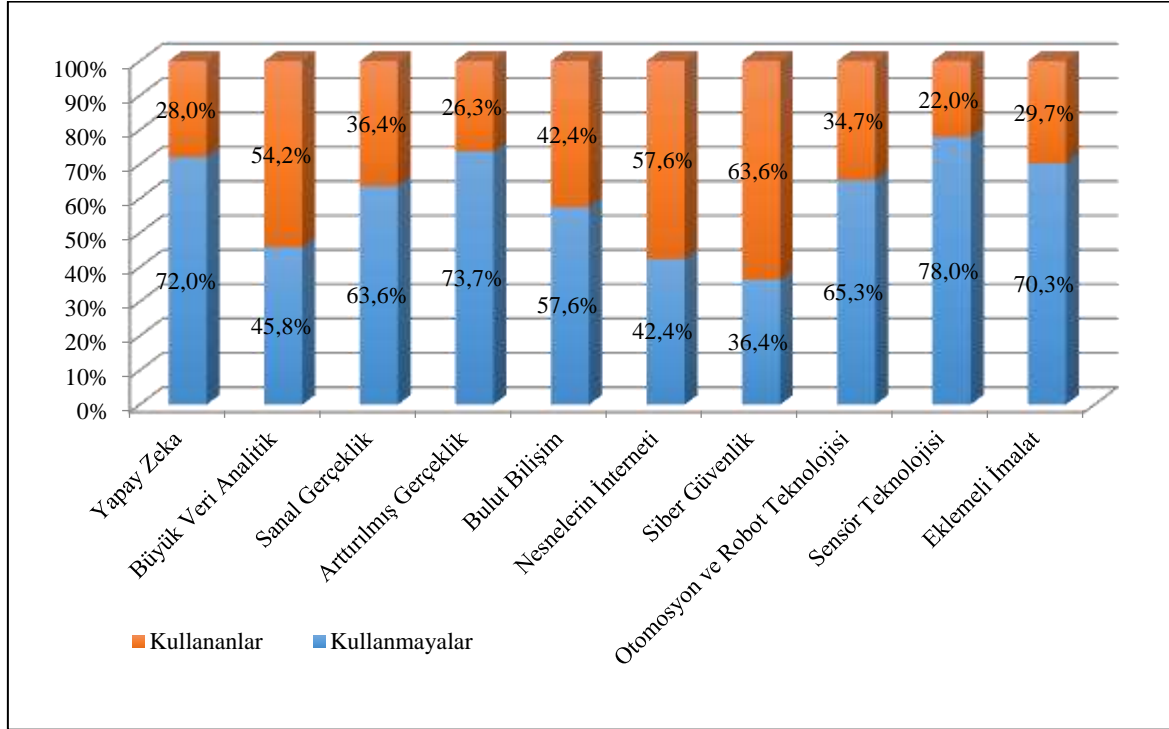
Araştırmaya katılan firmaların kuruluş yapıları incelendiğinde, %34,7'ünün start-up, %49,2'inin spin-off, %16,1'inin birçok firmanın bir araya gelerek kurduğu şirket olduğu görülmektedir. Tablo 29'da ölçeklere ait ortalamalar yer almaktadır.

Tablo 29: Ölçek Ortalamalarının Tanımlayıcı İstatistiği

	Ortalama	Standart Sapma
Endüstri 4.0 Farkındalığı	3,6492	,80296
İşin Yapısı	4,2775	,56215
İşgücü Niteliği	4,0303	,53683

Analiz sonucuna göre en yüksek ortalama 4,2775 ile işin yapısına, daha sonra 4,0303 ile işgücü niteliğine ve 3,642 ile Endüstri 4.0 farkındalığına ait olduğu görülmektedir. Çalışmada, farkındalığın ve işgücü niteliğinin yüksek, işin yapısının/niteliğinin çok yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Grafik 4'te araştırmaya katılan firmaların kullanmakta oldukları teknoloji türüne ilişkin tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Grafik 4: Araştırmaya Katılan Firmaların Endüstri 4.0 Teknoloji Kullanım Oranları



Araştırmaya katılan firmaların %28'i yapay zekâ teknolojisini, %54,2'si büyük veri analitik, %36,4'ünün sanal gerçeklik, %26,3'ünün arttırılmış gerçeklik, %42,4'ünün bulut bilişim, %57,6'sının nesnelerin interneti, %63,6'sının siber güvenlik, %34,7'sinin otomasyon ve robot teknolojisi, %22'sinin sensör teknolojisi, %29,7'sinin eklemeli imalat teknolojisini kullandıkları görülmektedir. Araştırma da sadece bir teknoloji türünü kullananlar firmalar olduğu gibi birden fazla teknoloji türünü kullanan firmalarda bulunmaktadır. Çalışmada teknoloji kullanım düzeyi şeklinde ele alınan değişken için, bir, iki, üç, dört ve beş farklı teknoloji kullanan firmalar düşük düzey teknoloji kullanım sınıflandırmasında yer alırken, altı, yedi, sekiz, dokuz ve on farklı teknoloji kullananlar yüksek teknoloji kullanan firmalar olarak sınıflandırılmıştır.

3.3.4. Verilerin Normalliğinin Test Edilmesi

Çalışmada verilerinin normalliğinin test edilmesinde Kolmogorov-Smirnov (K-S)- Shapiro-Wilk testleri ve çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerine bakılmaktadır (Gürbüz ve Şahin, 2015; Çokluk vd., 2016: 16). Örneklem büyüklüğü 35'ten yüksek olduğunda Kolmogorov-

Smirnov (K-S) testi (McKillup, 2012), düşük olduğunda ise Shapiro-Wilk testi (Shapiro ve Wilk, 1965) kullanılmaktadır (Demir vd., 2016: 134). Test sonucunda bakılan anlamlılık düzeyinin 0,05'ten küçük olması durumunda verilerin normal dağılım göstermediği kabul edilmektedir (İslamoğlu ve Alınacı, 2014: 277). Tablo 30'da araştırma verilerine ait normal dağılım testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 30: Normallik Dağılım Testi (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk)

	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk	
	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.
Farkındalık	,091	,017	,970	,009
İşin Yapısı	,196	,000	,881	,000
İşgücü Niteliği	,092	,016	,963	,002

Çalışmanın örneklem büyüklüğü 35'ten yüksek olduğundan dolayı Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi anlamlılık değerleri dikkate alınmış olup bu değerler 0,05'ten küçük olduğu için verilerin normal dağılmadığı görülmektedir. Ayrıca sosyal bilimlere verilerin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek üzere çarpıklık ve basıklık değerlerine de bakılmaktadır (Gökçil, 2019: 78). Çarpıklık ve basıklık katsayısının hangi değerler arasında yer alacağı ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Büyüköztürk (2016: 40)'e göre çarpıklık ve basıklık katsayısı için -1 ile +1 arasında, arasında olması verilerin normal dağılım gösterdiği anlamına gelmektedir. Kline (2005)'e göre çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ile +2 arasında (Bayram, 2010: 49), Eroğlu (2018: 209)'na göre ise -3 ile +3 arasında bir değer olması gerekmektedir. Tablo 31'de ölçek verilerine ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri yer almaktadır.

Tablo 31: Ölçek Verilerine İlişkin Normallik Dağılımı (Çarpıklık-Basıklık)

	Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)
Endüstri 4.0 Farkındalığı	-,484	,368
İşin Yapısı	-1,158	1,235
İşgücü Niteliği	-,730	,436

Yukarıdaki normal dağılım tablosu incelendiğinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ile +2 arasında değerler aldığı görülmekte olup veri setinin normal dağıldığı kabul edilmektedir. Analizin devamında normal dağılım şartı sağlandığından dolayı parametrik testler uygulanmıştır.

3.3.5. Korelasyon Analizi

Değişkenler arası ilişkileri incelemek amacıyla verilerin normal dağılımı göz önüne alınarak Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon katsayısı "r" ile ifade edilmektedir ve -1 ile +1 arasında değerler almaktadır. Bu değerinin +1 olması değişkenler arası ilişkinin pozitif yönde ve mükemmel olduğu şeklinde yorumlanırken -1 olması mükemmel fakat negatif bir ilişki olduğunu

göstermektedir. R değerinin 0 olması ise, değişkenler arası ilişkinin olmadığı anlamına gelmektedir (Altunışık vd., 2004: 228). R değerinin 0,01 ile 0,30 arasında olması düşük düzey, 0,30 ile 0,70 arasında olması orta düzey, 0,70 ile 0,99 arasında olması ise değişkenler arası yüksek düzey ilişki olduğu anlamına gelmektedir (Büyüköztürk, 2016: 97). Tablo 32’de Pearson korelasyon testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 32: Pearson Korelasyon Testi

	1	2	3	4	5	6
Teknik Yetkinlikler	1					
Metodolojik Yetkinlikler	,599**	1				
Sosyal/Kişisel Yetkinlikler	,516**	,570**	1			
İşin Yapısı	,581**	,493**	,372**	1		
Teknoloji Kullanım Düzeyi	,394**	,256**	,258**	,339**	1	
Farkındalık Düzeyi	,592**	,438**	,266**	,229*	,208*	1
** . Korelasyon %1 seviyesinde anlamlı * . Korelasyon %5 seviyesinde anlamlı						

Metodolojik yetkinlikler ile teknik yetkinlikler arasında $r = 0,599$ pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmaktadır. Firma düzeyinde işgücü metodolojik yetkinlikleri arttıkça teknik yetkinliklerde artmaktadır. Sosyal/kişisel yetkinlikler ile teknik yetkinlikler arasında $r = 0,516$ pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmaktadır. İşgücü sosyal/kişisel yetkinlikleri arttıkça teknik yetkinlikleri de artmaktadır. Sosyal/kişisel yetkinlikler ile metodolojik yetkinlikler arasında $r = 0,570$ pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmaktadır. İşgücü sosyal/kişisel yetkinlikleri arttıkça metodolojik yetkinliklerde artmaktadır.

İşin yapısı ile teknik yetkinlikler arasında $r = 0,581$ pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmaktadır. İşin yapısı/niteliği arttıkça işgücü teknik yetkinlikleri artmaktadır. İşin yapısı ile metodolojik yetkinlikler arasında $r = 0,493$ pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmaktadır. İşin yapısı/niteliği arttıkça işgücü metodolojik yetkinlikleri artmaktadır. İşin yapısı ile sosyal/kişisel yetkinlikler arasında $r = 0,372$ pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmaktadır. İşin yapısı/niteliği arttıkça işgücü sosyal/kişisel yetkinlikleri artmaktadır.

Teknoloji kullanım düzeyi ile teknik yetkinlikler arasında $r = 0,394$ pozitif yönde orta düzey ilişki bulunmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi arttıkça işgücü teknik yetkinlikleri de artmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi ile metodolojik yetkinlikler arasında $r = 0,256$ pozitif yönde düşük düzey ilişki bulunmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi arttıkça işgücü metodolojik yetkinlikleri de artmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi ile sosyal/kişisel yetkinlikler arasında $r = 0,258$ pozitif yönde düşük düzey ilişki bulunmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi arttıkça işgücü sosyal/kişisel yetkinlikleri de artmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi ile işin yapısı arasında $r = 0,339$ pozitif

yönde orta düzey ilişki bulunmaktadır. Teknoloji kullanım düzeyi arttıkça işin yapısı/niteliği de artmaktadır.

Farkındalık düzeyi ile teknik yetkinlikler arasında $r = 0,592$ pozitif yönde orta düzey ilişki bulunmaktadır. Farkındalık düzeyi arttıkça işgücü teknik yetkinlikleri de artmaktadır. Farkındalık düzeyi ile metodolojik yetkinlikler arasında $r = 0,438$ pozitif yönde orta düzey ilişki bulunmaktadır. Farkındalık düzeyi arttıkça işgücü metodolojik yetkinlikleri de artmaktadır. Farkındalık düzeyi ile sosyal/kişisel yetkinlikler arasında $r = 0,266$ pozitif yönde düşük düzey ilişki bulunmaktadır. Farkındalık düzeyi arttıkça işgücü sosyal/kişisel yetkinlikleri de artmaktadır. Farkındalık düzeyi ile işin yapısı arasında $r = 0,229$ pozitif yönde düşük düzey ilişki bulunmaktadır. Farkındalık düzeyi arttıkça işgücü işin yapısı/niteliği de artmaktadır. Farkındalık düzeyi ile teknoloji kullanım düzeyi arasında $r = 0,208$ pozitif yönde düşük düzey ilişki bulunmaktadır. Farkındalık düzeyi arttıkça teknoloji kullanım düzeyi de artmaktadır.

3.3.6. İşgücü Niteliğine İlişkin Karşılaştırma Analizleri

Bu bölümde, Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyi ve farkındalık düzeyine göre farklılaşan işgücü niteliğine ilişkin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve bağımsız t-testi sonuçlarına yer verilmiştir.

3.3.6.1. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre İşgücü Yetkinliklerinin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi

Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA), "ikiden fazla bağımsız grubun ortalamalarının birbirinden farklı olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılan istatistiksel analiz yöntemi" olarak tanımlanmaktadır. ANOVA testinde, grupların birbirinden bağımsız olması gerekmektedir. Diğer önemli unsur ise grup varyanslarının homojenliği yani eşit olması gerektiğidir. Homojenlik testi de Levene testi ile yapılmaktadır (Durmuş vd., 2013: 124). Varyansların homojenliği testi (Test of Homogeneity of Variances) anlamlılık değeri 0,05'ten büyük ise homojen olduğu belirtilmekte (Çepni, 2010: 232) ve varyansların homojen olması durumunda "ANOVA", varyansların homojen olmaması durumunda ise "Welch testi" uygulanmaktadır (Sipahi vd, 2008: 133). ANOVA testi sonucunun anlamlı çıkması durumunda ($P < 0.05$), hangi gruplar arası farkın olduğunu ortaya koymak amacıyla, sosyal bilimlerde Tukey, Scheffe, Bonferroni ve LSD gibi çoklu karşılaştırma testleri kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2016: 49; Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 186). Çalışmada varyansların homojen olduğu tespit edilmesi durumunda varyans analizi için "Tukey" testi uygulanmıştır.

3.3.6.1.1. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre Teknik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi

Bu alt başlıkta, teknik yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla ANOVA yöntemine başvurulmuştur. Bu amaçla, ilk olarak, Levene testi ile grup varyanslarının homojen olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu analiz sonucunda, teknik yetkinlik boyutunda ($P=.154$; $P>.05$) grup varyanslarının homojen olduğu tespit edilmiş ve ANOVA sonuçları değerlendirilmiştir. Tablo 33'te teknik yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre ANOVA testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 33: Teknik Yetkinliklerin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre ANOVA Testi Sonuçları

Değişken	Kategori			N	Ortalama	Standart Sapma
Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyi	Düşük Düzey			7	2,8571	,67480
	Orta Düzey			47	3,6383	,72383
	Yüksek Düzey			64	4,3633	,51933
Teknik Yetkinlikler	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
	Gruplar arası	23,712	2	11,856	31,112	,000
	Gruplar içi	43,824	115	,381		
	Toplam	67,537	117			

ANOVA testi sonuçları incelendiğinde, teknik yetkinlik ortalamalarının ($F_{2-115}=31.112$, $P=.000<0,05$) Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Aşağıdaki tabloda teknik yetkinlik ortalamaları arasındaki farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu tespit etmek amacıyla ise çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) testlerinden olan Tukey testi uygulanmıştır. Tablo 34'te Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknik yetkinliklere ilişkin tukey testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 34: Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri ile Teknik Yetkinliklerin Tukey Testi Sonuçları

Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyi	Farkındalık düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata	Significant(P)
Düşük Düzey	Orta Düzey	-,78116*	,25010	,006
	Yüksek Düzey	-1,50614*	,24575	,000
Orta Düzey	Düşük Düzey	,78116*	,25010	,006
	Yüksek Düzey	-,72498*	,11859	,000
Yüksek Düzey	Düşük Düzey	1,50614*	,24575	,000
	Orta Düzey	,72498*	,11859	,000

*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlı.

Tukey testi sonuçlarına göre, yüksek ($\bar{x}= 4,3633$), orta ($\bar{x}= 3,6383$) ve düşük ($\bar{x}= 2,8571$) farkındalık düzeyine sahip firmaların birbirleri arasında teknik yetkinlik ortalamaları açısından

farklılık bulunmaktadır. Ayrıca analiz sonucunda bu farklılığın pozitif yönde olduğu yani firmaların farkındalık düzeyleri arttıkça teknik yetkinliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre H1a hipotezi desteklenmiştir.

3.3.6.1.2. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre Metodolojik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi

Bu alt başlıkta, metodolojik yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemine başvurulmuştur. Bu amaçla, ilk olarak, Levene testi ile grup varyanslarının homojen olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu analiz sonucunda, metodolojik yetkinlik boyutunda ($P=.748$; $P>.05$) grup varyanslarının homojen olduğu tespit edilmiş ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları değerlendirilmiştir. Tablo 35’te metodolojik yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre ANOVA testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 35: Metodolojik Yetkinliklerin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre ANOVA Testi Sonuçları

Değişken	Kategori			N	Ortalama	Standart Sapma
	Düşük Düzey	Orta Düzey	Yüksek Düzey			
Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyi	Düşük Düzey			7	3,2571	,73679
	Orta Düzey			47	3,9745	,63193
	Yüksek Düzey			64	4,3656	,53873
Metodolojik Yetkinlikler	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
	Gruplar arası	10,000	2	5,000	14,407	,000
	Gruplar içi	39,911	115	,347		
	Toplam	49,911	117			

ANOVA testi sonuçları incelendiğinde, metodolojik yetkinlik ortalamalarının ($F_{2,115}= 14,407$, $P=.00<0,05$) Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Aşağıdaki tabloda metodolojik yetkinlik ortalamaları arasındaki farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu tespit etmek amacıyla ise çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) testlerinden olan Tukey testi uygulanmıştır. Tablo 36’da Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile metodolojik yetkinliklere ilişkin tukey testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 36: Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri ile Metodolojik Yetkinliklerin Tukey Testi Sonuçları

Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyi	Farkındalık Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata	Significant (P)
Düşük Düzey	Orta Düzey	-,71733*	,23867	,009
	Yüksek Düzey	-1,10848*	,23452	,000
Orta Düzey	Düşük Düzey	,71733*	,23867	,009
	Yüksek Düzey	-,39116*	,11317	,002
Yüksek Düzey	Düşük Düzey	1,10848*	,23452	,000
	Orta Düzey	,39116*	,11317	,002

*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlı.

Tukey testi sonuçlarına göre, yüksek ($\bar{x}= 4,3656$), orta ($\bar{x}= 3,9745$) ve düşük ($\bar{x}= 3,2571$) farkındalık düzeyine sahip firmaların birbirleri arasında metodolojik yetkinlik ortalamaları açısından farklılık bulunmaktadır. Ayrıca analiz sonucunda bu farklılığın pozitif yönde olduğu yani firmaların farkındalık düzeyleri arttıkça metodolojik yetkinliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre H1b hipotezi desteklenmiştir.

3.3.6.1.3. Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin ANOVA Analizi

Bu alt başlıkta, sosyal/kişisel yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemine başvurulmuştur. Bu amaçla, ilk olarak, grup varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu analiz sonucunda, sosyal/kişisel yetkinlik boyutunda ($P=.517$; $P>.05$) grup varyanslarının homojen olduğu tespit edilmiş ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları değerlendirilmiştir. Tablo 37’de sosyal/kişisel yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre ANOVA testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 37: Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyine Göre ANOVA Testi Sonuçları

Değişken	Kategori			N	Ortalama	Standart Sapma
Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyi	Düşük Düzey			7	3,7857	,46611
	Orta Düzey			47	4,1064	,58222
	Yüksek Düzey			64	4,3164	,48844
Sosyal/Kişisel Yetkinlikler	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık
	Gruplar arası	2,480	2	1,240	4,467	,014
	Gruplar içi	31,927	115	,278		
	Toplam	34,407	117			

ANOVA testi sonuçları incelendiğinde, sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının ($F_{2,115}= 4,467$, $P=.014<0,05$) Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sosyal/kişisel yetkinlik ortalamaları arasındaki farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek Tukey testi sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Tablo 38’de Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile sosyal/kişisel yetkinliklere ilişkin tukey testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 38: Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri ile Sosyal-Kişisel Yetkinliklerin Tukey Testi Sonuçları

Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyi	Farkındalık düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata	Significant (P)
Düşük Düzey	Orta Düzey	-,32067	,21347	,294
	Yüksek Düzey	-,53069*	,20976	,034
Orta Düzey	Düşük Düzey	,32067	,21347	,294
	Yüksek Düzey	-,21002	,10122	,100
Yüksek Düzey	Düşük Düzey	,53069*	,20976	,034
	Orta Düzey	,21002	,10122	,100

*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlı.

Tukey testi sonuçlarına göre, Endüstri 4.0 farkındalık düzeyi düşük olan firmaların sosyal/kişisel yetkinlik ortalamaları ($\bar{x}= 3,7857$) ile Endüstri 4.0 farkındalık düzeyi yüksek ($\bar{x}=4,3164$) firmaların sosyal/kişisel yetkinlik ortalamaları arasında farklılık olduğu görülmektedir. Ayrıca analiz sonucunda bu farklılığın pozitif yönde olduğu yani firmaların farkındalık düzeyleri arttıkça sosyal/kişisel yetkinliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre H1c hipotezi desteklenmiştir.

3.3.6.2. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre İşgücü Yetkinliklerinin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi

Bağımsız iki grup karşılaştırmasını yapmak üzere kullanılan t testi analizinde, bu gruplar arasında bir farkın olduğunu ortaya koymak için “2-tailed signifiacnce” değerinin 0,05’ten küçük olması gerekmektedir (Altunışık vd., 2004: 283).

3.3.6.2.1. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Teknik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi

Teknik yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla bağımsız t-testi yöntemine başvurulmuştur. İlk olarak, grup varyanslarının homojen olup olmadığı belirlemek üzere Levene testine bakılmıştır. Test sonucunda, teknik yetkinlik boyutunda ($P=.245$; $P>.05$) grup varyanslarının homojen olduğu tespit edilmiş olup, varyansların eşit olduğu anlamlılık değeri dikkate alınmıştır. Tablo 39’da teknik yetkinliklerin teknoloji kullanım düzeyine göre bağımsız t-testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 39: Teknik Yetkinliklerin Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları

Teknik Yetkinlikler		Frekans	Ortalama	Standart Sapma	T Değeri	Standart Değişim	P Değeri (%95)	
							Varyanslar Eşit	Varyanslar Eşit değil
Teknoloji Kullanımı	Düşük Düzey	71	3,7430	,76295	-4,610	116	,000	
	Yüksek düzey	47	4,3511	,59586				

Bağımsız t-testi sonuçları incelendiğinde, grupların aritmetik ortalamaları arasında fark olduğu görülmektedir ($T_{116} = -4,610$, $P < 0,05$). Yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların teknik yetkinlik ortalamaları ($\bar{x} = 4,3511$), düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların teknik yetkinlik ortalamalarından ($\bar{x} = 3,7430$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre firma düzeyinde işgücü teknik yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular sonucunda H2a hipotezi desteklenmiştir.

3.3.6.2.2. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Metodolojik Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi

Metodolojik yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla bağımsız t-testi yöntemine başvurulmuştur. İlk olarak, grup varyanslarının homojen olup olmadığı belirlemek üzere Levene testine bakılmıştır. Bu analiz sonucunda, teknik yetkinlik boyutunda ($P = .822$; $P > .05$) grup varyanslarının homojen olduğu tespit edilmiş olup, varyansların eşit olduğu anlamlılık değeri dikkate alınmıştır. Tablo 40’ta metodolojik yetkinliklerin teknoloji kullanım düzeyine göre bağımsız t-testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 40: Metodolojik Yetkinliklerin Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları

Metodolojik Yetkinlikler		Frekans	Ortalama	Standart Sapma	T Değeri	Standart Değişim	P Değeri (%95)	
							Varyanslar Eşit	Varyanslar Eşit Değil
Teknoloji kullanımı	Düşük Düzey	71	4,0085	,64978	-2,856	116	,005	
	Yüksek düzey	47	4,3489	,60930				

Bağımsız t-testi sonuçları incelendiğinde, grupların aritmetik ortalamaları arasında fark olduğu görülmektedir ($T_{116} = -2,856$, $P < 0,05$). Yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların metodolojik yetkinlik ortalamaları ($\bar{x} = 4,3489$), düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların metodolojik yetkinlik ortalamalarından ($\bar{x} = 4,0085$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, firma düzeyinde işgücü metodolojik yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular sonucunda H2b hipotezi desteklenmiştir.

3.3.6.2.3. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi

Bu alt başlıkta, sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla bağımsız t-testi yöntemine başvurulmuştur. İlk olarak, grup varyanslarının homojen olup olmadığı belirlemek üzere Levene testine bakılmıştır. Bu analiz sonucunda, teknik yetkinlik boyutunda ($P=.558$; $P>.05$) grup varyanslarının homojen olduğu tespit edilmiş olup, varyansların eşit olduğu anlamlılık değeri dikkate alınmıştır. Tablo 41'de sosyal/kişisel yetkinliklerin teknoloji kullanım düzeyine göre bağımsız t-testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 41: Sosyal/Kişisel Yetkinliklerin Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları

Sosyal/Kişisel Yetkinlikler		Frekans	Ortalama	Standart Sapma	T Değeri	Standart Değişim	P Değeri (%95)	
							Varyanslar Eşit	Varyanslar Eşit Değil
Teknoloji kullanımı	Düşük Düzey	71	4,0880	,52797	-2,873	116	,005	
	Yüksek düzey	47	4,3723	,52355				

Bağımsız t-testi sonuçları incelendiğinde, grupların aritmetik ortalamaları arasında fark olduğu görülmektedir ($T_{116} = -2,873$, $P<0,05$). Yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların sosyal-kişisel yetkinlik ortalamaları ($\bar{x} = 4,3723$), düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarından ($\bar{x} = 4,0880$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, firma düzeyinde işgücü sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular sonucunda H2c hipotezi desteklenmiştir.

3.3.7. Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre İşin Yapısı Değişkeninin Farklılığına İlişkin Bağımsız T-Testi Analizi

Bu alt başlıkta, işin yapısı ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla bağımsız t-testi yöntemine başvurulmuştur. İlk olarak, grup varyanslarının homojen olup olmadığı belirlemek üzere Levene testine bakılmıştır. Bu analiz sonucunda, işin yapısı boyutunda ($P=.004$; $P<.05$) grup varyanslarının homojen olmadığı tespit edilmiş olup, varyansların eşit olmadığı anlamlılık değeri dikkate alınmıştır. Tablo 42'de işin yapısının teknoloji kullanım düzeyine göre bağımsız t-testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 42: İşin Yapısının Teknoloji Kullanım Düzeyine Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları

İşin Yapısı		Frekans	Ortalama	Standart Sapma	T Değeri	Standart Değişim	P Değeri (%95)	
							Varyanslar Eşit	Varyanslar Eşit Değil
Teknoloji Kullanımı	Düşük Düzey	71	4,1232	,60189	-4,199	115,992		,000
	Yüksek Düzey	47	4,5106	,40026				

Bağımsız t-testi sonuçları incelendiğinde, grupların aritmetik ortalamaları arasında fark olduğu görülmektedir ($T_{115,992} = -4,199$, $P < 0,05$). Yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların işin yapısına ilişkin ortalamalarının ($\bar{x} = 4,5106$), düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların işin yapısına ilişkin ortalamalarından ($\bar{x} = 4,1232$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, işin yapısına ilişkin ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular sonucunda H3 hipotezi desteklenmiştir. Araştırma sonucunda hipotezlere ait sonuç tablo 43'te yer almaktadır.

Tablo 43: Fark Analizleri Neticesinde Ulaşılan Sonuçlar

	Hipotezler	Sonuç
H ₁	Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile işgücü yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır.	Desteklenmiştir
H _{1a}	Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır	Desteklenmiştir
H _{1b}	Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile metodolojik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır	Desteklenmiştir
H _{1c}	Firmaların Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile sosyal/kişisel yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır	Desteklenmiştir
H ₂	Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyi ile işgücü yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır.	Desteklenmiştir
H _{2a}	Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile teknik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır	Desteklenmiştir
H _{2b}	Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile metodolojik yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır	Desteklenmiştir
H _{2c}	Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile sosyal/kişisel yetkinlikleri arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır	Desteklenmiştir
H ₃	Firmaların Endüstri 4.0 teknoloji kullanım düzeyleri ile işin yapıları arasında pozitif yönde fark bulunmaktadır.	Desteklenmiştir

İşgücü niteliğine ilişkin yapılan ANOVA analizi sonucunda, firmaların teknik yetkinlik ortalamalarının Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu farklılığın yüksek, orta ve düşük farkındalık düzeyine sahip firmaların teknik yetkinlik ortalamaları açısından birbirleri arasında pozitif yönde farklılık gösterdiği yani firmaların farkındalık düzeyleri arttıkça teknik yetkinliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre H_{1a} hipotezi desteklenmiştir.

Metodolojik yetkinliklerin farkındalık düzeylerine göre farklılık yaratıp yaratmadığını ortaya koymak üzere yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre, iki değişken arasında farklılık olduğu tespit

edilmiştir. Bu farklılığın yüksek, orta ve düşük farkındalık düzeyine sahip firmaların birbirleri arasında pozitif yönde olduğu yani firmaların farkındalık düzeyleri arttıkça metodolojik yetkinliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre H_{1b} hipotezi desteklenmiştir.

Ayrıca ANOVA analizi sonucunda, sosyal/kişisel yetkinliklerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Tukey testi sonuçlarına göre ise, farkındalık düzeyi yüksek firmaların sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının, farkındalık düzeyi düşük olan firmaların sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre H_{1c} hipotezi desteklenmiştir. Diğer yandan çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda firmaların yaklaşık %54'ünün Endüstri 4.0 farkındalık düzeyinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bir başka değişken olan teknoloji kullanım düzeyinin ayrı ayrı ele alınan teknik, metodolojik, sosyal/kişisel yetkinlikler üzerinde fark yaratıp yaratmadığına ilişkin bağımsız t-testi yapılmıştır. Analiz sonucunda, yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının, düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre firma düzeyinde işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılarak H_{2a} , H_{2b} ve H_{2c} hipotezleri desteklenmiştir. Teknoloji kullanım düzeyinin iş yapısındaki yarattığı farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan bağımsız t-testi sonucuna göre ise, yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların işin yapısına ilişkin ortalamalarının, düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların işin yapısına ilişkin ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, işin yapısına ilişkin ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılarak H_3 hipotezi desteklenmiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda firmaların yaklaşık %60'ının teknoloji kullanım düzeyinin düşük olduğu saptanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayi devrimlerinin tarihsel akışı incelendiğinde şu anki ulaşılan nokta Endüstri 4.0'dır. Almanya'nın öncü olduğu bu yeni sanayi devriminde, bilgisayarların akıllı cihazlara dönüştüğü, makinelerin, insanların, birçok nesnenin internet vasıtasıyla sürekli iletişim kurabildiği bir sistem karşımıza çıkmaktadır. Dördüncü Sanayi Devrimi, SFS, yapay zekâ, IOT, otonom robotlar, büyük veri, veri analitiği ve akıllı fabrikalar gibi birçok teknolojinin birleşimi olarak anılmaktadır. Endüstri 4.0 çağında üst düzey kullanılan bu teknolojiler, tedarik zinciri, imalat ve iş süreçlerini, iş yapma şeklini özellikle de işgücünün sahip olduğu nitelikleri etkilemektedir. Endüstri 4.0'ın uygulamaya geçirilmesiyle birlikte bir taraftan iletişim kolaylığı, zaman-mekân esnekliği ve iş hatalarını azaltması gibi iş yapılarında değişim yaratacağı bir taraftan da çalışanlar üzerinde yarattığı etki sonucunda insan faktörünün birçok endüstriyel değer zincirindeki konumunu değiştireceği tahmin edilmektedir. Üretim alanında ne kadar insansız bir çalışma ortamı sağlanmaya çalışılsa da amaç insanı tamamen elime etmek değil, daha çok bilgi teknolojileri konusunda yeteneklere ve yetkinliklere sahip insan topluluğu yaratmaktır. Son dönemlerde robot ve yapay zekâ sistemlerinin fiziksel ağır işlerin yanında bilişsel birçok işi de yerine getirdiği görülmektedir. Bu bağlamda insan faktörünün hatasız ve hızlı işlem yeteneğine sahip akıllı sistemler karşısında kendini sürekli geliştirmesi gerekmektedir. Bilişim alanında ileri teknoloji bilgisi, veri işleme ve analiz becerisi, makine/robotlarla iş birliği içinde çalışma gibi teknik becerilerin yanı sıra özellikle yapay zekânın erişmekte zorlandığı "beşerî nitelikler" üzerinden gelişim sağlanmaya çalışılmaktadır.

Günümüzde Endüstri 4.0 teknolojilerinin büyüme, verimlilik, istihdam, işin yapısı ve işgücü niteliği üzerine yarattığı etki düşünüldüğünde Endüstri 4.0 farkındalığının yaratılması ve bu farkındalık düzeyinin artırılması daha da önemli hale gelmektedir. Özellikle de ülkemizin en önemli problemlerinden biri olan nitelikli insan kaynağı olan ihtiyaç düşünüldüğünde, firma düzeyinde Endüstri 4.0 ve teknolojileri hakkındaki bilgi düzeyinin ve bu alana yönelik çalışmaların artırılması daha da önemli hale gelmektedir. İşgücünün Endüstri 4.0'ın gerektiği becerileri kazanmasında diğer önemli unsur ise teknoloji kullanım düzeyleridir. Firmaların belirli bir teknoloji yerine birbirinden bağımsız çalışan veya birbirine entegre olmuş birçok teknolojiyi kullanması beraberinde işgücü yetkinlikleri arttırmaktadır. Aynı zamanda teknoloji kullanım düzeyi yüksek olan işletmelerde iletişim ve iş takibi kolaylığı, bilgiye ulaşma hızı ve iş hatalarının azalma ile birlikte iyi yapısı/niteliği de yüksek olmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerinin teknik,

metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikler olarak ele alınan işgücü niteliği ve işin yapısı üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığını ortaya koymaktır.

Belirlenen amaç çerçevesinde çalışmanın örnekleme ODTÜ Teknokent bünyesinde faaliyet gösteren ve basit tesadüfi yöntem ile seçilen 118 firmadan oluşmaktadır. Çalışmada geçerliliği, güvenilirliği sağlanan ve normal dağılım gösteren araştırma verileri için parametrik testlerden olan tek yönlü varyans analizi ve bağımsız t-testine başvurulmuştur. Yapılan analizler sonucunda, ayrı ayrı ele alınan teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının Endüstri 4.0 farkındalık düzeyine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda firmaların yaklaşık %54'ünün Endüstri 4.0 farkındalık düzeyinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının, düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre firma düzeyinde işgücü teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlik ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Teknoloji kullanım düzeyinin iş yapısındaki yarattığı farklılığı ortaya koymak amacıyla yapılan bağımsız t-testi sonucuna göre ise, yüksek teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların işin yapısına ilişkin ortalamalarının, düşük teknoloji kullanım düzeyine sahip olan firmaların işin yapısına ilişkin ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, işin yapısına ilişkin ortalamalarının teknoloji kullanım düzeylerine göre pozitif yönde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda firmaların yaklaşık %60'ının teknoloji kullanım düzeyinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Endüstri 4.0 kavramının dünyada ve ülkemizde yeni bir kavram olmasından dolayı çok fazla çalışmamaya rastlanmamakla birlikte yapılan çalışmalarla mevcut durum değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmalar sonucunda, ülkemizde Endüstri 4.0 ve teknolojileri hakkında genel farkındalık oluşmasına rağmen, Endüstri 4.0 teknolojilerinin insan faktörünü ne şekilde etkileyeceği konusunda yeterli bilgi düzeyine ulaşılmadığı görülmektedir. Ayrıca literatürde Endüstri 4.0 farkındalık ve teknoloji kullanım düzeyinin işgücü nitelikleri ve işin yapısı ilişkisini ortaya koyan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmanın teknik, metodolojik, sosyal/kişisel yetkinlik boyutunda ele alınan işgücü niteliği ve işin yapısının Endüstri 4.0 farkındalığı ve teknoloji kullanım düzeylerine göre farklılık yarattığı ve bu farklılığın pozitif yönde olduğu sonucuna ulaşılması ile teorik alana katkı sağlaması ve literatürdeki boşluğu doldurması beklenmektedir. Endüstri 4.0 farkındalığı, teknoloji kullanım düzeyi, işgücü niteliği ve işin yapısı arasındaki ilişki bu çalışma neticesinde ortaya konmuştur. Diğer yandan kullanılan teknolojilerin iş yapış şekillerini nasıl değiştireceği ve çalışanı vasıflanmaya mı yoksa vasıfsızlaşmaya mı iteceği noktasında literatürdeki tartışmalara yön vermesi beklenmektedir. Ayrıca çalışmanın tüm firma

yöneticileri ve çalışanlar üzerinde farkındalık yaratacağı ve bu şekilde pratik alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmanın birtakım kısıtları bulunmaktadır. Endüstri 4.0'ın yeni bir paradigma olmasından dolayı ülkemizde 4.0'a geçiş yapmış ve tam anlamıyla uygulayan şirketlerin sınırlı olması çalışmanın en temel kısıtını oluşturmaktadır. Ayrıca verilerin basit tesadüfi yöntem ile sadece bir defaya mahsus toplanmış olması "ortak yöntem varyans sorunu" oluşturabilmektedir. Bu durum çalışmanın diğer önemli kısıtıdır.

Endüstri 4.0 sürecinde işletmelerin yüksek inovasyon ile birlikte işgücünün sahip olduğu yetenek ve vasıflar başarının anahtarı olarak görülmektedir. Dolayısıyla işletmelerin ortaya çıkan yeni teknolojilere, değişen iş yapma biçimlerine ve yetenek değişimlerine uyum sağlayabilmesi için Endüstri 4.0 ile ilgilenmeleri, temel kavramları anlamaları, 4.0 sürecini yakından takip etmeleri, yüksek katma değerli teknolojileri kullanmaları ve işgücünün eğitim ihtiyacının giderilmesine yönelik yeni stratejik yaklaşımlar geliştirmeleri gerekmektedir. Ayrıca Endüstri 4,0'ın başarılı bir şekilde uygulanmasında devletin, üniversitelerin, işletmelerin kısaca tüm paydaşların iş birliği içinde çalışmaları önem arz etmektedir. Her ne kadar Endüstri 4.0 üretim alanını ilgilendiren teknik bir konu olarak algılansa da temelde bireyleri de içine alan sosyo/teknik bir sistem oluşturmaktadır. Bu durum Endüstri 4.0 konusunun birey düzeyinde de ele alınması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla firma düzeyinde yapılan bu çalışmanın ilerleyen çalışmalarda birey düzeyine indirgenerek teknolojiyi doğrudan kullanan, bu süreçten doğrudan etkilenen ve Endüstri 4.0 tam anlamıyla geçiş yapmış işletme çalışanları üzerinde yapılabileceği düşünülmektedir.

YARALANILAN KAYNAKLAR

- Abdel-Basset, Mohammed vd. (2018), "Nmcda: A Framework For Evaluating Cloud Computing Services", **Future Generation Computer System**, 86, 12-29.
- Ak, Deniz (2018), **Endüstri 4,0'ın Çalışma İlişkileri ve Emek Sürecine Etkileri Üzerine Bir İnceleme**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akar, Filiz (2015), **Yetenek Yönetimi**, 1.Baskı, İmge Kitapevi Yayınları, Ankara.
- Akgül, Aziz ve Çevik, Osman (2003), **İstatistiksel Analiz Teknikleri "SPSS'te İşletme Yönetimi Uygulamaları"**, 1.Basım, Nadir Kitap, Ankara.
- Aksoy, Suat (2017), "Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş", **Sav Katkı Dergisi**, 4, 34-44.
- Aktan, Ertuğrul (2018), "Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu", **Bilgi Yönetimi Dergisi**, 1(1), 1-22.
- Aktaş, Seda (2018), "Kitlelerin Çevrim İçi Ortamlarda Sanat Üretimine Katılımı ve Kitle Kaynak Uygulamaları: 'Transformers Premake'", **Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 20(36), 259-286.
- Akyol, Mayatürk Evrim ve Budak, Gönül (2013), "Yetkinliğe Dayalı İnsan Kaynakları Yönetimi: Çok Uluslu Bir Firma Örneği", **Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 15(2), 155-174.
- Alçın, Sinan (2016), "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", **Journal of Life Economics Dergisi**, 3(2), 19-30.
- Altınpulluk, Hakan ve Kesim, Mehmet (2015), **"Geçmişten Günümüze Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarında Gerçekleşen Paradigma Değişimleri"**, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi, Uzaktan Eğitim Bölümü, Eskişehir.
- Altunışık, Remzi (2015), "Büyük Veri: Fırsatlar Kaynağı Mı Yoksa Sorunlar Yumağı Mı?", **Yıldız Social Science Review Dergisi**, 1(1), 45-76.
- Altunışık, Remzi vd. (2004), **Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri: SPSS Uygulamalı**, 7.Baskı, Sakarya Yayıncılık, Sakarya.
- Ansal, Hacer (1996), **Esnek Üretimde İşçiler ve Sendikalar (Post-Fordizm'de Üretim Esnekleşirken İşçiye Neler Oluyor?)**, İstanbul: Birleşik-Metal İş Yayınları.

- _____ (2016), "Bilim, Teknoloji ve Toplum" Perspektifinden: Sanayi 4.0", **İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayını**, 2(74), 12-18.
- Arkan, Özcan (2018), **Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Armstrong, Michael ve Stephen, Taylor (2012), **Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice**, 13.Baskı, Philadelphia:Kogan Page.
- Arslan, Ümit Çağlayan ve Demirağ, Yelda Hatice (2017), " **Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları**", Başkent Üniversitesi, https://www.academia.edu/35814711/sanayi_devrimi_sonu%27a7lar%27b1_ve_uluslararası%27b1_sisteme_yans%27b1malar%27b1 (20.05.2019)
- Asthon, Kevin (2009), "That 'Internet of Things' Thing", RFID Journal, <https://www.semanticscholar.org/paper/that-%e2%80%98internet-of-things%e2%80%99-thing-ashton/4ea759dc35b564d4d795c554f407fdb8652b8bed> (01.02.2019)
- Athey, Timothy R. ve Orth, Michael (1999), "Emerging Competency Methods For The Future", **Human Resource Management Dergisi**, 38(3), 215-226.
- Atzori, Luigi (2010), "The Internet of Things: A Survey", **Computer Networks**, 54(15), 2787-2805.
- Autor, David (2015), "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", **Journal of Economic Perspectives Dergisi**, 29(3), 3-30.
- Autor, David ve Dorn, David (2013), The Growth of Low-Skill Service Jobs and The Polarization of The U.S. Labor Market, **American Economic Review Dergisi**, 103(5), 1553-1597.
- Avcı, Nuri (2019), **İnsan Kaynaklarından Yetenek Yönetimi Endüstri 4.0**, 1.Baskı, Kriter Yayıncılık, İstanbul.
- Avrupa Araştırma Grubu (IERC) (2014), "**Internet of Things**", http://www.internet-of-things-research.eu/about_iiot.htm (16.03.2019)
- Ayan, Filiz (2012), **İnsan Kaynakları Yönetimi**, 1.Baskı, İlya Yayınevi, İzmir.
- Azuma, Roland (2010), "A Survey of Augmented Reality", **In Presence:Teleoperators and Virtual Environments**, 6(4), 355-385.
- Bağcı, Duygu vd. (2018), "Mesleki ve Teknik Yüksek Öğretim Kurumları Öğrencilerinin Sektördeki Modern Teknolojilerle Uyum Süreçlerinin İncelenmesi", **Başkent Üniversitesi Eğitim Dergisi**, 1, 47-54.
- Bahrin, Mohm Aiman Kamarul (2016), "Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic", **Juornal Teknolog (Sciences & Engineering)**, 78(6), 137-143.

- Banger, Gürcan (2017), **Endüstri 4.0-Ekstra**, 1.Baskı, Dorlion Yayınları, Ankara.
- _____ (2018a), **Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi**, 1.Baskı, Dorlion Yayınları, Eskişehir.
- _____ (2018b), **Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme**, 2.Baskı, Dorlion Yayınları, Ankara.
- Bartodziej, Crishtoph (2016), **The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics**, S.Pringer Gabler, Wiesbaden.
- Bauer, Wilhem (2015), "Transforming to A Hyper-Connected Society and Economy – Towards An “Industry 4.0”, **Procedia Manufacturing**, 3, 417-424.
- Bayram, Nuran (2010), **Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş Amos Uygulamaları**, 1.Baskı, Ezgi Kitapevi Yayınları, İstanbul.
- Benesova, Andrea ve Tupa, Jiri (2017), "Requirements For Education and Qualification of People in Industry 4.0", **Procedia Manufacturing**, 11,2195-2202.
- Berman, Barry (2012), "3-D Printing: The New Industrial Revolution", **Business Horizons**, 55(2), 155-162.
- Berryman, DR (2012), "Augmented Reality: A Review", **Medical Reference**, 31(1), 212-218.
- Biçer, Gülkibar ve Düztepe, Şerafettin (2003), "Yetkinlikler ve Yetkinliklerin İşletmeler Açısından Önemi", **Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, 1(2), 13-20.
- Bilgin, Onur (2018), **Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi – Sosyal Bilimler Üniversitesi.
- Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB) (2015), "**Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi 2015-2018**", <https://kudaka.org.tr/ekler/turkstra.pdf> (25.06.2019)
- _____ (2017a), "**Türkiye'nin Sanayi Devrimi “Dijital Türkiye” Yol Haritası**", <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf> (13.03.2019)
- _____ (2017b), "**Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019)**", <https://www.sanayi.gov.tr/handlers/dokumangethandler.ashx?dokumanid=663ce026-f803-4802-9267-73e84dbef61c> (10.01.2019)
- Bingöl, Dursun (1997), **İnsan Kaynakları Yönetimi**, 3. Baskı, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Blanchet, Max vd. (2014), "**Industry 4.0: The New Industrial Revolution-How Europe Will Succeed, Roland Berger Strategy Unter**", http://www.iberglobal.com/files/roland_berger_industry.pdf (27.01.2019)
- Blass, Eddie (2007), **Talent Management: Maximising Talent For Future Performance**, London, Uk: Chartered Management Institute.

- Bonekamp, Linda ve Sure, Matthias (2015), "Consequences of Industry 4.0 on Human Labour And Work Organisation", **Journal of Business and Media Psychology**, 6(1), 33-40.
- Botta, Alessio vd. (2016), "Integration of Cloud Computing and Internet of Things: A Survey", **Future Generation Computer Systems**, 56, 684-700.
- Branke, Juergen (2016), "Industry 4.0-A Vision Also For Personalized Medicine Supply Chains?," **Cell and Gene Therapy Insights**, 2(2), 263,270,
- Braverman, Harry (2008), **Emek ve Tekelci Sermaye, Yirminci Yüzyılda Çalışmanın Değersizleştirilmesi**, (Çev. Çiğdem Çıdamlı), Kalkedon Yayınları, İstanbul.
- Brettel, Malte vd. (2014), "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change The Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective", **International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering**, 8(1), 37-44.
- Brynjolfsson, Erik ve McAfee, Andrew (2015), **The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in The Time of Brilliant Teknologies**, (Çev. Levent Göktem), 1.Baskı, Optimist Yayıncılık, İstanbul.
- Buhr, Daniel (2017), **Social Innovation Policy For Industry 4.0**, Germany: Eberhard Karls University of Tübingen.
- Buren, Harry Van (2011), "Strategic Human Resource Management and The Decline of Employee Focus", **Human Resource Management Review**, 21(3), 209-219.
- Burns, Tom ve Stalker, G. M. (1961), **The Management of Innovation**, London, Tavistock.
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) (2017)," **4. Sanayi Devrimi**", 4(23), 15-25,
- Büyükoztürk, Şener (2016), **Sosyal Bilimlerde Veri Analizi El Kitabı**, 22. Baskı, Pegem Akademi Yayınları, Ankara.
- Calp, M. Hanefi (2016), "İşletmelerde Uygulanan İnsan Kaynakları Yönetiminde Veritabanı Kullanımının Önemi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 18(2), 539-557.
- Can, Ahmet ve Kıymaz, Merve (2016), "Bilişim Teknolojilerinin Perakende Mağazacılık Sektörüne Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi", **Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 28(03), 107-117.
- Cascio, Wayne ve Montealegre, Ramiro (2015), "How Technology Is Changing Work and Organizations", **Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior**, 3(6), 349-375.
- Cerika, Andy ve Maksumic, Sinan (2017), **The Effects of New Emerging Technologies on Human Resources : Emergence of Industry 4.0, A Necessary Evil?**, Master Thesis, Faculty of Business and Law Department of Business Administration.

- Chang, Song vd. (2011), "Promoting Innovation in Hospitality Companies Through Human Resource Management Practices", **International Journal of Hospitality Management**, 30(4), 812-818.
- Cheese, Peter vd. (2008), **The Talent Powered Organization: Strategies For Globalization, Talent Management and High Performance**, London, UK: Kogan Page Limited.
- Chen, Min vd. (2014), "Big Data: A Survey", **Mobile Networks and Applications**, 19(2), 171-209.
- Christensen, Julia ve Rog, Evelina (2008), "Talent Management: A Strategy For Improving Employee Recruitment, Retention and Engagement within Hospitality Organizations", **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, 20(7), 743-757.
- Collings, David ve Mellahi, Kamel (2009), "Strategic Talent Management: A Review and Research Agend ", **Human Resource Management Review**, 19(4), 304-313.
- Collins, Christopher ve Clark, Kevin (2003), "Strategic Human Resource Practices, Top Management Team Social Networks and Firm Performance: The Role of Human Resource İn Creating Organizational Competitive Advantage", **Academy of Management Journal**, 46(6), 740-751.
- Comptia (2015), "**Sizing Up The Internet of Things**", <https://www.comptia.org/resources/sizing-up-the-internet-of-things> (15.03.2019)
- Cotet, Gabriela Beatrice vd. (2017), "Assessment Procedure For The Soft Skills Requested By Industry 4.0", **Matec Web of Conferences**, 121, 1-8.
- Cox, Michael ve Ellsworth, David (1997), "**Application-Controlled Demand Paging For Out-of-Core Visualization**", Nas Technical Report.
- Çakır, Nisan Nur (2015), **Türkiye’de Esnek İstihdam Politikalarının Kadın Emegi Üzerindeki Etkileri**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- _____ (2018), "Endüstri 4.0 ve Çalışmanın Geleceği", **Electronic Journal of Vocational Colleges**, 8(2), 97-105.
- Çam, Handan (2012), **Türkiye’deki Üniversitelerde Bulut Bilişim Teknolojisinin Uygulanabilirliğinin Teknoloji Kabul Modeli Yaklaşımıyla Belirlenmesi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çelik, Sümeyra (2007), **Türkiye İşgücü Piyasasının Esnekliği ve Esnek Çalışma Önündeki Engeller**, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü.
- Çelikleş, Melih Soner vd. (2015), "Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası", **Mühendis ve Makine Dergisi**, 56(662), 24-34.

- Çetin, Saadetten Kuru (2012), " Sosyo-Teknik Sistem Kuramı Sosyo-Teknik Sistem Kuramının Eğitime Yansımaları", **Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 10(2), 52-63
- Çokluk, Ömay vd. (2016), **Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve Lisrel Uygulamaları**, 4.Baskı, Pegem Akademi, Ankara.
- Davenport, Thomas (2014), **Big Data@Work: Efsaneye Son Vermek, Fırsatları Keşfetmek**, (Çev. Müge Çavdar), Bzd Yayın, İstanbul.
- Davutoğlu, Naci Atalay (2017), "İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak", **Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 5(52), 544-567.
- _____ (2018), "Sanayi 4.0'ın Liderlik ve İnsan Kaynakları Yönetimine Algısal Etkileri", **Journal of Social & Humanities Sciences Research Dergisi**, 5(30), 4041-4048.
- Degryse, Christophe (2016), "Digitalisation of The Economy and Its Impact on Labour Markets", European Trade Union Institute.
- Demir, Ergül (2016), "Uluslararası Dergilerde Yayımlanan Eğitim Araştırmalarının Normallik Varsayımları Açısından İncelenmesi", **Current Research in Education**, 2(3), 130-148.
- Demircioğlu, Hacer Öncel (2010), **Organizasyonlarda Yetenek Yönetimi ve Finans Sektöründe Bir Uygulama**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doğan, Mesut (2013), "Türkiye Sanayileşme Sürecine Genel Bir Bakış", **Marmara Coğrafya Dergisi**, 2, 211-231.
- Doğan, Onur (2019), **Dijital Dönüşümün Yönetimi Sürecinde Üniversite Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyleri**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doğan, Selen ve Demiral, Özge (2008), "İnsan Kaynakları Yönetiminde Çalışanların Kendilerine Doğru Yolculuk Yönetimi: Yetenek Yönetimi", **Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 17(3), 145-166.
- Doğru, Burcu Nazlıcan ve Meçik, Oytun (2018), "Türkiye’de Endüstri 4.0’ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Firma Beklentileri", **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 23, 1581-1606.
- Dokuz, Ahmet Şakir ve Çelik, Mete (2017), "Bulut Bilişim Sistemlerinde Verinin Farklı Boyutları Üzerine Derleme", **Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 6(2), 316-338.
- Dombrowski, Uwe ve Wagner, Tobias (2014), "Mental Strain As Field of Action in The 4th Industrial Revolution", **Procedia Cirp**, 17, 100-105.

- Draganidis, Menzats (2006), "Competency Based Management; A Review of Systems", **Information Management & Computer Security**, 14(1), 51-64.
- Durmuş, Beril vd. (2013), **Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi**, 5.baskı, Beta Yayıncılık, İstanbul
- Eberhard, Birgit vd. (2017), "Smart Work: The Transformation of The Labour Market Due to The Fourth Industrial Revolution (I4.0)", **International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research**, 10(3), 47-66.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (EBSO)(2015), "**Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek**", http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf (07.02.2019)
- Eğilmez, Mahfi (2017), "**Endüstri 4.0**", <https://www.mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html#more> (18.01.2019)
- Enget, Kathryn (2017), "Mystrey,Inc: A Big Data Case", **Journal of Accounting Education**, 38, 9-22.
- Erdem, Ekrem (2016), "Sanayi Devriminin Ardından Osmanlı Sanayileşme Hamleleri: Sanayi Politikalarının Dinamikleri ve Zafiyetleri", **Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 48, 17-44.
- Erdut, Tijen (1998, **Yeni Teknolojilerin İş İlişkileri Üzerine Etkisi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Ergeneli, Azize ve Alsirt, Ali Baru (2003), "Proje Yöneticilerinin Çatışmalara Karşı Kullandıkları Yaklaşımlar: Matriks Örgütte Uygulama", **Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi**, 58(3), 90-104.
- Ermiş, Fadime Hacer (2018), **Türkiye’de Sanayi 4.0 Dönüşümü: Sorunlar, Gelişme Sürecindeki Belirleyici Unsurlar ve Olası Etkiler**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Eroğlu, Abdullah (2018), Normallik Dağılımı, Şeref Kalaycı (Ed.), **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 8. Baskı İçinde (207-230), Dinamik Akademi Yayınevi, Ankara.
- Ersöz, Filiz (2018), "Research of Industry 4 0 Awareness A Case Study of Turkey", **Economics and Business**, 31(1), 247-263.
- Erturan, İlkay ve Ergin, Emre (2018), "Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi", **Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 6(72), 153-165.
- Eryiğit, Süleyman (2000), "Esnek Üretim, Esnek Organizasyon, Esnek Çalışma", **Kamu-İş, İş Hukuku ve İktisat Dergisi**, 5(4), 1-16.
- Eser, Uğur (1993), **Türkiye'de Sanayileşme**, 1.Baskı, İmge Kitabevi, Ankara.

- Evcı, Nagihan ve Aylar, Faruk (2017), "Derleme: Ölçek Geliştirme Çalışmalarında Doğrulayıcı Faktör Analizinin Kullanımı", **Sosyal Bilimler Dergisi**, 4(10), 389-412.
- Ferris, Gerald vd. (2007), "**Research in Personnel and Human Resources Management**", 14, 61-90, <https://www.researchgate.net/publication/284701761> (24.09.2018)
- Fırat, Oktay Zihni ve Fırat, Seniye Ümit (2017), "Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 46(2), 211-223.
- Fitsilis, Panos (2018), "Industry 4.0: Required Personnel Competences", **International Scientific Journal**, 3(3), 130-133.
- Ford, Martin (2015), **Rise of The Robots: Technology and The Threat of A Jobless Future**, Basic Books.
- Furuncu, Evrim (2012), **Oyun Teorisi Kullanılarak Bulut Bilişim İçin Ölçeklenebilir Güvenlik Değerlemesi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gebhardt, Jonas vd. (2015), "Developments 4.0 Prospects on Future Requirements and Impacts on Work and Vocational Education", **Journal of Technical Education**, (3), 117-133.
- Gehrke, Lars vd. (2015), **A Discussion of Qualifications and Skills in The Factory of The Future: A German and American Perspective**, Düsseldorf.
- Geisberger, Eva Milena ve Broy, Manfred (2015), **Living in A Networked World: Intergrated Research Agenda Cyber**, Acatech Study.
- Geleceğin Avrupa Fabrikaları Araştırma Derneği (European Factories of The Future Research Association / EFFRA) (2013), "**Factories of The Future, Multi Annual Roadmap For The Contractual Ppp Under Horizon 2020**", https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/ppp-factories-of-the-future-strategicmultiannual-roadmap-info-day_en.pdf (05.02.2019)
- Genç, Sıla (2018), "Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye", **Sosyoekonomi Dergisi**, 26(36), 235-243.
- Gibson, Ian vd. (2015), **Additive Manufacturing Technologies Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing**, Second Edition, New York: Springer.
- Görçün, Ömer Faruk (2016), **Endüstri 4.0: Dördüncü Endüstri Devrimi**, 1.Baskı, Beta Yayıncılık, Ankara.
- _____ (2018), "The Rise of Smart Factories in The Fourth Industrial Revolution and Its Impacts on The Textile Industry", **International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing**, 6(2), 136-141.
- Griffin, Abbie ve Hauser, John (1996), "Integrating R&D and Marketing: A Review and Analysis of The Literature", **Journal of Product Innovation Management**, 13(3), 191-215.

- Grzybowska, Katarzyna ve Łupicka, Anna (2017), "Key Competencies For Industry 4.0", **Economic & Management**, 1(1), 250-253.
- Gunay, Durmuş (2002), "Sanayi ve Sanayi Tarihi", **Mimar ve Mühendis Dergisi**, 31, 8-14.
- Gültekin, Mine (2009), **Çalışmanın Tarihsel Gelişimi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Günaydın, Davuthan (2018), "Türkiye’de Dördüncü Sanayi Devrimini Beklerken: Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi’nde Bir Araştırma", **İstanbul Management Journal Dergisi**, 29(85), 73-106.
- Gündüz, Kamil Aykotalp ve Akyüz, Emine Tuğba (2017), "Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar", **Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi**, 14, 232-246.
- Gürbüz, Sait (2013), "Stratejik İnsan Kaynakları Yönetiminin Kuramsal Temelleri: Evrenselci, Koşul Bağımlılık ve Yapısalcı Yaklaşımlar", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 15(1), 1-35.
- _____ (2017), **İnsan Kaynakları Yönetimi, Teori, Araştırma ve Uygulama**, 1.Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Gürbüz, Sait ve Şahin, Faruk (2015), **Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri**, 2.Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Harbison, Frederick ve Myers, Charles (1964), **Education, Manpower and Economic Growth: Strategies of Human Resource Development**, Mcgraw-Hill, New York.
- Harvey, David (2010), **Post Modernliğin Durumu: Kültürel Değişimin Kökenleri**, 5.Baskı, (Çev. Sungur Savran), Metis Yayınları, İstanbul.
- Harvey, Michael ve Buckley, Ronald (2002), "Assessing The ‘Conventional Wisdoms’ of Management For The 21st Century Organization", **Organizational Dynamics**, 30(4), 368-378.
- Hecklau, Fabian vd (2016), "Holistic Approach For Human Resource Management in Industry 4.0", **Procedia Cırp**, 54, 1-6.
- _____ (2017), "Human Resources Management: Meta-Study-Analysis of Future Competences in Industry 4.0, European Conference on Management", **Leadership & Governance; Kidmore End: Academic Conferences International Limited**, 163-174.
- Hermann, Mario vd. (2015), "**Design Principles For Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**", Technische Universität Dortmund Working Paper.
- Hirsh-Kreinsen, Hartmurt (2016a), "Digitization of Industrial Work: Development Paths and Prospects", **Journal For Labour Market Research**, 49(1), 1-14.

- _____ (2016b), **Digitalisation and Low-Skilled Work**, Wiso Diskurs,.
- Horasan, Mukadder (2018), "Endüstri 4.0'ın Getirdikleri ve Endüstri 4.0 Perspektifinden Finans", Deniz Özyakışır ve Meryem Aybas İçinde (123-128), **Endüstri 4.0 Üzerine Yazılar**, Savaş Yayınevi, Ankara.
- Iles, Paul (2010), "Talent Management and HRM in Multinational Companies in Beijing: Definitions, Differences and Drivers", **Journal of World Business**, 45, 179-189.
- İslamoğlu, Hamdi ve Alnaçık, Ümit (2014), **Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri**, 4.Baskı, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Jara, Antonio J. vd. (2012), "Marketing 4.0: A New Value Added to The Marketing Through The Internet of Things", **Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing**, 852-857.
- Jonas, Gareth ve George, Jennifer (2003), **Contemporary Management**, New York:Mcgraw-Hill/Irwin .
- Junior, Jose alcides Gobbo (2018), "Making The Links Among Environmental Protection, Process Safety and Industry 4.0", **The Links Among Environmental Protection, Process Safety, and Industry 4.0**, 117, 372-382.
- Kabaklarlı, Esra (2018), **Endüstri 4.0 Paylaşım Ekonomisi : Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler**, 1.Baskı, Nobel Yayınları, Ankara.
- Kagerman, Henning vd. (2013), **Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0**, Final Report of The Industrie 4.0 Working Group Forschungsunion.
- Kagnıcıoğlu, Celal Hakan ve Özdemir, Emircan (2017), "Evaluation of Smes in Eskisehir within The Context of Industry 4.0", **Global Business Research Congress (Gbrc)**, 900-908. Doi:10.17261/Pressacademia.2017.672
- Kahraman, Fatma (2017), **Çalışma İlişkileri Bakımından Dördüncü Sanayi Devrimi ve Sivas İlinde Farkındalık Üzerine Alan Araştırması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karakoçar, Zeynep ve Alptekin, Volkan (2016), "1980 Sonrası İstikrar Politikaları Işığında Türkiye Ekonomisinin Trend Analizi Yardımıyla Değerlendirilmesi", **Selçuk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 11, 307-342.
- Karal, Fatma Sena (2019), **Dijital Dönüşümün Proje Yöneticilerinin Yetkinlikleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaufman, Bruce (2014), "The Historical Development of American HRM Broadly Viewed", **Human Resource Management Review**, 24(3), 196,218.

- Kaya, Esra ve Taş, İbrahim (2015), "Personel Yönetimi-İnsan Kaynakları Yönetimi Ayırımı", **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 5(1), 21-28.
- Kayım, Furkan (2015), **K-Means ile DbSCAN Algoritması'nın Parallellleştirilmesi ve Hadoop Üzerinde Büyük Veri Analizinde Kullanılması, Performans ve Yeterlilik Karşılaştırması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Tezi, Beykent Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kayış, Aliye (2018), Güvenilirlik Analizi, Şeref Kalaycı (Ed.), **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 8. Baskı İçinde (404-421), Dinamik Akademi Yayınevi, Ankara.
- Kazdağlı, Hasan (2015), "Dördüncü Sanayi Devrimine Giren İktisat Eğitimi", **Ekonomi-Tek Dergisi**, 4(3), 9-67.
- Keidanren (2016), "**Society 5.0 Co-Creating The Future**", https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095_proposal.pdf. (09.12.2018)
- Kepek, Yakup ve Yentürk, Nurhan (2001), **Türkiye Ekonomisi**, 12.Baskı, Remzi Kitapevi, İstanbul.
- Kleeman, Frank vd. (2008), "Un(Der) Paid Innovators: The Commercial Utilization of Consumer Work Through Crowdsourcing", **Science, Technology and Innovation Studies**, 4(1), 5-26.
- Klifman, Sanne (2009), **Talent Management in A Multigenerational Workforce**, Tilburg, Tilburg University, Master Thesis.
- Konokman, Gamze Yavuz ve Yelken, Tuğba (2015), "Araştırma Direnci Ölçeği Geliştirme: Açımlayıcı ve Doğrulayıcı Faktör Analizi", **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 8(40), 621-636.
- Kosa, Gözde (2018), Endüstri 4.0 Bağlamında Yönetim ve Örgüt Yapısında Değişimler, Deniz Özyakışır ve Meryem Aybas (Ed.), **Endüstri 4.0 Üzerine Yazılar**, 1.Baskı içinde, (33-52), Savaş Yayınevi, Ankara.
- Kozal, Özge Erdölek (2019), **Türkiye'de Sanayileşmenin 200 Yıllık Tarihi: Süreklilikler ve Dönüşümler**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi-Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kökümer, Zeynep (2018), **Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Beyaz Eşya Sektöründe Endüstri 4.0 Dijital Dönüşüm Yetkinlik Analizi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Koceli Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kumar, Ravi (2018), "Exploring Data Security Issues and Solutions in Cloud Computing", **Procedia Computer Science**, 125, 691-697,
- Kurzweil, Ravi (2016), **İnsanlık 2.0: Tekillığe Doğru Biyolojisini Aşan İnsan**, 1.Baskı, Alfa Yayıncılık, İstanbul.

- Lasi, Helner (2014), "Industry 4.0", **Business & Information Systems Engineering**, 6(4), 239-242.
- Lee, Edward (2008), "Cyber Physical Systems: Design Challenges", **11th Ieee Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (Isorc)**, 363-369.
- Lee, In ve Lee, Kyoochun (2015), "**The Internet of Things (Iot): Applications, Investments and Challenges For Enterprises**", *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Lee, Jay vd. (2015a), "Industrial Big Data Analytics and Cyber-Physical Systems For Future Maintenance & Service Innovation", **Procedia Cirp**, 38, 3-7.
- Lee, Jay (2015b), "A Cyber-Physical Systems Architecture For Industry 4.0-Based Manufacturing Systems", **Manufacturing Letters**, 3, 18-23.
- _____ (2018), "Industrial Artificial Intelligence For Industry 4.0-Based Manufacturing Systems", **Manufacturing Letters**, 18, 20-23.
- Lom, Michael vd. (2016), "Industry 4.0", **As A Part of Smart Cities, In: Smart Cities Symposium Prague (Scsp)**, 1-6.
- Lorenz, Markus vd. (2015), **Man ve Machine in Industry 4.0 How Will Technology Transform The Industrial Workforce Through 2025?**, The Boston Consulting Group.
- Lu, Yang (2017), Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues, **Journal of Industrial Information Integration Dergisi**, 6, 1-10.
- Lucke, Dominik vd. (2008), "Smart Factory-A Step Towards The Next Generation of Manufacturing", **In Manufacturing Systems and Technologies For The New Frontier**, 26(28), 115-118.
- Lukač, Dusko (2015), "The Fourth Ict-Based Industrial Revolution "Industry 4.0" Hmı and The Case of Cae/Cad Innovation with Eplan P8", **23rd Telecommunications Forum Telfor**, 24(24), 835-838.
- Manyika, James (2011), "**Big Data: The Next Frontier For Innovation, Competition and Productivity**", Mckinsey Global Institute.
- Manyika, James vd. (2013), "**Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business and The Global Economy**", Mckinsey Global Institute.
- Marston, Sean vd. (2011), "A Cloud Computing - The Business Perspective", **Decision Support Systems**, 51(1), 176-189.
- Mcafee, Andrew ve Byrnjolfsson, Erik (2012), "Big Data: The Management Revolution", **Harvard Business Review**, 9(10), 1-9.

- Mcclelland, David C. (1973), "Testing For Competence Rather Than Intelligence", **American Psychologist**, 28(1), 1-14.
- Mclean, Gary ve Mclean, Laird (2001), "If We Can't Define HRD in One Country, How Can We Define it in An International Context?", **Human Resource Development International**, 313-326.
- Mell, Peter ve Grance, Timothy (2011), **The NIST Definition of Cloud**, National Institute of Standards and Technology .
- Mevlütöğlü, Mehmet Arda (2016), "**Robotik Teknolojileri Sektör Raporu Robotik, Otomasyon ve Yapay Zekâ: Genel Bakış ve Değerlendirmeler**", Stm Mühendislik ve Danışmanlık. https://www.stm.com.tr/documents/file/pdf/9.robotik%20teknolojileri_2016-08-03-11-00-47.pdf (02.05.2018)
- Meydan, Cem Harun ve Şeşen, Harun (2015), **Yapısal Eşitlik Modellemesi Amos Uygulamaları** 2.Baskı, Detay Yayımlık, Ankara.
- Mokry, Joel (1998), "**The Second Industrial Revolution, 1870-1914**", https://en-econ.tau.ac.il/sites/economy_en.tau.ac.il/files/media_server/economics/pdf/mini%20courses/castronovo.pdf (28.06.2019)
- Morgan, Jacob (2014), **The Future of Work: Attract New Talent, Build Better Leaders and Create A Competitive Organization**, Published By John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Murat, Yılmaz (2017), "**1990 Sonrası Türkiye Ekonomisinde Uygulanan Sanayi Politikaları**", https://www.academia.edu/36348784/1990_sonras%C4%B1_t%C3%BCrkiye_ekonomisinde_uygulanan_sanayi_politikalar%C4%B1 (12.11.2018)
- Ngo, Tuan vd. (2018), "Additive Manufacturing (3d Printing): A Review of Materials, Methods, Applications and Challenges", **Composites Part B: Engineering**, 143, 172-196.
- Okutucu, Baki Onur (2012), **Bulut Bilişim ve Teknolojileri**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Önday, Özgür (2017), **Dijital Dönüşüm**, 2.Baskı, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Ong, S.K (2008), "Augmented Reality Applications in Manufacturing: A Survey", **International Journal of Production Research**, 46(10), 2702-2742.
- Organisation For Economic Co-Operation and Development (OECD), "**R&D Intensity in OECD Countries and Other Economies**", <http://www.oecd.org/sti/msti.htm> (12.11.2019)

- Orka, Ömer Faruk (2017), **Bulut Bilişim Uygulamaları ve Büyük Veri Analizinin Özellikle Müşteri İlişkileri Yönetimi ve Pazarlama Stratejilerinin Belirlenmesindeki Etkileri**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ögüt Adem vd. (2004), "Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi Bağlamında Örgütlerde İşgören Motivasyonu Süreci", **Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi**, 12, 277-290.
- Ören, Kenan ve Yüksel, Hasan (2012), "Geçmişten Günümüze Çalışma Hayatı", **Hak-İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi**, 1(1), 36-59.
- Öz, Arzu (2013), **Bulut Bilişim Veri Güvenliği**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi – Bilişim Enstitüsü .
- Özdamar, Kazım (2013), **Paket Programları İle İstatistiksel Veri Analizi**, 9.Baskı, Nisan Kitapevi,Eskişehir.
- Özdoğan, Ogan (2018),**Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları**, 2.Baskı, Pusula Yayıncılık,İstanbul.
- Özkan, Mehmet vd. (2018), Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye, **Siyasal Bilimler Dergisi**, 1(1), 1-30.
- Özkurt, Cem (2016), **Endüstri 4.0 Perspektifinden Türkiye'de İmalat Sanayinin Durumu: Sakarya İmalat Sanayi Üzerine Bir Anket Çalışması**,Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,Sakarya Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özler Süral vd. (2018), "**Endüstri 4.0: İnsan ve İnsan Kaynakları Yönetimin Neresinde?** ", 26. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, Karadeniz Teknik Üniversitesi- Trabzon, 765-770.
- Özsoy, Ceyda (2018), "Endüstri 4.0 ve İstihdam Üzerindeki Potansiyel Etkisi", **Journal of Current Researches on Business and Economics**, 8(2), 249-270.
- Özsoylu, Ahmet Fazıl (2017), "Industry 4.0",**Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi**, 21(1), 41-64.
- Öztemel, Ercan ve Gürsev, Samet (2018), "Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies", **Journal of Intelligent Manufacturing**, 1-56.
- Öztuna, Barış (2017), **Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) ile Çalışma Yaşamının Geleceği**, 1.Baskı, Gece Kitaplığı Yayıncılık, Ankara.
- Parijs, Philippe Van (2004), "Basic Income: A Simple and Powerful Idea For The Twenty-First Century", **Politics & Society**, 32(1), 7-39.

- Patrillo, Antonella vd. (2018), Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges and Opportunities, **Digital Transformation in Smart Manufacturing**, https://www.researchgate.net/publication/323464589_fourth_industrial_revolution_current_practices_challenges_and_opportunities (06.06.2018)
- Pınar, İbrahim ve Erdem, Serdar Kerim (2002), "Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Kullanıcısı İşletmelerin Memnuniyetlerini Ölçmeye Yönelik Bir Araştırma", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 31(1), 71-95.
- Pinzone, Marta vd. (2017), "Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research", **Ifip International Conference on Advances in Production Management Systems**, 513, 282-288.
- Prieto, Isabel ve Perez-Santana, Pilar (2014), "Managing Innovative Work Behavior: The Role of Human Resource Practices", **Personnel Review**, 43(2), 184-208.
- Prifti, Loina (2017), **A Competency Model For "Industrie 4.0" Employees**, 13th Int. Conf. on Wirtschaftsinformatik.
- Rajkumar, Ragunattan (2010), "Cyber-Physical Systems: The Next Computing Revolution", **In Proceedings of The 47th Design Automation Conference Acm**, 731-736.
- Rayna, Thierry, & Striukova, Ludmila (2014), "The Impact of 3d Printing Technologies on Business Model Innovation, Digital Enterprise Design & Management", **Advances in Intelligent Systems and Computing**, 261, 119-132.
- Richard, Orlondo ve Johnson, Nancy (2001), "Strategic Human Resource Management Effectiveness and Firm Performance", **International Journal of Human Resource Management**, 12(2), 299-310.
- Richert, Anja vd. (2016), "**Educating Engineers For Industry 4.0: Virtual Worlds and Human-Robot-Teams: Empirical Studies Towards A New Educational Age**", IEEE Global Engineering Education Conference (Educon), Abu Dhabi, 142-149.
- Rifkin, Jeremy (2014), **Üçüncü Sanayi Devrimi Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiyi ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor?**, 2.Baskı, (Pelin Sıral ve Murat Başekim, Çev.), İletişim Yayınları, İstanbul.
- _____ (2015), **Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı**, (Levent Göktem, Çev.), Optimist Yayıncılık, İstanbul.
- Roblek, Vasja (2013), "The Impact of Social Media to Value Added in Knowledge-Based Industries", **Social Science Research Network**, 42(4), 554-568.

- Roman, Rodrigo (2013), "On The Features and Challenges of Security and Privacy in Distributed Internet of Things", **Computer Networks**, 57(10), 2266-2279. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2012.12.018>
- Rüßmann, Michael (2015), "**Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**", Boston Consulting Group.
- Sadiku, Matheww (2017), "Industrial Internet of Thing", **International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering**, 3(11), 1-5.
- Salğar, Uğur (2018), "**Türkiye ve Sanayi 4.0: Yapısal Bir Değerlendirme**", https://www.researchgate.net/publication/328353838_turkiye_ve_sanayi_40_yapisal_bir_degerlendirme (01.12.2019)
- Schermelleh-Engel, Karin vd. (2003), "Evaluating The Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures", **Methods of Psychological Research**, 8(2), 23-74.
- Schroeck, Michael vd. (2012), "**Analytics: The Real-World Use of Big Data. How Innovative Enterprises Extract Value From Uncertaindata**", IBM Global Business Services Business Analytics and Optimization Executive Report .
- Schuler, Randall (2002), "**Strategic Human Resource Management: Linking The People with The Strategic Needs of The Business**", *Strategic Human Resource Management*, 21(1), 8-32.
- Schwab, Klaus (2018), **Dördüncü Sanayi Devrimi**, Optimist Yayıncılık, İstanbul.
- Selvi, Onur (2011), **Bulut Bilişim Eğitim Alanında Örnek Bir Uygulama**,Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sercan, Mustafa Remzi (2019), **Türkiye'nin Endüstri 4.0 Potansiyeli ve Seçilmiş Ülkeler İle Karşılaştırılması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Seyrek, İbrahim Halil (2011), "Bulut Bilişim: İşletmeler İçin Fırsatlar ve Zorluklar, Gaziantep Üniversitesi", **Sosyal Bilimler Dergisi**, 10(2), 701-713.
- Shamim, Sabiq vd. (2016), Management Approaches For Industry 4.0: A Human Resource Management Perspective, **In 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (Cec)**, 5309-5316.
- Shi, Jianhua (2011), "A Survey of Cyber-Physical Systems", **In:International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (Wcp)**, 9-11.
- Sipahi, Beril vd. (2006), **Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi**, 1.Baskı, Beta Yayıncılık, İstanbul.

- Sivathanu, Brijesh ve Pillai, Rajasshrie (2018), "Smart HR 4.0 – How Industry 4.0 Is Disrupting HR", **Human Resource Management International Digest**, 26(14), 7-11.
- Slusarczyk, Beata (2018), Industry 4.0-Are We Ready?, **Polish Journal of Management Studies**, 17(1), 232-248.
- Snell, Scott vd. (1996), **Establishing A Framework For Research in Strategic Human Resource Management: Merging Resource Theory and Organizational Learning**, (P. Michael İçinde (371-400), Human Resource Management, London ve New York.
- Soylu, Ali (2018), "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", **Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 32, 43-57.
- Stefan, Strohmeier (2016), "Smart HRM-A Delphi Study on The Future of Digital Human Resource Management (HRM 4.0)", Saarland University Management Information.
- Stewart, Jim ve Hamlin, Bob (2011), "What Is HRD? - A Definitional Review and Synthesis of The HRD Domain", **Journal of European Industrial Training**, 35(3), 199-220.
- Stock, Tom ve Seliger, Guenther (2016), "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0", **13th, Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth From Resource Use - Procedia Cirp**, 40, 536-541.
- Sungur, Onur ve Ünlü, Hidayet (2016), "Türkiye’de Sanayi Politikaları ve Sanayi Sektörünün Dönüşüm: Planlı Kalkınma Dönemi Açısından Bir Değerlendirme”, **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 9(42), 1637-1647.
- Sümer, Nebi (2000), "Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve Lisrel Uygulamaları", **Türk Psikoloji Yazıları**, 3(6), 49-74.
- Swanson, Richard (2001), "Human Resource Development and Its Underlying Theory", **Human Resource Development International**, 4(3), 299-312.
- Şahin, Levent vd. (2015), "Teknolojik Gelişmelerin İşin Yapısı ve İşgücünün Nitelikleri Üzerine Etkileri: Hastane Çalışanlarının Algılarına Yönelik Bir Araştırma", **İş ve Hayat Dergisi**, 97-130.
- Şencan, Hüner (2005), **Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenirlilik ve Geçerlilik**, 1. Baskı, Seçkin Yayınları, Ankara.
- Şener, Semih ve Eevli, Erol (2017), "Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yükseköğrenim", **Mühendis Beyinler Dergisi**, 1(2), 23-37.
- Şimşek, Ömer Faruk (2007), **Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş - Temel İlkeler ve Lisrel Uygulamaları**, 1.Baskı, Ekinoks Yayınevi, Ankara.
- Şimşek, Tolga (2016), "Endüstri 4.0 İle Geleceğe Bakış ve Beklentiler", Endüstri 4.0 Platformu, <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecegebakis-ve-beklentiler/> (20.07.2018).

- Tak, Bilçin vd. (2007), "Yetkinliklere Dayalı İnsan Kaynakları Yönetimi ve Ücretlendirme Sistemi Üzerine Bir İnceleme", **İşletme Fakültesi Dergisi**, 8(2), 233-266.
- Taş, Hacı Yunus (2018), "Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri", **Uluslararası Toplum Araştırma Dergisi**, 9(16), 1819-1835.
- Taymaz, Erol (1993), "Kriz ve Teknoloji", **Toplum ve Bilim Dergisi**, 56(61), 5-40.
- Taymaz, Erol ve Voyvoda, Ebru (2015), "2023'e Doğru Sanayi, Yapısal Dönüşüm ve Sanayi Politikaları", **İktisadi, İşletme ve Finans Dergisi**, 30(350), 25-62.
- Terlemez, Bahriye (2013), **Stratejik İnsan Kaynakları Bağlamında Organizasyonlarda Yetenek Yönetimi:Bankacılık Sektörü Uygulama Örneği**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,Adnan Menderes Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Toffler, Alvin (2008), **Üçüncü Dalga - Bir Fütürist Ekonomi Analizi Klasiği**, (Selim Yeniçeri, Çev.), İstanbul: Koridor Yayıncılık.
- Toker, Kerem (2018), "Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri", **Istanbul Management Journal**, 29(84), 51-64.
- Tokol, Aysen (2000), "Yeni Teknolojiler ve Değişen Endüstri İlişkileri", **İş Güç Endüstri İlişkileri Dergisi**, 2(1), 1-13.
- Truss, Catherine ve Gratton, Lynda (1994), "Strategic Human Resource Management: A Conceptual Approach", **International Journal of Human Resource Management**, 5(3), 663-686.
- Turak, Yiğit (2015), "Nesnelerin İnterneti ve Güvenliği", <http://www.yigitturak.com/wp-content/uploads/10tguvenligi.pdf> (19.11.2018)
- Turan, Kemal (2018), **Dördüncü Sanayi Devriminin Uluslararası İlişkilere Sosyoekonomik Etkileri**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) (2016)," **Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası** ", http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf (29.12.2018)
- Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği (TÜSAİD) ve Boston Consulting Group (BCG) (2016), "**Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0**", Yayın No: Tüsiadt/2016-03/576.
-
- (2017),
"**Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği**", Yayın No: Tüsiad-T/2017,12 - 589,
<https://www.endustri40.com/tusiad-turkiyenin-dijital-donusum-yetkinligi-raporu/>
(20.12.2018)

- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) (2017), "**Akıllı Fabrikalar Geliyor**", http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf (10.11.2018)
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), "**İmalat Sanayi Teknoloji Yoğunluğu**", http://www.tuik.gov.tr/pretablo.do?alt_id=1046, (24.05.2020)
- _____, "**İmalat Sanayinin Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) İçindeki Payı**", http://www.tuik.gov.tr/pretablo.do?alt_id=1105 (24.05.2020)
- _____, "**Türkiye’de Ar-Ge Faaliyetleri İstatistikleri**", http://www.tuik.gov.tr/pretablo.do?alt_id=1082 (20.05.2020)
- _____, "**Türkiye’de Sektörel İşgücü Dağılımı (%)**", http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1007 (24.05.2020)
- _____, "**Türkiye’nin Sanayi Üretim Endeksi ve Kapasite Kullanım Oranı**", <https://evds2.tcmb.gov.tr> (24.05.2020)
- Ulrich, Dave vd. (1995), "**Human Resource Competencies: An Empirical Assessment**", Human Resources Management Dergisi, 34(4), 473-495.
- Uluslararası Robotik Federasyonu (International Federation of Robotics/IFR) (2017), "**Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots**", https://ifr.org/downloads/press2018/executive_summary_wr_2018_industrial_robots.pdf (24.04.2019)
- _____, (2017), "**The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs**", <https://ifr.org/news/position-paper> (20.12.2018)
- Ural, Ayhan ve Kılıç, İbrahim (2011), **Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi**, 3.Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Ünlü, Fatma ve Atik, Hayriye (2018), "Türkiye’deki İşletmelerin Endüstri 4.0’a Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırmalı Ampirik Analiz", **Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi**, 17(2), 431-463.
- Vivarelli, Marco (2007), **Innovation and Employment: A Survey**, Iza Discussion Paper, No. 2621.
- Vogel-Heuser, Birgit ve Hess, Dieter (2016), "Industry 4.0 Prerequisites and Visions", **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, 13(2), 411-413.
- Wang, Shiyang (2016), "Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook", **International Journal of Distributed Sensor Networks**, 12(1), 1-10.
- Waschull, Sabine ve Bokhorst, Jos (2016), "Impact of Technology on Work: Technical Functionalities That Give Rise to New Job Designs in Industry 4.0", **IFIP Advances in Information and Communication Technology**, 3(7), 274-281.

- Watkins, Karen (2000), "**Aims, Roles and Structures For Human Resource Development**", *Advances in Developing Human Resources*, 2(3), 54-59.
- West, Darell (2015), **What Happens If Robots Take The Jobs? The Impact of Emerging Technologies on Employment and Public Policy**, Washington, Dc: Centre For Technology Innovation At Brookings.
- Wisskirchen, Gerlind (2017), **Artificial Intelligence and Robotics Their Impact on The Workplace**, IBA Global Employment Institute, London.
- World Economic Forum (WEF) (2016), "**The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy For The Fourth Industrial Revolution**", http://www3.weforum.org/docs/wef_future_of_jobs.pdf (15.01.2019)
- _____ (2018a), "**The Global Competitiveness Report**", <http://www3.weforum.org/docs/gcr2018/05fullreport/theglobalcompetitivenessreport2018> (12.12.2018)
- _____ (2018b), "**The Future of Jobs Employment**", http://www3.weforum.org/docs/wef_future_of_jobs_2018.pdf (15.02.2019)
- _____ (2018c), "**The Global Gender Gap Report**", http://www3.weforum.org/docs/wef_gggr_2018.pdf (25.12.2018)
- Wright, Patrick ve McMahan, Gary (1992), "Theoretical Perspectives For Strategic Human Resource Management", *Journal of Management*, 18(2), 295-320.
- Wright, Patrick ve Ulrich, Michael (2017), "A Road Well Traveled: The Past, Present and Future Journey of Strategic Human Resource Management", *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 4, 45-65.
- Yankın, Fahri Bilal (2018), "Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı", *Trakya Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 7(2), 1-38.
- Yazıcı, Ahmet (2016), "**Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar**", http://www.emo.org.tr/ekler/91f2bb2a057879e_ek.pdf?dergi=1069 (20.10.2018)
- Yazıcı, Erdiñç ve Düzkaya, Hıdır (2016), "**Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır Mı?**", *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7(13), 49-88.
- Yazıcıoğlu, Yahşi ve Erdoğan, Samiye (2014), **SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri**, 4.Baskı, Detay Yayıncılık. Ankara.
- Yentürk, Nurhan (1993), "**Post-Fordist Gelişmeler ve Dünya İktisadî İş bölümünün Geleceği**", *Toplum ve Bilim Dergisi*, 56(61), 42-57.
- Yetim, Servet (2016), "Sürücüsüz Araçlar ve Getirdiği/Getireceği Hukuki Sorunlar", *Ankara Barosu Dergisi*, 2016/1, <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/398494> (10.06.2018)

- Yıldırım, Özge (2017), **Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi Kapsamında Yetenek Yönetiminin Motivasyon ile İlişkisi: Otomotiv Sektöründe Bir Araştırma**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılmaz, Kevser (2018), **Awareness Analysis of Industry 4.0**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılmaz, Tuncay ve Aktaş, Fatih (2018), "Yeni Nesil İstihdam ve Geleceği", **Akademia Sosyal Bilimler Dergisi**, Özel Sayı - 1, 47-59.
- Yüksekbilgili, Zeki ve Çevik, Gözde Zeynep (2018), "Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz", **Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (Fesa)**, 3(2), 422-436.
- Yüksel, Öznur (2003), **İnsan Kaynakları Yönetimi**, 1.Baskı, Gazi Kitapevi.Ankara.
- Zezulka, Frantisek ve Sajdl, O. (2016), "Industry 4.0 – An Introduction in The Phenomenon", **IFAC –Papersonline**, 49(25), 8-12.
- Zhang, Oi vd. (2010), "Cloud Computing: State-of-The-Art and Research Challenges", **Journal of Internet Services and Applications**, 1(1), 7-18.
- Zhou, Keliang vd. (2015), "Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges", **in International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery**, 2147-2152.



EKLER

Ek 1: Araştırmada Kullanılan Anket Formu

Değerli katılımcı,

Bu anket, Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri ile teknoloji kullanım düzeylerinin teknik, metodolojik ve sosyal/kişisel yetkinlikler olarak ele alınan işgücü niteliği ve işin yapısı üzerinde farklılık yaratıp yaratmadığını ortaya koymak amacıyla Teknokent yöneticilerine uygulanmaktadır. Çalışmadan elde edilen bilgiler Karadeniz Teknik Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yönetim ve Organizasyon programı yüksek lisans tezi için kullanılacak olup, firmanızın isim ve bilgileriniz hiçbir yerde kullanılmayacaktır. Araştırmadaki hiçbir ifadenin doğru veya yanlış cevabı yoktur. Soruları kendi fikir ve yaklaşımlarınızı dikkate alarak yanıtlamanız önemle rica olunur Anketteki ve formdaki tüm maddelerin eksiksiz olarak doldurulması, değerlendirme açısından büyük önem taşımaktadır. Destekleriniz ve değerli fikirleriniz için çok teşekkür ederiz.

Yüksek Lisans Tez Danışmanı

Prof. Dr. Kader ŞAHİN

Tezi Hazırlayan

Nihal GÜDEN

Birinci Bölüm: Katılımcı ve Şirket Bilgileri

1. Cinsiyetiniz: () Kadın () Erkek
2. Öğrenim durumunuz: () Lise () Ön lisans () lisans () Yüksek Lisans () Doktora
3. Yaş grubunuz: () 21-30 () 31-40 () 41-50 () 51 ve üzeri
4. Şu anki iş yerinizde kaç yıldır çalışıyorsunuz? : () 1 yıldan az () 1-3 yıl () 3-5 yıl () 5 yıldan fazla
5. İşyerinde çalışılan departman/pozisyon:
6. Teknokent içinde toplam çalışan sayısı: () 0-9 () 10-49 () 50-249 () 250 ve üstü
7. Faaliyette bulunduğunuz sektör/sektörler:
 - Bilişim teknolojisi
 - Sağlık
 - Biyoteknoloji
 - Tarımsal teknoloji
 - Gıda
 - Tasarım teknolojileri (makine, imalat, otomotiv)
 - Enerji ve çevre teknolojileri
 - Savunma sanayi
 - Kimya
 - İnşaat-Restorasyon
 - Elektrik-Elektronik
8. Şirketinizin kuruluş yapısı ile ilgili lütfen uygun seçeneği işaretleyiniz
 - () Start-up şirket
 - () Spin-off şirket
 - () Birden çok firmanın bir araya gelerek kurduğu bir şirket

BÖLÜM 2: Aşağıda dördüncü sanayi devrimi ve teknolojileri konusunda farkındalığınızı ölçmek üzere ifadeler yer almaktadır. Bu ifadelere ne ölçüde katıldığınızı lütfen belirtiniz.

1-Kesinlikle Katılmıyorum 2- Katılmıyorum 3-Kararsızım 4- Katılıyorum 5- Kesinlikle Katılıyorum	1	2	3	4	5
Dördüncü sanayi devrimi teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim					
Şirketim dördüncü sanayi devrimi ile ilgileniyor					
Üst düzey yöneticiler dördüncü sanayi devriminin farkındadır					
Şirketim dördüncü sanayi devrimi konusunda bilgiye sahiptir					
Şirketim Endüstri 4.0'a yönelik çalışmalar yapmaktadır.					

Şirketinizde Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılıyor mu?

- Evet
- Hayır (Anket burada sonlandırılmaktadır)

Şirketinizde Endüstri 4.0 teknolojilerden hangisi ya da hangileri kullanılmaktadır?

- Yapay zekâ
- Büyük veri ve ileri analitik
- Sanal gerçeklik
- Arttırılmış gerçeklik
- Bulut bilişim
- Nesnelerin interneti
- Siber güvenlik
- Endüstriyel Otomasyon ve Robotik teknolojiler
- Yeni nesil (akıllı) sensör teknolojisi
- Eklemeli imalat

BÖLÜM 3: Aşağıda işin yapısı ölçmek üzere ifadeler yer almaktadır. Bu ifadelere ne ölçüde katıldığınızı lütfen belirtiniz

1-Kesinlikle katılmıyorum 2- Katılmıyorum 3- kararsızım 4- Katılıyorum 5- Kesinlikle katılıyorum	1	2	3	4	5
Çalışanlar zaman ve mekân ayrımı olmaksızın bilgiye her an ulaşabilmektedir					
Çalışanlar sistem üzerindeki bütün verileri kolayca izleyebilmektedir					
Çalışanlar aralarında anında iletişim kurabilmektedir					
Çalışanların iş hataları azdır					

BÖLÜM 4: Aşağıda işgücü niteliğini ölçmek üzere ifadeler yer almaktadır. Bu ifadelere ne ölçüde katıldığınızı lütfen belirtiniz

1-Kesinlikle Katılmıyorum 2- Katılmıyorum 3- kararsızım 4- Katılıyorum 5- Kesinlikle Katılıyorum	1	2	3	4	5
Çalışanlar ileri derecede teknoloji bilgisine sahiptir					
Çalışanlar yüksek teknik becerilere sahiptir					
Çalışanlar yüksek derecede kodlama becerilerine sahiptir					
Çalışanlar yüksek derecede siber güvenlik farkındalığına sahiptir					
Çalışanlar yüksek yaratıcılık yeteneğine sahiptir					
Çalışanlar yüksek problem çözme becerilerine sahiptir					
Çalışanlar kendi kararlarını kendileri verebilmektedir					
Çalışanlar karmaşık süreçlerin üstesinden gelebilecek analitik becerilerine sahiptir					
Çalışanlar araştırma becerilerine sahiptir					
Çalışanlar iş birliği ve uzlaşma yeteneğine sahiptir					
Çalışanlar bilgi transfer yeteneğine sahiptir					
Çalışanlar mesleki açıdan esnek sorumluluklara sahiptir					
Çalışanlar öğrenme motivasyonlarına sahiptir					

ÖZGEÇMİŞ

Nihal GÜDEN, 01.01.1995 tarihinde Ankara İli Altındağ İlçesi'nde doğdu. 2008 yılında 100. Yıl İlköğretim Okulu'nu; 2012 yılında Layıka Akbilek Kız Meslek Lisesi'ni; 2016 yılında da Karadeniz Teknik Üniversitesi – İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü'nü bitirdi. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.

GÜDEN, bekâr olup, İngilizce bilmektedir.

