

**T.C.**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**TEKNOLOJİ VE BİLGİ YÖNETİMİ**  
**ANA BİLİM DALI**



**İŞLETMELERİN DİJİTAL DÖNÜŞÜM (ENDÜSTRİ**  
**4.0) FARKINDALIK VE ALGI DÜZEYİNİN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ: ELAZIĞ OSB ÖRNEĞİ**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU**

**HAZIRLAYAN**  
**Serkan METİN**

**ELAZIĞ-2019**

T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
TEKNOLOJİ VE BİLGİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI

**İŞLETMELERİN DİJİTAL DÖNÜŞÜM (ENDÜSTRİ 4.0)  
FARKINDALIK VE ALGI DÜZEYİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ: ELAZIĞ OSB ÖRNEĞİ**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU**

**HAZIRLAYAN**  
**Serkan METİN**

Jürimiz, 31/05/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonunda bu doktora tezini oy birliği / oy çokluğu ile başarılı saymıştır.

**Jüri Üyeleri:**

1. Prof. Dr. Mehmet KAYA
2. Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU
3. Doç. Dr. Abdulvahap BAYDAŞ
4. Dr. Öğr. Üyesi Cem AYDEN
5. Dr. Öğr. Üyesi Erdinç KOÇ



F. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Ömer Osman UMAR**  
**Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü**

**ÖZET****Doktora Tezi****İşletmelerin Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalık ve Algı Düzeyinin  
Değerlendirilmesi: Elazığ OSB Örneği****Serkan METİN****Fırat Üniversitesi****Sosyal Bilimler Enstitüsü****Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Ana Bilim Dalı****Elazığ-2019; Sayfa: XIII+145**

Ülkelerin temel amaçlarının başında vatandaşlarının yaşam kalitelerini artırmak gelmektedir. Refah düzeyini artırmanın en önemli aracı ekonomik açıdan güçlü bir konuma gelmektir. Ülke ekonomilerini ayakta tutan temel unsur imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerdir. İşletmeler rekabetçi konumlarını korumak ve daha üst seviyelere çıkarabilmek için teknolojik yeniliklere önem vermelidir. Bu teknolojik yeniliklerin en önemli basamağını dijitalleşme oluşturmaktadır. İşletmeler açısından dijital dönüşüm, sadece kârlılığa yaptığı katkı nedeniyle değil aynı zamanda rekabet avantajı elde etmek için de kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, Elazığ Organize Sanayi Bölgesi içerisinde faaliyet gösteren işletmelerin, Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) olarak adlandırılan yeni üretim modeli hakkındaki bilgi seviyelerini ölçmek ve mevcut alt yapılarının dijital dönüşüme ne kadar uygun olduğunu belirlemektir. Bununla birlikte üretimdeki teknolojik değişimin getireceği faydaların işletmeler tarafından ne kadar bilindiği konusu da araştırılmıştır. Elazığ Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren 9 farklı sektörden, 82 işletmeye hazırlanan anket uygulanmıştır. Anket sonucunda elde edilen değerler istatistiksel araçlar ile analiz edilmiştir. Toplanan veriler üzerinde yapılan normallik analizi sonucunda verilerin normal dağılım göstermemesinden dolayı parametrik olmayan istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Anketi oluşturan sürekli değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Sürekli değişkenler ile

kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler ise Kruskall Wallis H ve Mann Whitney U testi ile incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, işletme yetkililerinin Endüstri 4.0 konusunda yetersiz bilgiye sahip oldukları ve Endüstri 4.0'a yönelik herhangi bir hedef ve amaçlarının bulunmadığı tespit edilmiştir. Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım arasında anlamlı ve güçlüye yakın bir korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir. şirketlerin müşteri sayısı, çalışan sayısı ve yıllık cirosuna göre Endüstri 4.0'a yaklaşımları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir. Araştırma Elazığ Organize Sanayi Bölgesi'ndeki farklı sektörlerin Sanayide Dijitalleşme hazırlıklarını ve beklentilerini analiz edebilmek için yapılmış ilk çalışmadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sanayide Dijitalleşme, Akıllı Fabrika, Organize Sanayi Bölgeleri, Dördüncü Sanayi Devrimi

**ABSTRACT****PhD Thesis****Assessment of Businesses Awareness and Perception Level of Digital Transformation (Industry 4.0): The Case of Elazığ OIZ****Serkan METİN****Firat University****Social Sciences Institute****Technology and Information Management****Elazığ-2019; Page: XIII+145**

The main purpose of the countries is to increase the quality of life of their citizens. The most important tool for increasing the level of welfare is to become economically strong. The main element that keeps the economies of the country alive is the enterprises operating in the manufacturing sector. Businesses should give importance to technological innovations in order to maintain their competitive positions and to raise them to higher levels. Digitalization is the most important step in these technological innovations. For businesses, digital transformation is critical not only for its contribution to profitability but also for gaining a competitive advantage.

The aim of this study is to measure the knowledge levels of the enterprises operating in Elazığ Organized Industrial Zone about the new production model called Digital Transformation (Industry 4.0) and to determine how suitable their existing infrastructure is for digital transformation. In addition, the extent to which the benefits of technological change in production are well known by the enterprises has been investigated. A total of 82 enterprises from 9 different sectors operating in the Organized Industrial Zone of Elazığ were interviewed using the prepared questionnaire. The results of the survey were analysed using statistical tools. Nonparametric statistical methods were used since the data did not present a normal distribution as a result of the normality analysis conducted on the collected data. The Spearman correlation test was applied to determine the relationships between the continuous variables constituting the

questionnaire. The relationships between continuous variables and categorical variables were examined by Kruskal Wallis H and Mann Whitney U tests.

As a result of the analysis conducted, it was determined that the business authorities had insufficient knowledge about Industry 4.0, and they did not have any goals and objectives regarding Industry 4.0. A strong and nearly strong correlation was found between the general approach to Industry 4.0 and the approach to Industry 4.0 in the context of strategy and organization. No significant differences were found between the businesses' approaches to Industry 4.0 by the number of customers, number of employees and annual turnover. It is the first research study to analyse the preparations and expectations of different sectors in Elazığ's Organized Industrial Zone for Digitalization in Industry.

**Keywords:** Digitalization in Industry, Smart Factory, Organized Industrial Zones, the Fourth Industrial Revolution

## İÇİNDEKİLER

|                        |      |
|------------------------|------|
| ÖZET .....             | II   |
| ABSTRACT.....          | IV   |
| İÇİNDEKİLER.....       | VI   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ ..... | VIII |
| TABLolar LİSTESİ ..... | IX   |
| GRAFİKLER LİSTESİ..... | XI   |
| ÖNSÖZ .....            | XII  |
| KISALTMALAR .....      | XIII |
| GİRİŞ .....            | 1    |

### BİRİNCİ BÖLÜM

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 1. SANAYİLEŞME .....                     | 3  |
| 1.1. Sanayi Devrimleri .....             | 3  |
| 1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi.....       | 8  |
| 1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi.....        | 10 |
| 1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi .....       | 11 |
| 1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi .....     | 12 |
| 1.1.4.1. Nesnelerin İnterneti.....       | 14 |
| 1.1.4.2. Siber-Fiziksel Sistemler .....  | 19 |
| 1.1.4.3. Büyük Veri.....                 | 22 |
| 1.1.4.4. Arttırılmış Gerçeklik.....      | 26 |
| 1.1.4.5. Bulut Bilişim.....              | 28 |
| 1.1.4.6. 3B Yazıcı .....                 | 32 |
| 1.1.4.7. Akıllı Fabrikalar.....          | 36 |
| 1.1.4.8. Yapay Zeka .....                | 42 |
| 1.2. Türkiye’de Sanayileşme Süreci ..... | 44 |

### İKİNCİ BÖLÜM

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 2. BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİNDEKİ GELİŞMELER.....        | 46 |
| 2.1. Ülkelerin İnternet ve Bulut Teknolojileri Kullanımı ..... | 49 |
| 2.2. Ülkelerin Kurumsal Kaynak Planlaması Kullanımı.....       | 51 |
| 2.3. Ülkelerin Büyük Veri Analizi Yapma Yetenekleri .....      | 52 |
| 2.4. Ülkelerin Robot Teknolojisi Kullanım Kapasitesi .....     | 53 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 2.5. Türkiye'nin Dijitalleşmedeki Konumu .....             | 55 |
| 2.6. Türkiye'nin Ağa Hazırlık Endeksi .....                | 59 |
| 2.7. Türkiye'nin Küresel Rekabet Edebilirlik Endeksi ..... | 63 |

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ .....</b>                     | <b>65</b> |
| 3.1. Organize Sanayi Bölgeleri Oluşturulmasının Amaçları..... | 66        |
| 3.2. Türkiye'de Organize Sanayi Bölgeleri.....                | 67        |
| 3.3. Elazığ Organize Sanayi Bölgesi.....                      | 68        |

### DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4. ENDÜSTRİ 4.0 KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR .....</b> | <b>71</b> |
|-----------------------------------------------------------|-----------|

### BEŞİNCİ BÖLÜM

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. YÖNTEM VE BULGULAR .....</b>                        | <b>87</b>  |
| 5.1. Amaç ve Kapsam .....                                 | 87         |
| 5.2. Veri Toplama Yöntemi .....                           | 87         |
| 5.3. Veri Analizi .....                                   | 88         |
| 5.4. Araştırma Hipotezleri.....                           | 88         |
| 5.5. Firma ve Katılımcılara Ait Demografik Bulgular ..... | 90         |
| 5.6. Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizi.....              | 92         |
| 5.7. Normallik Analizi.....                               | 95         |
| 5.8. Betimsel İstatistikler.....                          | 98         |
| 5.9. Frekans Analizleri .....                             | 99         |
| 5.10. Hipotez Testleri.....                               | 108        |
| <b>SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME .....</b>                    | <b>123</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                    | <b>127</b> |
| <b>EKLER .....</b>                                        | <b>139</b> |
| Ek 1. Orijinallik Raporu.....                             | 139        |
| Ek-2. Etik Kurul Kararı.....                              | 140        |
| Ek 3. Anket Soruları.....                                 | 142        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                     | <b>145</b> |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1.</b> El Cezire'nin Fil Saati.....                                           | 4  |
| <b>Şekil 2.</b> Tavus Kuşlu Abdest Alma Makinası.....                                  | 5  |
| <b>Şekil 3.</b> Kaybedilen Kanı Ölçme Aleti .....                                      | 5  |
| <b>Şekil 4.</b> Sıvıları Dağıtmak İçin Otomatik Yayıcı .....                           | 6  |
| <b>Şekil 5.</b> İki Kefeli, Bir Fıskırtma Başlıklı Fıskiye .....                       | 7  |
| <b>Şekil 6.</b> Akarsu Gücüyle Çalışan Otomatik Su Pompası .....                       | 7  |
| <b>Şekil 7.</b> Sanayi Devrimlerinin Kullandığı Teknolojiler .....                     | 8  |
| <b>Şekil 8.</b> İlk Kullanılabilir Buhar Motoru .....                                  | 9  |
| <b>Şekil 9.</b> Endüstri 4.0 Çerçevesi ve Katkıda Bulunan Dijital Teknolojiler.....    | 14 |
| <b>Şekil 10.</b> Dünya Nüfusu ve İnternete Bağlı Cihaz Sayısı.....                     | 15 |
| <b>Şekil 11.</b> Nesnelerin İnterneti Teknoloji Yol Haritası .....                     | 19 |
| <b>Şekil 12.</b> Sanal Fikstür - İlk AG Sistemi, 1992, ABD Hava Kuvvetleri .....       | 27 |
| <b>Şekil 13.</b> Bulut Bilişim .....                                                   | 29 |
| <b>Şekil 14.</b> Yığın Halinde Katman Olarak Düzenlenmiş Bulut Bilişim Hizmeti Modelli | 30 |
| <b>Şekil 15.</b> Birleştirilmiş Birikim Modellemesi.....                               | 34 |
| <b>Şekil 16.</b> SLA – Stereo Litography Apparatus .....                               | 34 |
| <b>Şekil 17.</b> Seçici Lazer Sinterleme.....                                          | 35 |
| <b>Şekil 18.</b> 3B Baskı İşlemi .....                                                 | 36 |
| <b>Şekil 19.</b> Siber Fiziksel Sistem Kurulumunda 5C Mimarisi .....                   | 38 |
| <b>Şekil 20.</b> 5C Mimarisi Düzeylerindeki Uygulamalar ve Teknikler.....              | 39 |
| <b>Şekil 21.</b> Yapay Sinir Ağları.....                                               | 43 |

## TABLOLAR LİSTESİ

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 1.</b> Çeşitli Saldırı Yöntemlerinin Sınıflandırılması .....                                                   | 22  |
| <b>Tablo 2.</b> Günümüz Fabrikaları İle Endüstri 4.0 Tabanlı Akıllı Fabrikalar<br>Arasındaki Karşılaştırmalar .....     | 40  |
| <b>Tablo 3.</b> Dell Technologies Dijital Dönüşüm Endeksi .....                                                         | 58  |
| <b>Tablo 4.</b> Endeks Çerçeve Başlıkları ve Gösterge Sayısı .....                                                      | 60  |
| <b>Tablo 5.</b> Ağa Hazırlık Endeksi.....                                                                               | 61  |
| <b>Tablo 6.</b> 2016 Yılındaki AHE'ne Ait Alt Bileşen Değerleri.....                                                    | 61  |
| <b>Tablo 7.</b> Alt Bileşenlere Ait Ayrıntılı Ağ Hazırlık Endeksi Değerleri .....                                       | 62  |
| <b>Tablo 8.</b> 2018 Türkiye'nin Küresel Rekabet Edebilirlik Endeksi.....                                               | 64  |
| <b>Tablo 9.</b> Elazığ OSB'ye Ait Parsel Dağılım .....                                                                  | 69  |
| <b>Tablo 10.</b> Elazığ OSB'deki İşletmelerin Sektörel Dağılımı.....                                                    | 70  |
| <b>Tablo 11.</b> Firma Tanımlayıcı İstatistikleri .....                                                                 | 91  |
| <b>Tablo 12.</b> Referans Cronbach's Alpha Katsayıları.....                                                             | 92  |
| <b>Tablo 13.</b> Ölçek Güvenirlilik İstatistikleri .....                                                                | 92  |
| <b>Tablo 14.</b> Ölçek Alt Bölümlerine Ait Güvenirlilik İstatistikleri .....                                            | 93  |
| <b>Tablo 15.</b> KMO Değer Aralığı .....                                                                                | 93  |
| <b>Tablo 16.</b> Ölçek KMO Sonuçları .....                                                                              | 94  |
| <b>Tablo 17.</b> Ortak Varyans Değerleri.....                                                                           | 94  |
| <b>Tablo 18.</b> Ölçek Normal Dağılım Test İstatistikleri.....                                                          | 95  |
| <b>Tablo 19.</b> Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım Ölçeği Normallik Dağılımı.....                                           | 96  |
| <b>Tablo 20.</b> Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Ölçeği Normallik Dağılımı.....                                 | 97  |
| <b>Tablo 21.</b> Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi Ölçeği<br>Normallik Dağılımı .....          | 97  |
| <b>Tablo 22.</b> Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda Ölçeği Normallik Dağılımı.....                                         | 97  |
| <b>Tablo 23.</b> Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi<br>Ölçeği Normallik Dağılımı..... | 98  |
| <b>Tablo 24.</b> Ölçek Betimsel İstatistikleri.....                                                                     | 99  |
| <b>Tablo 25.</b> Aritmetik Ortalama Aralığı.....                                                                        | 99  |
| <b>Tablo 26.</b> Genel Yaklaşım Ölçeği Frekans Analizi .....                                                            | 100 |
| <b>Tablo 27.</b> Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım Ölçeği<br>Frekans Analizi .....             | 102 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 28.</b> Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi Ölçeği   |     |
| Frekans Analizi .....                                                                | 104 |
| <b>Tablo 29.</b> Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda Ölçeği Frekans Analizi.....         | 105 |
| <b>Tablo 30.</b> Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma       |     |
| Düzeyi Ölçeği Frekans Analizleri .....                                               | 106 |
| <b>Tablo 31.</b> Korelasyon İlişkisinin Şiddeti.....                                 | 109 |
| <b>Tablo 32.</b> Spearman Korelasyon Matrisi .....                                   | 111 |
| <b>Tablo 33.</b> Geçen Yılki Toplam Gelire Göre Farklılıkları Sınayan Mann Whitney   |     |
| U Test İstatistikleri .....                                                          | 114 |
| <b>Tablo 34.</b> Çalışan Sayısına Göre Farklılıkları Sınayan Kruskal Wallis H Test   |     |
| İstatistikleri.....                                                                  | 116 |
| <b>Tablo 35.</b> Müşteri Sayısına Göre Farklılıkları Sınayan Mann Whitney U Test     |     |
| İstatistikleri.....                                                                  | 118 |
| <b>Tablo 36.</b> Firmaların Hedef Pazarına Göre Farklılıkları Sınayan Kruskal Wallis |     |
| H Test İstatistikleri .....                                                          | 119 |
| <b>Tablo 37.</b> Hipotezlere İlişkin Özet Tablo.....                                 | 120 |

## GRAFİKLER LİSTESİ

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafik 1.</b> 3B Baskı Sektörü Büyümesi .....                                                         | 36 |
| <b>Grafik 2.</b> Bit Sektörü ve OECD Alanındaki Alt Sektörlerinin Katma Değerinde<br>Büyüme .....        | 47 |
| <b>Grafik 3.</b> Bit Sektörü ve Alt Sektörlerin Katma Değeri .....                                       | 47 |
| <b>Grafik 4.</b> Bit Sektöründe ve OECD Bölgesindeki Alt Sektörlerde İstihdamın Artması                  | 48 |
| <b>Grafik 5.</b> Teknolojiye Göre, Aralık 2016'da Her 100 Kişi İçin Geniş Bant Aboneliği .               | 50 |
| <b>Grafik 6.</b> Mobil Geniş Bant Abonelikleri .....                                                     | 50 |
| <b>Grafik 7.</b> Bulut Bilişim Hizmetlerini Kullanan İşletmeler, Firma Boyutuna Göre .....               | 51 |
| <b>Grafik 8.</b> Büyük Veri Analizi Yapan İşletmeler .....                                               | 53 |
| <b>Grafik 9.</b> Dünya Çapında Faaliyet Gösteren Toplam Endüstriyel Robot Sayısı .....                   | 54 |
| <b>Grafik 10.</b> Kullanımdaki Endüstriyel Robotların Sektörlerdeki Payı.....                            | 55 |
| <b>Grafik 11.</b> Türkiye’de Bilgi ve İletişim Teknolojisinin Özel Sektör İçindeki Yüzdelik<br>Payı..... | 56 |
| <b>Grafik 12.</b> Ar-Ge'ye Yapılan Gayri Safi Yurtiçi Harcamalar .....                                   | 56 |
| <b>Grafik 13.</b> Sektörlerin Accenture Dijitalleşme Endeksi Puanları .....                              | 57 |
| <b>Grafik 14.</b> Firmaların Dijitalleşme Sürecindeki Stratejik Çalışmaları .....                        | 58 |
| <b>Grafik 15.</b> OSB Dağılım Tablosu .....                                                              | 68 |

## ÖNSÖZ

İmalat sanayindeki dijital dönüşümün önemli olmasının sebebi üretimin geleneksel yöntemlere göre daha az maliyetli olması ve elde edilen verilerin daha hızlı ve doğru bir şekilde iletilebilmesini sağlamasıdır. Günümüzde ülkelere bu rekabetçi konumlarını korumak ve daha üst seviyelere çıkarabilmek için teknolojik yeniliklere önem vermektedir. Ülkemizin de bulunduğu coğrafi konumdan dolayı sürekli maruz kaldığı ekonomik saldırılara karşı daha sağlam durabilmesi üretim alanındaki her sektörde millileşme faaliyetlerini hızlandırmasına ve yeni teknolojik gelişmeleri zamanında yakalamasına bağlıdır. İmalat sektöründeki en büyük dönüşümü dijitalleşme süreci oluşturmaktadır. Bu dönüşümü yakalayamayan ülkeler ekonomik olarak geri plana düşecektir. Daha güçlü bir ekonomi için Türkiye'nin de bu sürece çok hızlı bir şekilde uyum sağlaması ve işletmeler için gerekli olan altyapı desteklerinin sağlanması gerekmektedir.

Ülkemiz açısında bu kadar önemli olan bir teknolojik gelişme için başlatmış olduğumuz bu doktora çalışması boyunca desteklerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte yaşadığım zorluklara karşı sabır ve sebat göstermemi sağlayan babam Fuat METİN ve annem Meral METİN'e, eşim Esra, çocuklarım Aybüke, Fuat ve Ahmet Taha'ya bana gösterdikleri sevgi sabırdan dolayı teşekkür ederim.

Serkan METİN

Elazığ 2019

**KISALTMALAR**

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| <b>AG</b>   | : Arttırılmış Gerçeklik              |
| <b>AHE</b>  | : Ağa Hazırlık Endeksi               |
| <b>BBM</b>  | : Birleştirilmiş Birikim Modellemesi |
| <b>BİT</b>  | : Bilgi ve İletişim Teknolojisi      |
| <b>BT</b>   | : Bilgi Teknolojisi                  |
| <b>BVA</b>  | : Büyük Veri Analizi                 |
| <b>DDİ</b>  | : Doğal Dil İşleme                   |
| <b>DPT</b>  | : Devlet Planlama Teşkilatı          |
| <b>EOSB</b> | : Elazığ Organize Sanayi Bölgesi     |
| <b>İİ</b>   | : İnsanların İnterneti               |
| <b>KSA</b>  | : Kablosuz Sensör Ağları             |
| <b>KKP</b>  | : Kurumsal Kaynak Planlaması         |
| <b>MİY</b>  | : Müşteri İlişkileri Yönetimi        |
| <b>MSFS</b> | : Mobil Siber Fiziksel Sistemler     |
| <b>Nİ</b>   | : Nesnelerin İnterneti               |
| <b>OSB</b>  | : Organize Sanayi Bölgesi            |
| <b>RFT</b>  | : Radyo Frekansı Tanımlama           |
| <b>SFS</b>  | : Siber Fiziksel Sistemler           |
| <b>SLA</b>  | : Stereo Litography Apparatus        |
| <b>SLS</b>  | : Seçici Lazer Sinterleme            |
| <b>YZ</b>   | : Yapay Zeka                         |

## GİRİŞ

Ülkeler ekonomik güçlerini artırabilmek için sanayileşme süreçleri içerisinde sürekli bir rekabet ortamında mücadele etmektedirler. Küresel rekabetçiliği sürdürebilmek için ülkeler yeni üretim modellerine yönelmektedir. Sanayi devrimi olarak da adlandırılan süreçlerin asıl amacı üretimde maliyeti düşürmek, ürün kalitesini artırmak ve üretim sürecini hızlandırmaktır. Üretimde hızlandırma çabaları 19.yüzyılda İngiltere’de sanayi alanında kas gücünden buharla çalışan makineli üretime geçilerek başlamıştır. Makineleşme süreci ile üretim daha da kolay hale getirmiştir. 19.yüzyılda buhar makinesi ile başlayan sanayideki makineleşme süreci daha sonraki yıllarda 2.sanayi devrimiyle elektrik gücüyle çalışan seri üretim montaj bandına dönüşmüştür. 3.sanayi devriminde ise otomasyon sistemleri ile bilgisayarların devreye girmesiyle üretimde robotik teknolojilerine geçilmiş ve seri üretim teknolojilerinde bir aşama daha geçilmiştir. 21.yüzyılda iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve ticaret alanında ülkeler arasındaki sınırların kalkması ile küresel bir rekabet ortamı oluşmuştur. Şirketlerin oluşan rekabet ortamında üstünlük sağlamaları ve faaliyetlerini sürdürebilmeleri gelişen yeni üretim modellerine uyum sağlamalarına bağlıdır.

Üretim alanındaki teknolojik dönüşümün en son adımı olarak Endüstri 4.0 görülmektedir. Ülkeler arasında teknolojik rekabette büyük fark oluşturacak olan bu yeni üretim modeli ülkemiz açısından da hayati önem taşımaktadır. Sanayi devrimleri tarihine bakıldığında bu adımları ilk atan ülkelerin ekonomik açıdan diğer ülkelere baskın bir konumda olduğu görülmektedir. Ülkemiz açısından bakıldığında ise Endüstri 4.0 ülke ekonomisi için vazgeçilmez bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Küreselleşmenin getirdiği zorluklar karşısında ülkelerin rekabet gücünü artıran temel unsur düşük maliyetli ve kaliteli üretim yapabilecek teknolojileri geliştirmektir. Sanayi sektöründe maliyetleri artıran parametrelere bakıldığında hammadde fiyatları ile beraber büyük paya sahip olan diğer bileşenler ise seri üretimden kaynaklanan stok fazlası imalat, işçi ve fabrikaya ait işletme masrafları oluşturmaktadır.

Endüstri 4.0 ile başlayan karanlık fabrika anlayışı ve siparişe göre üretim yapabilme kapasitesine sahip imalat sektörlerinin gelişmesi ile maliyetlerde büyük oranda azalma olacağı görülmektedir. Sanayi sektöründeki diğer bir maliyet payı ise imalat sürecinin anlık olarak takip edilememesinden dolayı üretim aşamasında oluşan

kayıplardır. Endüstri 4.0 ile birlikte üretime ait her aşama anlık kontrol edilerek yaşanacak olan bu tür olumsuzluklara karşı alternatif çözümler geliştirilebilecektir.

Endüstri 4.0'da tüm işlemlere ait veriler Siber Fiziksel Sistemler (SFS) tarafından kontrol edilir ve elde edilen veriler karar verme mekanizmaları tarafından işlenir. Sisteme insan müdahalesi en aza indirildiğinden işlemler daha hızlı ve hatasız yapılabilmektedir. Üretim aşamasında oluşan hataların anlık düzeltilebilmesi maliyetlerin düşmesine katkı sağlamaktadır.

Çalışmanın giriş kısmında sanayileşme süreci ve Endüstri 4.0 hakkında genel bir açıklama eşliğinde tezde ulaşılmak istenen amaçlar vurgulanmıştır. Birinci bölümde, sanayileşme kavramının tarihsel süreçte nasıl değişim gösterdiği ve bu devrimlerin ana faktörleri olan gelişmelerin neler olduğu kronolojik sırasına göre verilmiş ve Dördüncü Sanayi devrimi kavramı ve bileşenleri hakkında ayrıntılı bilgiler sunulmuştur. İkinci bölümde, Türkiye ve dünya ülkelerinde dijitalleşme süreçleri, ülkelerin bu süreçlere uyum oranları hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde, Organize Sanayi Bölgelerinin kurulum tarihçesi ve tez çalışmasının uygulama alanı olan Elazığ OSB'nin yapısı hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde, Endüstri 4.0 konusunda yapılan çalışmalar verilmiştir. Beşinci bölümde, anket çalışmasına ait bilgiler ve analiz sonucu elde edilen bulgular tablolar halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır. Son bölümde ise belirlenen hipotezlerle anket çalışması sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. SANAYİLEŞME

Sanayi, teknolojik ve ticari örgütsel ilerlemeler yoluyla mal veya hizmet üretimi anlamına gelir. Sanayileşme ise, geniş çapta endüstrilerin gelişimini temsil eder (Skilton ve Hovsepian,2018:69). Sanayileşme, insan kaynakları ve sermaye yardımıyla hammaddelerin tüketim mallarına, dönüştürülmesi süreci olarak kavramsallaştırılmıştır (Effiom ve UDAH, 2014: 1774).

Sanayileşme, üretimde daha verimli yolların keşfiyle ilgili bir dizi ekonomik ve sosyal süreç için genel bir isimdir. Bu daha verimli yollar “endüstri” ya da “ikincil sektör” (tarım, avcılık, balıkçılık ve ekonomik faaliyetin birincil sektörü) altında toplanır. Onyedinci yüzyılın sonlarından itibaren sanayi faaliyetlerinde insan gücü ile üretimin yerini makineleşmenin almasıyla kapsamını ve ölçeğini önemli ölçüde genişletmiştir. Tarihsel olarak, sanayileşme çalışmaları Sanayi Devrimi olarak bilinen dönem ile ilişkilendirmektedir (Simandan, 2009).

“Devrim” kelimesi, ani ve radikal değişimi ifade eder. Yeni teknolojilerin ve dünyayı algılamamanın yeni yollarının ekonomik sistemlerde ve sosyal yapılarda büyük bir değişikliğe yol açtığı dönemler de devrimler tarih boyunca gerçekleşmiştir (Schwab,2016: 7). Sanayi Devrimi, dünya tarihinin önemli bir dönüm noktasıydı. Tarihçi Eric Hobsbawm, sanayi devrimini insanlık tarihinin en ufuk açıcı olayı olarak görmektedir (Wyatt, 2009:1).

#### 1.1. Sanayi Devrimleri

Sanayi devrimlerinden bahsederken öncü olarak batı ülkeleri gösterilmektedir. Fakat sanayi devrimlerine yol açan yenilikler incelendiğinde bu teknolojilerin yüzyıllar önce Türk-İslam dünyasında geliştirildiği fakat bunların sanayileşme sürecinde uygulamalarının yapılmadığı görülmektedir. Bunun sebeplerine bakıldığında ise bu bilim insanların bulunduğu toplumlar dönemin en güçlü devletleri oldukları için mevcut sistemlerinde yeniliğe gereksinim duymamışlardır. Özellikle sanayide kullanılan otonom teknolojilere bakıldığında batı dünyasında 1900’lü yılların başında kullanılmaya başlanmıştır. Fakat bundan 600 yıl öncesinde otonom sistemin ilk kez 1153–1233 yılları arasında yaşayan Cizreli büyük Türk muciti olan İsmail Ebul-İz Bin Razzaz El-Cezeri

tarafından bulunduğu görülmektedir. Artuklular döneminde 1181’de başlamak üzere 25 yıl, Diyarbekir Sultanı Artuk Salîh Nâsirüddîn Ebu’l-Feth Mahmûd’un, daha önce de babasının ve kardeşinin hizmetinde bulunmuştur (<https://anadolubilim.com/cezeri-hayati/> erişim:06.12.2018). El-Cezeri su ve mekanik parçaları kullanarak kendi kendine çalışan makine icat etmiştir. Bu icatların etkisi, daha sonra buhar motorlarının ve içten yanmalı motorların tasarlanmasında, otomatik kontrol ve diğer modern makinelerin icatlarında görülebilmektedir. El-Cezeri'nin icatlarının etkisi hala modern çağdaş makine mühendisliğinde hissedilmektedir.

El-Cezeri'in “Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar” adlı eseri bu alanda yazılmış en ünlü ve en mükemmel kitaptır. Cezeri, kitabında 50 aracın ayrıntılı tasarımını verir. Bu araçlardan bazıları, ses çıkaran araç, mumlu saat, açılabilir, kan alma teknesi, kendinden suyu yukarı çıkartan araç, su saati, abdest almak için kullanılan otomat ve Amid kentinin kapısıdır.

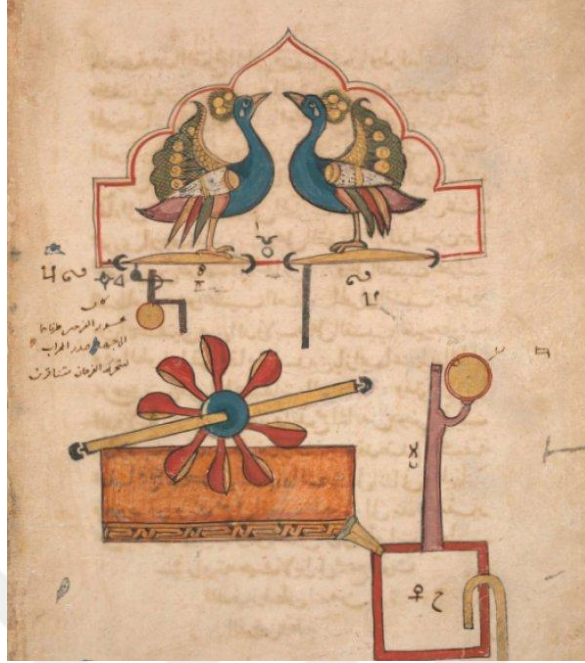
El Cezire'nin bu kitabında yapılan makinalara ait açıklamaları metodolojik bir biçimde düzenlenir. Tipik olarak makinenin genel bir açıklamasıyla başlar ve bunu makinelerin yapısal yönlerini gösteren bir takım ekli çizimlerle birlikte çalıştığı belirli yollarla ilgili ayrıntıları veren bir dizi ayrı bölüm takip eder. Bu resimlerde makinelerin dinamiklerini ve mekanizmanın nasıl işlediğine ilişkin ayrıntılı açıklamaları ile verilmiştir (Nadarajan, 2007:1). Şekil 1’de El-Cezeri tarafından tasarlanmış Fil saatini şekli verilmiştir.



**Şekil 1.** El Cezire'nin Fil Saati (Çalışkan, 2015:8)

El Cezeri'nin tasarladığı ikram hizmetinde bulunan makineler, abdest alma ve otomatik saatler tarihin ilk robot örnekleri olarak kabul edilmektedir. Bu tasarımlar enerji

olarak yer çekimi kuvvetini kullanmıştır. Şekil 2’de verilen abdest alma makinesinde bir şamandıra sistemi ile ağırlık dengeleme teknolojisi kullanılmıştır.



**Şekil 2.** Tavus Kuşlu Abdest Alma Makinası

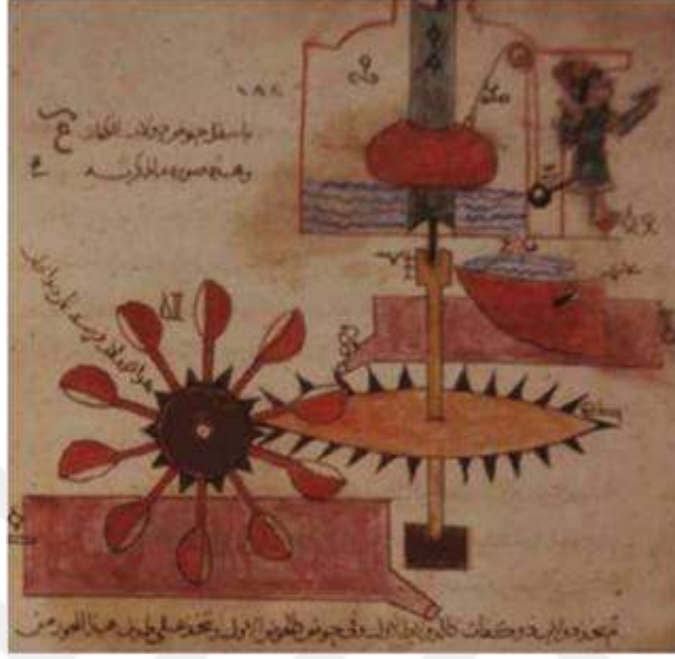
(<https://www.ensonhaber.com/dunyada-ilk-robotu-yapan-musliman-el-cezeri.html> Erişim:03.02.2019)

El-Cezeri tarafından tasarlanan ve ortaçağ dünyasında popüler bir tedavi olan flebotomi (kan alma) seansları sırasında kaybedilen kanı ölçmek için kullanılan cihazın modeli Şekil 3’de verilmiştir.



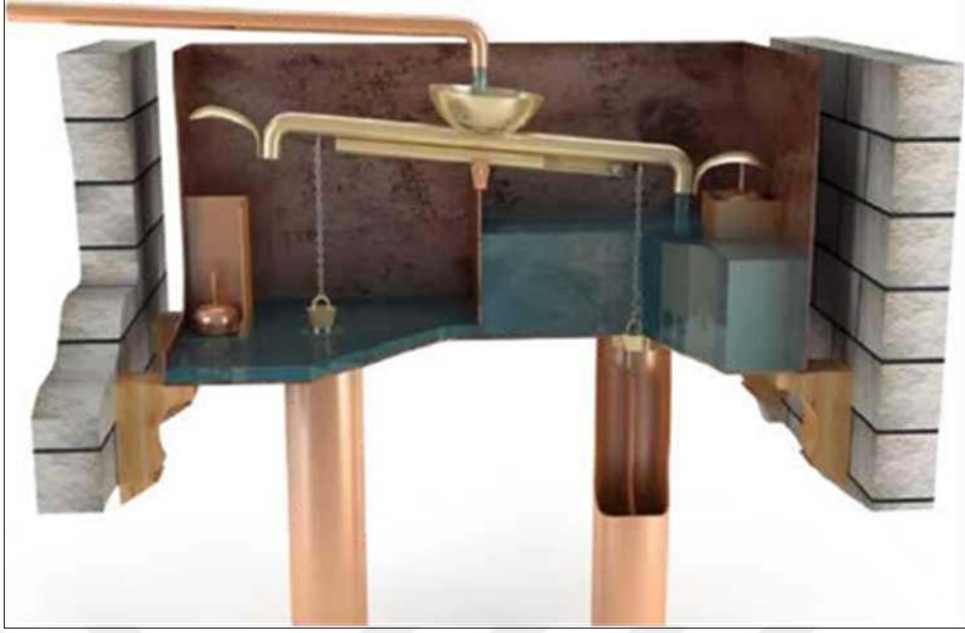
**Şekil 3.** Kaybedilen Kanı Ölçme Aleti (Nadarajan, 2007:9)

El-Cezeri’ni bir diğer otomat sistemi ise kendi kendine hizmet etme yeteneğine sahip olan Şekil 4’deki içecek dağıtım aracıdır.



**Şekil 4.** Sıvıları Dağıtmak İçin Otomatik Yayıcı (Nadarajan, 2007:10)

Şekil 5’te Cezeri'nin fışkiyelerinden birincisinde kullandığı mekanizma, suyu, birer saat süreyle alt tarafından fışkırtma başlığına inen iki ayrı boru hattına yönlendirmektedir. Su bunlardan birinden akıtıldığında fışkiyenin başlığındaki tek delikten dikey olarak fışkırmakta, diğerinden akıtıldığında ise başlıktaki 6 delikten yay şeklinde fışkırmaktadır. Mekanizmada özel şekilli bir terazili yönlendirme borusu ile borudan bir saat boyunca akan suyla dolduktan sonra devrilen iki ayrı kefe kullanılmaktadır. Kefe, Cezeri'nin tamamen kendisine ait bir buluştur. Burada kefelerin suyla dolması, yönlendirme borusundan akan ve fışkiyeden fışkıran su debileri arasında çok hassas bir denge bulunmaktadır (Çalışkan, 2015).



**Şekil 5.** İki Kefeli, Bir Fıskırtma Başlıklı Fıskiye (Çalışkan, 2015:37)

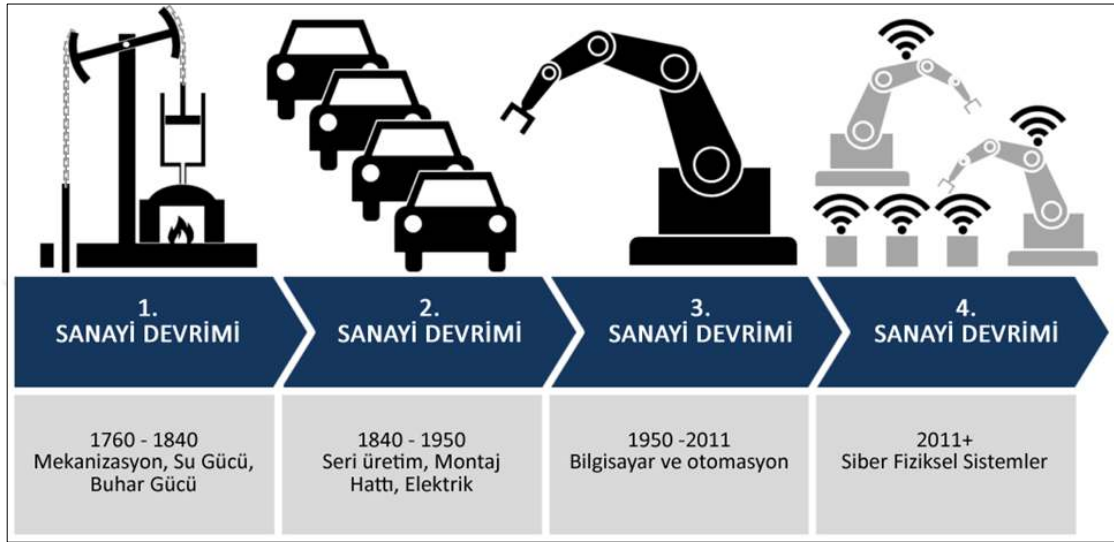
Cezeri'nin yaptığı, akarsu gücüyle çalışan su pompası, dönemin tarım devriminde etkisi olan en önemli araçtır. Şekil 6'da verilen bu araç, o günkü şartlarda yüksek bir ekonomik değer taşımasının yanında, çok ileri bir teknolojik değer de taşımaktadır (Çalışkan, 2015).



**Şekil 6.** Akarsu Gücüyle Çalışan Otomatik Su Pompası (Çalışkan, 2015:49).

El-Cezeri’ni kitabında hidrolik güçle çalışıp bir dönme hareketini, bir öteleme hareketine çeviren krankbiyel ve piston sistemleri daha sonra içten yanmalı motorlarla işler hâle gelmiştir.

El-Cezeri’den altı asır sonra, teknolojiye bir birini takip eden yenilikler sanayi devrimi olarak nitelenen tarımsal sektörden sanayi ekonomisine dönüşümü başlamıştır (Vyas, 2018). Sanayi devrimlerini sağlayan teknolojiler Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Sanayi Devrimlerinin Kullandığı Teknolojiler (<http://www.akillifabrika.org>)

### 1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi

Onsekizinci yüzyıldan önce dünyanın en gelişmiş ekonomileri, zanaat üretiminin (şehirlere dayalı en yetenekli bileşenleri) ve tarımla uğraşan büyük bir iş gücünün birleşiminden oluşmuştur (Stearns, 2013:21). 1700'lü yılların sonlarında İngiltere’de başlayan Sanayi Devrimi’nden önce, el araçlarını ya da temel makineleri kullanarak insanlar evlerinde imalat yapıyorlardı. I.Sanayi Devrimi ile yeni bir üretim sürecine geçilmiştir. Bu süreç, el üretim yöntemlerinden makinelere, takım tezgâhlarının geliştirilmesi ile de fabrika sistemlerine geçişi sağlamıştır (internet 1, erişim: 28.09 2018). Üretimi hızlandırmak için yapılan bu teknolojik düzenlemeler Batı Avrupa'nın çoğunu etkilemiş olmasına rağmen sanayi devriminin ilk şekillendiği yer İngiltere olmuştur (Stearns, 2013:21). Birinci sanayi devrimi, İngiltere’de tarım, imalat ve taşımacılıkta büyük ilerlemeler sağlamıştır. İngiltere’de sanayi devrimi tekstil endüstrisinde başlamıştır (Simandan, 2009:420). James Hargreaves tarafından geliştirilen ve iplik eğirmesini sağlayan cihaz 1760'lı yılların ortasında tekstil endüstrisinde hızlı bir değişim yaşatmıştır. Bu icat sayesinde bir işçinin günlük üretiminin sekiz katı üretim yapılmıştır.

Tekstil endüstrisindeki yenilikler birbiri ardına gelmeye devam etmiştir. Pamuğu, pamuk tohumlarından ayırma işlemi çoğunlukla ellerini kullanan işçiler tarafından yapılmıştır. Amerikalı mucit Eli Whitney 1794 yılında pamuk tohumlarını pamuktan kolayca ayırabilen mekanik cihaz olan Pamuk çırçır makinesini icat etmiştir. Tekstil ürünlerine olan talebin artmasıyla dokuma endüstrisinde de üretimi hızlandırma arayışları devam etmiştir. Edmund Cartwright tarafından icat edilen güç tezgâhı bu soruna çözüm olmuştur.

Endüstri devriminin teknolojik olarak zirveye ulaşması James Watt'ın buhar motoru teknolojisini daha verimli hale getirmesi ile yaşanmıştır. Buhar motorlarının güç tezgâhlarında kullanılması ile işlemler otomatikleştirilmiştir.

Buhar motorlarının verimliliği ve etkinliğini daha da artırmak için pek çok iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Şekil 8'de ilk üretilen buhar motoru gösterilmektedir.



**Şekil 8.** İlk Kullanılabilir Buhar Motoru

Buhar motorları, başlangıçta kömür ve demir madenlerinden su pompalamak için kullanılmıştır. 19. yüzyılın başlarında icat edilen buhar makinesi, tren ve deniz taşımacılığı için gemilerde de kullanılmıştır.

Sanayi devriminin gelişmesinde birçok faktör rol oynasa da, en önemli üç faktör kömür, demir ve buhardır. Sanayi Devrimi ile birlikte makineleşmenin başlaması ve bu

makinelerin boyutlarının çok büyük olmasından dolayı üretim yerlerinin de değişmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu değişimin sonucu fabrikalaşma sürecini başlatmıştır. Fabrika sistemi, aynı zamanda makinelerin artık birbirleriyle neredeyse özdeş olan ürünler üretebilmesini ve ürünlerin standardizasyonunu sağlamıştır (McNeese, 2000:8).

### **1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi**

İkinci Sanayi Devrimi 19. yüzyılın ortalarında başladı ve 1917'de I. Dünya Savaşı'na kadar devam etmiştir. İkinci sanayi devrimi ile birlikte üretimde kömür ve buhar gücünden elektrik ve petrolden elde edilen enerji kaynaklarına geçiş olmuştur. İçten yanmalı motorların icat edilmesiyle makinelerde enerji kaynağı olarak petrol kullanılmaya başlanmıştır. 1831 yılında mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren cihaz Michael Faraday tarafından icat edilmiştir. Kömür stoğunun yetersiz kaldığı bölgelerde elektrik enerjisi sanayide yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. İkinci Sanayi Devrimi'nin başarısındaki diğer önemli faktör Bessemer sürecinin gelişimidir. Demiryolu rayları, tren parçaları, makine ve motorlar için çelik gerekiyordu. İngiltere'den Henry Bessemer metal eritme fırınına alttan hava basarak demir cevherini çeliğe dönüştüren yöntem geliştirerek çelik üretimini hızlı ve ucuz hale getirmiştir.

İkinci Endüstri Devrimi çelik üretimi, otomobil ve elektrikteki gelişmeler dayanmaktadır. Elektrik alanındaki keşifler, iletişim teknolojilerini geliştirmiştir. 1866'da Atlantik Okyanusu'ndaki ilk sualtı telgraf kablosu başarıyla kurulmuştur. 1876 yılında Alexander Graham Bell telefonu icat etmiştir. 1800'lerin sonunda Amerikan Thomas Edison fonograf ve akkor ampullü icat etmiştir. 1886'da Alman bilim adamı Gottlieb Daimler, benzinle çalışan ve küçük bir araca güç verebilecek bir içten yanmalı motor tasarlamıştır. Buluşu buhar motorunun geliştirilmesinden bu yana taşımacılık teknolojisindeki en büyük gelişmelerden biri olmuştur. Üretim alanındaki önemli gelişme ise Henry Ford tarafından tasarlanan montaj hattıdır. Montaj hattında birçok parçadan oluşan ürünü bir araya getirmek için işlemler küçük bölümlere ayrılmıştır. Her bir işçinin montaj hattındaki pozisyonu sadece bir veya iki parça yerleştirmesi üzerine planlandığından üretim hızlanmış maliyetler düşmüştür. Ford, montaj hattını Michigan Highland Park'taki fabrikasında otomobil üretimini hızlandırmak için kullanmıştır (<https://www.historycrunch.com>). 1903'te Wright kardeşler icat ettikleri uçak ile ilk uçuşlarını yapmıştır.

Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri de dâhil olmak üzere birçok Batılı toplum bu yeni sanayileşme modelinin temellerini atmıştır. Rusya ve Japonya sanayi devrimlerinin dünya diplomasisi üzerinde büyük bir etkisi olmuştur. Rus süreciyle ortak birçok özelliğe sahip olan Kanada sanayileşmesi, 1870'lerde başladı ve 1950'de ülkeyi dünyanın önde gelen on endüstriyel gücü arasına yerleştirdi (Stearns, 2013:21).

### 1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

II.Dünya savaşıdan sonra sanayileşmenin ilerlemesi savaştan zarar gören ekonomileri tekrardan eski duruma getirilmesi için önemli idi. Hem Avrupa hem de Japonya büyük kayıplara uğramıştı. ABD yardımları Batı Avrupa'da iyileşme sürecine yardım etti ve ABD işgal güçleri Japonya'daki siyasi ve ekonomik reformları denetledi. Ancak kısa bir süre için, sadece ABD ekonomisi daha fazla endüstriyel büyüme için hazır görünüyordu. Birçok uzman, Batı Avrupa'nın ABD'ye kalıcı olarak bağımlı olacağına karar verdi. Bu noktada, sanayileşme, dünya güç dengesi, çevre ve günlük yaşamın doğası için çok büyük etkilere sahip olan daha önce hiç olmadığı kadar çok insanı içine alıyordu. Bununla birlikte, birkaç büyük yeni hükümet doğrudan denetimden arındırılmış, üretim sektörlerini genişleten yeni ekonomik programlar başlatmıştır.

Hem Avrupa'da hem de Japonya'da, zaten endüstriyel olan toplumların şaşırtıcı derecede hızlı bir şekilde yeniden inşa edilebileceği ortaya çıktı. Batı Avrupa, ekonomik ve endüstriyel planlamaya odaklanarak ekonomik yeniden canlanma için bir çerçeve yaratarak, İkinci Dünya Savaşı ve devam eden Soğuk Savaş'ın etkilerinden kurtulmayı başarmıştır. Dünyanın en gelişmiş sanayi bölgelerinden Japonya bu dönüşümü en hızlı yapan ülke olmuştur (Stearns, 2013:24).

Üçüncü Sanayi Devrimi veya Dijital Devrim, analog elektronik ve mekanik cihazlardan günümüz teknolojisine kadar teknolojinin ilerlemesine olanak sağlamıştır. Üçüncü Endüstriyel Devrim sırasında sağlanan ilerlemeler arasında kişisel bilgisayar, internet ve bilgi ve iletişim teknolojisi yer almaktadır.

1958 yılında Jack Kilby ve Robert Noyce'in mikroişlemciyi icat etmiştir (Mann, 2000). Mikroişlemci yirminci yüzyılın en önemli icatlarından biridir. Moore, mikroişlemcinin işlem gücünün her 18 ila 24 ayda bir iki katına çıkaran bugün Moore Yasası olarak bilinen tekniği geliştirmiştir. Moore Yasası, bilgisayar endüstrisi üzerinde çok önemli bir etki oluşturmuştur. Bilgisayarların işleme gücünün artması ve fiyatlarının düşmeye başlaması

ile küçük ve orta ölçekli işletmeler için uygun bir teknoloji haline gelmiştir. Kişisel bilgisayarların yayılmaya başlamasıyla telekomünikasyon alanında önemli gelişmeler ortaya çıkmıştır. 1980'lerden başlayarak, yerel telefon hizmetleri devletlerden bağımsız yapılara dönüşmüştür. Bu serbestleşme, kablo tabanlı ve kablosuz telekomünikasyon hizmetleri alanında önemli yeniliklere öncülük etmiştir. Mikroişlemcilerin, yazılımların ve yüksek bantgenişliğindeki telekomünikasyonların potansiyelini daha geniş bir şekilde açığa çıkaran diğer bir yenilik ise İngiliz bilgisayar bilimcisi Tim Berners-Lee'nin 1989'da İsviçre'de Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı (CERN)'de çalışırken internet üzerinden insanların birbiriyle bilgi paylaşımlarını sağlamak için tasarlamış olduğu yeni bir küresel köprü metni projesi olmuştur. Berners-Lee'nin yeni teknolojisi internetin kullanım alanını önemli ölçüde değiştirmiştir. İşletmelerin bilgi teknolojileri kaynaklarını yalnızca kendi şirketleri içinde değil aynı zamanda dünyanın herhangi bir yerinde bulunan müşterileri ve tedarikçileri ile paylaşımlarınıda sağlamıştır.

#### **1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi**

Dördüncü sanayi devrimi 21.yüzyılın başında başlamıştır. Teknolojik altyapısı daha ucuz hale gelen küçük ve güçlü sensörler, yapay zeka ve makine öğrenmesi teknolojilerine dayanmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi, “akıllı fabrikaları” mümkün kılarak, sanal ve fiziksel üretim sistemlerinin küresel olarak birbirleriyle esnek bir şekilde işbirliği yaptığı bir dünya oluşturur. Bununla birlikte dördüncü sanayi devrimi sadece akıllı ve bağlantılı makine sistemlerinden çok daha kapsamlı bir dönüşümü temsil etmektedir (Schwab, 2016:12).

Endüstri 4.0 terimi, dördüncü sanayi devrimi için kullanılmaktadır (Drath ve Horch, 2014:56). Endüstri 4.0, 2011 yılında, iş dünyası, siyaset ve akademi temsilcilerinden oluşan “Endüstri 4.0” adlı çalışma grubu tarafından, Alman imalat endüstrisinin rekabet gücünün artırılmasına yönelik bir yaklaşım olarak ortaya konulmuştur (Kagermann vd., 2011). Almanya, Endüstri 4.0'ı 2011'deki yüksek teknoloji stratejisinin en önemli girişimlerinden biri olarak ilan etmiştir (Kagermann vd., 2013). Endüstri 4.0 çalışma grubu Alman hükümetine, Ekim 2012'de Sanayi 4.0 için bir dizi uygulama önerisi sunmuştur. Endüstrisi 4.0'ın nihai raporu 8 Nisan 2013 tarihinde Hannover Fuarı'nda sunulmuştur.

Alman hükümetinin Endüstri 4.0 stratejisi için belirlediği özellikler (Niggemann ve Jasperneite, 2012:39):

- Ürünlerin özelleştirilmesi için esnek üretim koşullarının sağlanması
- Otomasyon teknolojisinin, akıllı destek sistemleri ile kendi kendini kontrol edebilir ve yapılandırabilir hale getirilmesi.

Endüstri 4.0'ın temel özelliği, işletmeyi oluşturan iş parçalarını ve sistemleri birbirine bağlayarak, sistemi oluşturan parçalar arasında kontrol mekanizmasını sağlayacak akıllı ağlar oluşturmastır (Mueller, 2017:1052).

Endüstri 4.0'ın üç temel bileşenini Nesnelerin İnterneti (Nİ), Siber Fiziksel Sistemler (SFS) ve Akıllı Fabrikalar oluşturmaktadır (Hermann vd., 2016:3929). Şirketlerin Endüstri 4.0'a uygun sistem kurmaları için dört temel prensibe uymaları gerekmektedir. Bu prensipler:

- **Birlikte Çalışabilirlik:** Makinelerin, cihazların, sensörlerin ve insanların, Nİ aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurma yeteneklerinin artırılması.
- **Bilgi Şeffaflığı:** Bilgi sistemleri tarafından sensörlerden alınan ham verilerin işlenerek fiziksel dünyanın sanal bir modelinin oluşturulma becerisi.
- **Teknik Yardım:** Birincisi, bilinçli kararlar almak ve acil sorunların kısa sürede çözülmesi için bilgiyi kapsamlı bir şekilde toplayarak ve görselleştirerek insanlara destek olmak için yardım sistemlerinin desteklenmesi. İkincisi, işçileri fiziksel olarak zorlayan ve iş güvenliği açısından tehlikeli olabilecek görevlerde siber fiziksel sistemlerin devreye girmesini sağlamak.
- **Merkezi Olmayan Karar Alma:** İstisnalar hariç siber fiziksel sistemlerin kendi başına karar verme ve görevlerini olabildiğince bağımsız yürütme becerisi.

Avrupa Komisyonu Endüstri 4.0 konusunu desteklemek için 2015 yılında önemli bir girişim olarak uluslararası Horizon 2020 araştırma projesi CREMA'yı (XaaS ve Bulut modeline dayanan Bulut Tabanlı Hızlı Esnek Üretim Sağlama) başlattı (H2020 CREMA,2016).

Endüstri 4.0, hem stratejik hem de teknolojik perspektiflerden, tamamen dijital dönüşüm hedeflemektedir. Dijital dönüşüm sürecinde başarıya ulaşmak iyi bir planlama gerektirmektedir. Bulut sistemleri, uyarlanabilir robotlar, yapay zeka, nesnelerin interneti, makine öğrenimi, siber güvenlik gibi Endüstri 4.0 dönüşümü için temel teşkil eden teknolojiler, kuruluşların iş süreçlerinde köklü değişikliklere neden olmaktadır (Alipour, 2018:95).

Endüstri 4.0'ın alt yapısını oluşturan üç temel bileşeni Nİ, SFS ve Akıllı Fabrikalar olarak isimlendirmektedir. Şekil 9'da Endüstri 4.0'a ait alt bileşenler gösterilmiştir.



**Şekil 9.** Endüstri 4.0 Çerçevesi ve Katkıda Bulunan Dijital Teknolojiler  
(<https://www.slideshare.net/ammaslkesen/endstri-40>)

#### 1.1.4.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (Nİ), son zamanlarda cihazların birbirleriyle internet üzerinden, genellikle kablosuz olarak etkileşimde bulunma şeklini tanımlamak için kullanılmaktadır. Nİ'ne katılabilen cihazların "akıllı" olması gerekir, bu da diğer benzer cihazlar ile veri alışverişi yapabilmek için doğru elektronik, yazılım, sensör ve bağlantıya sahip olmaları anlamına gelir. Nesnelerin İnterneti tarafından sunulan fırsatlar, gerçek zamanlı olarak cihazlar arasında her tür bilginin paylaşılması ve bu cihazların uzaktan kontrolüdür (Johnson, 2015).

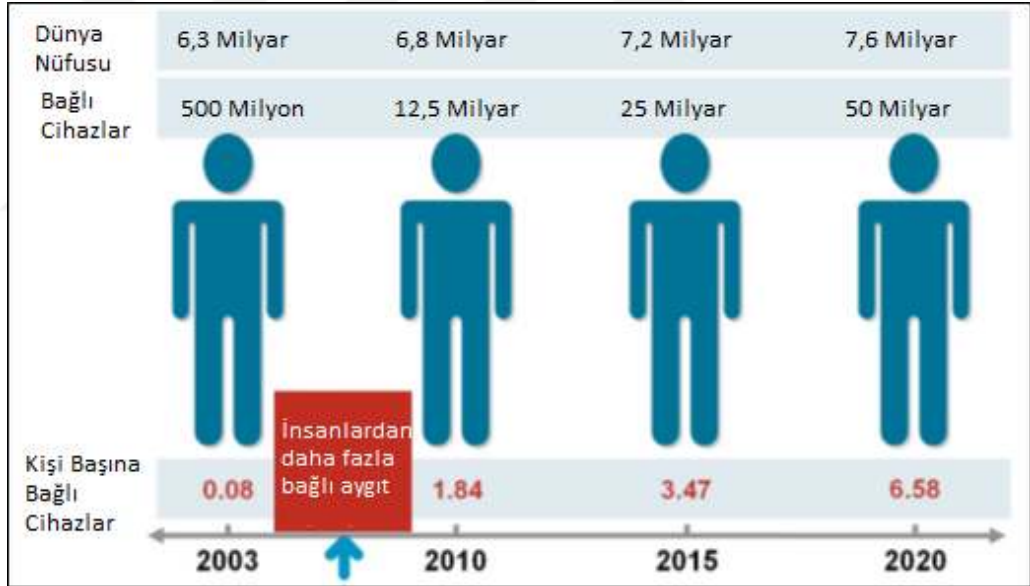
Nİ, başlangıçta Mark Weiser tarafından 1990'ların başlarında ortaya konan bir kavramdır (Weiser, 1991:66). “Nesnelerin İnterneti” terimi, 1999 yılında şirketler için RFID altyapısını tasarlamaya ve yaymaya başlayan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün Auto-ID Merkezi'nin çalışmasıyla popüler hale gelmiştir (Schoenberger, 2002).

Nİ, terimi çeşitli yönleri kapsayan bir anahtar kelime olarak kullanılır. Nİ, kablosuz ve kablolu bağlantılar ve benzersiz adresleme şemaları aracılığıyla fiziksel dünyanın bilgisayar tabanlı sistemlerle etkileşim kurabilmelerini sağlayan sistemlerin oluşturduğu bir ağı temsil eder (Vermesan, 2013:7). Temel olarak Nİ, yeni bir uygulama ve hizmet sınıfı sağlamak için geliştirilmiş teknolojilerdir (Miorandi vd., 2012:1497). Nİ, fiziksel dünyayı bütünleştirmenin işlevselliğini sağlayan ve her yerde kullanılabilen

küresel ağ olarak da adlandırılabilir (Albertin,2017:13). Nİ, modern telsiz telekomünikasyon alanında hızla yükselen yeni bir anlayıştır. Bu anlayışta, sistemi oluşturan birimler Radyo Frekans Tanımlama (RFT) etiketleri, sensörler gibi çeşitli nesneler kullanılarak cep telefonları aracılığıyla birbirleriyle etkileşime girebilir ve ortak hedeflere ulaşmak için komşularıyla işbirliği yapabilirler.

Son yıllarda tanık olduğumuz mikroelektronik, iletişim ve bilgi teknolojilerindeki istikrarlı ilerlemelerin gelecekte devam edeceği inancı Nİ vizyonunun temelini oluşturmaktadır (Mattern ve Floerkemeier, 2010:1).

Nİ'nin son yıllarda çok daha fazla önem kazanmasının nedeni, internete bağlı ve uzaktan kontrol edilebilen cihaz sayısının artmasıdır. 2003'te internete bağlı 500 milyon cihaz vardı. 2010 yılında İnternet'e bağlı cihaz sayısını 12,5 milyara çıkarken 2015 yılına kadar internet'e bağlı 25 milyar cihaz ve 2020 yılına kadar bu sayının 50 milyar olacağı öngörülmektedir. Şekil 10'da yıllara göre dünya nüfusu ve internete bağlı cihaz sayısı verilmiştir (Juan vd., 2009).



**Şekil 10.** Dünya Nüfusu ve İnternete Bağlı Cihaz Sayısı (Cisco IBSG, 2011)

Nİ'nin üç bileşeni vardır:

- Sensörlerden, aktüatörlerden ve gömülü iletişim sistemlerinden oluşan donanım araçları
- Veri analizleri için depolama ve bilgi işlem araçları
- Farklı platformlarda geniş çapta erişilebilen görselleştirme ve yorumlama araçları

Belirtilen üç bileşeni oluşturan, teknolojiler:

- Radyo Frekansı Tanımlaması (RFT)
- Kablosuz Sensör Ağları (KSA)
- Adresleme Şemaları
- Veri Depolama ve Analizi
- Görselleştirme

#### **A. Radyo Frekansı Tanımlaması**

Radyo Frekansı Tanımlaması (RFT) teknolojisi, kablosuz veri iletişimi için mikroçiplerin tasarlanmasını sağlayan gömülü iletişim sistemleri için büyük bir atılımdır. Elektronik barkod gibi hareket ettikleri her şeyin otomatik olarak tanımlanmasına yardımcı olurlar. Pasif RFT etiketleri pille çalıştırılmaz ve kimliği RFT okuyucusuna iletmek için okuyucunun sorgulama sinyalinin gücünü kullanırlar. Bu, özellikle perakende ve tedarik zinciri yönetiminde birçok uygulamaya olanak sağlar. Pasif etiketler şu anda birçok banka kartı ve yol geçiş etiketlerinde kullanılıyor. Aktif RFT okuyucuları kendi batarya tedarikine sahiptir ve iletişimi başlatabilirler. Aktif RFT etiketleri liman konteynerlerinde kargoyu izlemek için kullanılmaktadır (Gubbia vd, 2013:1645).

#### **B. Kablosuz Sensör Ağları**

Kablosuz iletişimdeki son teknolojik gelişmeler, uzaktan algılama uygulamalarında kullanılmak üzere verimli, düşük maliyetli, düşük güçlü minyatür cihazları geliştirmiştir. Bu faktörlerin bir araya gelmesi, çok sayıda akıllı sensörden oluşan bir sensör ağının kullanımının, çeşitli bilgilerin toplanması, işlenmesi, analizi ve dağıtımını sağlayan bir ortam geliştirilmesini sağlamıştır (Akyıldız vd., 2002:393). Sensör verileri, sensör düğümleri arasında paylaşılır ve merkezi bir sisteme gönderilir.

KSA izleme ağını oluşturan bileşenler şunları içerir (Sang vd., 2006:315):

- (a) KSA Donanımı: Sensör arayüzleri, işlem birimleri, alıcı-verici birimleri ve güç kaynağı
- (b) İletişim Yığını: Kendi aralarında iletişim kurmak için KSA alt ağına internet üzerinden bir ağ geçidi ile etkileşimde bulunabilmek.
- (c) Katman Yazılımı: Siber altyapıyı birleştiren bir mekanizma Servis Odaklı Mimari ve sensör ağları ile sensör kaynaklarına erişim sağlamak için Açık Sensör Web gibi sensör uygulamaları gereklidir.

- (d) Güvenli Veri Toplama: Ağlar ve sensörlerden verimli ve güvenli bir veri toplamak için güvenilir yöntem gereklidir.

### **C. Adresleme Şemaları**

Nesneleri benzersiz bir şekilde tanımlama yeteneği Nİ'nin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu sadece milyarlarca cihazı benzersiz bir şekilde tanımlamamıza ve aynı zamanda uzak cihazları internet üzerinden kontrol etmemize izin verecektir. Benzersiz bir adres oluşturma'nın en kritik özelliklerinden bazıları şunlardır: teklik, güvenilirlik, kalıcılık ve ölçeklenebilirlik. Nİ'nin bir başka yönü veri trafiğini her yerde ve sürekli olarak kanallandırmak için çalışan sürekli ağıdır. Her ne kadar TCP / IP, bu mekanizmayı kaynaktan hedefe daha güvenilir ve verimli bir şekilde yönlendiriyor olsa da, Nİ ağ geçidi ve kablosuz sensör cihazları arasındaki arayüzde bir darboğazla karşı karşıyadır. Ayrıca, mevcut ağın cihaz adresinin ölçeklenebilirliği sürdürülebilir olmalıdır. Ağların ve cihazların eklenmesi, ağın performansını, aygıtların çalışmasını, verilerin ağ üzerinden güvenilirliğini veya aygıtların kullanıcı arabiriminden etkin kullanımını engellememelidir.

Mevcut IPv4, bir grup algılayıcı aygıtının coğrafi olarak tanımlanabildiği, ancak tek tek tanımlanamadığı bir yapıya sahiptir. IPv6'daki İnternet Hareketliliği öznelikleri, bazı aygıt tanımlama sorunlarını hafifletebilir; bununla birlikte, kablosuz düğümlerin heterojen doğası, değişken veri tipleri, eşzamanlı işlemler ve cihazlardan gelen verilerin birleştirilmesi sorunu daha da arttırmaktadır (Zorzi vd., 2010:43). IPv6 ayrıca kaynaklara benzersiz ve uzaktan erişim için çok iyi bir seçenek sunar. Adreslemede bir diğer kritik gelişme, ev aletlerini benzersiz bir şekilde ele alabilecek hafif bir IPv6'nın geliştirilmesidir.

### **D. Veri Depolama ve Analiz**

Bu yeni teknolojinin en önemli sonuçlarından biri de eşî görülmemiş bir miktarda veri oluşturmastır. Otomatik karar vermeyi sağlamak için, evrimsel algoritmalara, genetik algoritmalara, sinir ağlarına ve diğer yapay zeka tekniklerine dayanan doğrusal olmayan, zamansal makine öğrenme yöntemleri gereklidir. Bu verilerin akıllı sistemler tarafından kullanılabilmesi için uygun bir şekilde saklanması gerekmektedir. 2012 yılından itibaren bulut tabanlı depolama çözümleri giderek daha popüler hale gelmektedir.

### **E. Görselleştirme**

Görselleştirme, kullanıcının çevre ile etkileşimine izin verdiği için bir Nİ uygulaması için kritik öneme sahiptir. Dokunmatik ekran teknolojilerindeki son gelişmelerle, akıllı tabletlerin ve telefonların kullanımı çok sezgisel hale gelmiştir. Bir kişi için Nİ devriminden tam olarak yararlanabilmek için çekici ve anlaşılması kolay bir görselleştirmeye ihtiyaç vardır (Gubbia vd., 2013:1646)

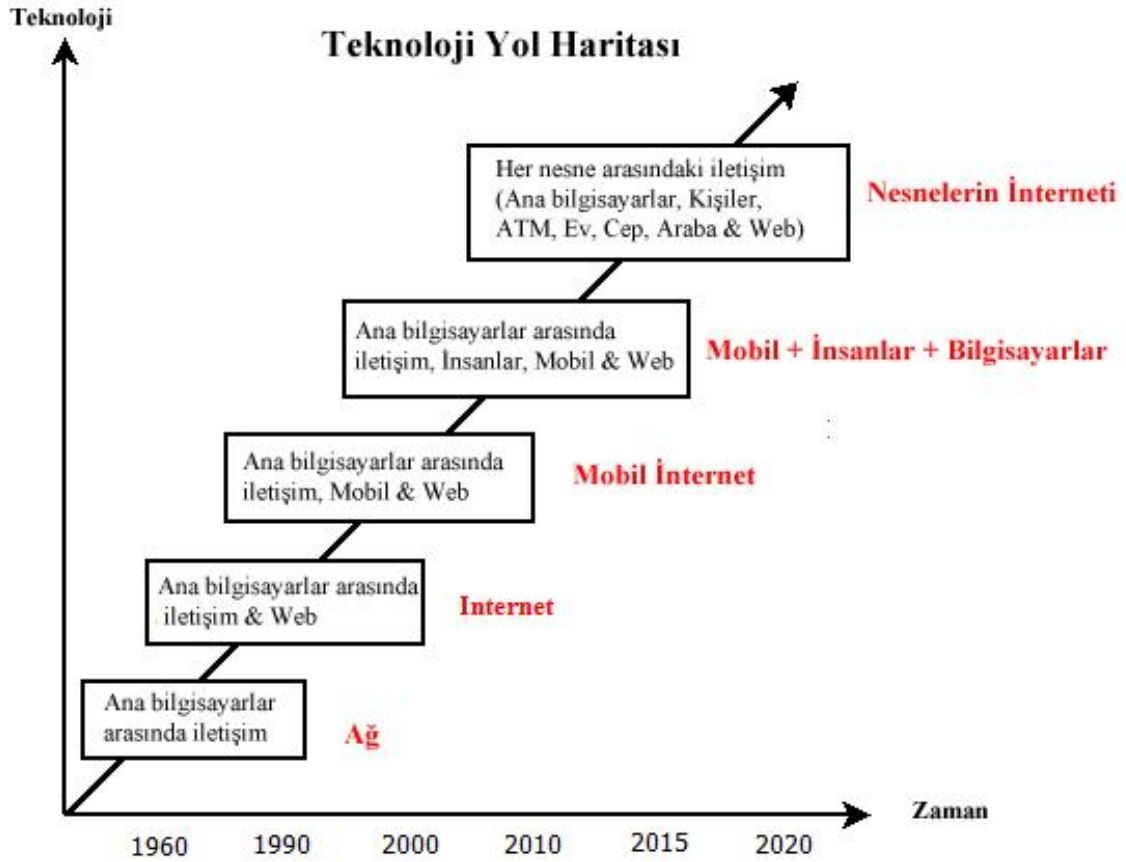
Nİ, farklı amaçlar için geliştirilmiş ağlardan oluşmaktadır. Nİ uygulamaları hayatın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Tüketici kullanımı için, akıllı ev, giyilebilir teknoloji, uzaktan izleme özelliklerine sahip cihazlar Nİ cihazlarının bir kısmını oluşturmaktadır.

Nİ cihazları, aydınlatma, ısıtma ve iklimlendirme, medya ve güvenlik sistemlerini içeren daha büyük ev otomasyon sistemlerinin de bir parçasıdır (Kang vd., 2017:1). Köprüler, demiryolu rayları, kentsel altyapıların izlenmesi ve kontrol edilmesi, Nİ'nin önemli uygulamalarındandır (Gubbi vd., 2013:2). Nİ altyapısı, güvenlik tehditlerini ve risk oluşturma potansiyeline sahip yapısal koşullardaki herhangi bir değişikliği izlemek için kullanılabilir. Nİ, maliyet tasarrufu, zaman tasarrufu, daha kaliteli iş gücü, kâğıtsız iş akışı ve üretkenlik artışıyla inşaat sektörüne fayda sağlayabilir. Gerçek Zamanlı Veri Analizi ile daha hızlı karar alma ve tasarruf etme konusunda yardımcı olabilir. Farklı servis sağlayıcıları ve kullanıcıları arasındaki görevleri koordine ederek, kullanılan altyapı teknolojilerinin onarım ve bakım faaliyetlerini düzenli bir şekilde programlamak için de kullanılabilir. Endüstride gerçek zamanlı enerji optimizasyonu sağlanabilmek için kullanılabilir (Ersue vd., 2014).

Tarımda sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr hızı, haşere istilası ve toprak içeriği hakkında veri toplanması gibi birçok Nİ uygulaması vardır. Bu veriler, tarım tekniklerini otomatikleştirmek, kalite ve miktarın iyileştirilmesi, risk ve atığın en aza indirilmesi ve ürünlerin yönetilmesi için gereken çabanın azaltılması için bilinçli kararlar almak için kullanılabilir (Meola, 2016). Altyapıyı izlemek ve işletmek için Nİ cihazlarının kullanılması, tüm alt yapı ile ilgili alanlarda vaka yönetimini ve acil durum müdahale koordinasyonunu ve hizmet kalitesini, çalışma zamanlarını ve işletim maliyetlerini azaltacaktır (Chui vd., 2014).

Gelecekte Nİ, otomatik olarak organize edilebilen akıllı varlıkların (Web servisleri, SOA bileşenleri) ve sanal nesnelerin birlikte çalışabileceği ve bağımsız olarak

hareket edebilecekleri (kendi başlarına takip eden) belirsiz ve açık bir ağ oluşturacaktır. Nİ teknolojisine ait yol haritası Şekil 11’de gösterilmiştir.



**Şekil 11.** Nesnelerin İnterneti Teknoloji Yol Haritası ( Sukode vd., 2015)

Nİ teknolojisine güvenilirlik sağlamak için modern Nİ ürünleri ve çözümleri, bilinçli otomasyonu desteklemek için farklı teknolojiler kullanmaktadır (Delicato vd., 2018).

#### 1.1.4.2. Siber-Fiziksel Sistemler

Siber-fiziksel sistemler (SFS), fiziksel dünyayı nasıl algıladığımızı ve etkileşimde bulunduğumuzu yeniden tanımlayacaktır. Piyasada satılan el cihazlarını kullanarak, geleneksel olarak ulaşılamayan fiziksel ortamın bazı yönlerini gözlemleyebilecek, değiştirebilecek ve hatta özelleştirebilecektir (Tabuada, 2018).

Siber dünyanın fiziksel dünya ile bağlantısını sağlayan bu tür sistemlere siber-fiziksel sistemler denilmektedir. SFS, işlemleri bir bilgisayar ve iletişim merkezi tarafından izlenen, koordine edilen, kontrol edilen ve bütünleştirilen fiziksel ve mühendislik sistemleridir (Rajkumar vd., 2010). SFS terimi, birçok yeni yöntemle

insanlarla etkileşime girebilen entegre hesaplamalı ve fiziksel yeteneklere sahip yeni nesil sistemleri ifade eder. SFS araştırması, bilgi ve mühendislik ilkelerini hesaplama ve mühendislik disiplinlerine (ağ oluşturma, kontrol, yazılım, insan etkileşimi, öğrenme teorisi, elektrik, mekanik, kimyasal, biyomedikal, malzeme bilimi ve diğer mühendislik disiplinleri) entegre etmeyi amaçlamaktadır (Baheti ve Gill, 2011). SFS, internet ve kullanıcıları arasında bütünleştirilmiş bilgisayar tabanlı algoritmalar tarafından kontrol edilen bir mekanizmadır. SFS’de, yazılım ve fiziksel bileşenler birbiriyle iç içe olup, değişen birçok yolla birbirleriyle etkileşime geçerler. Daha geleneksel gömülü sistemlerden farklı olarak, tam teşekküllü bir SFS tipik olarak, bağımsız aygıtlar yerine fiziksel giriş ve çıkışa sahip etkileşimli öğeler ağı olarak tasarlanmıştır (Lee, 2008). SFS ile aynı temel mimariyi paylaşan Nİ’ne benzer; fakat SFS fiziksel ve hesaplama elemanları arasında daha yüksek bir kombinasyon ve koordinasyon sunar (Rad vd., 2015:73). SFS, gömülü sistemlerin yükseltilmiş versiyonudur. Tek çipli mikro denetleyiciler geliştikçe, daha yerleşik kaynaklar buna entegre edilir. 90’ların sonlarında mikro denetleyicilerin sınırlı CPU hızı, sınırlı sayıda dijital ve analog giriş ve çıkış portu, küçük boyutlu program ve veri hafızaları ve sınırlı iletişim yetenekleri vardı. Bu yüzyılın başlarında, daha fazla yerleşik kaynak mikro denetleyicilere entegre edilmiştir. Bilim ve mühendislikte devam eden ilerlemeler, akıllı mekanizmalar aracılığıyla fiziksel öğeler arasındaki bağlantıyı geliştirerek, siber fiziksel sistemlerin uyarlanabilirliğini, otonomisini, verimliliğini, işlevselliğini, güvenilirliğini, güvenliğini ve kullanılabilirliğini önemli ölçüde artıracaktır (Cesare, 2014).

Yerel olarak mevcut olandan daha fazla kaynak gerektiren görevler için Mobil Siber Fiziksel Sistemler (MSFS) kullanılmaktadır. MSFS, SFS’lerin önemli bir alt kategorisidir. Akıllı telefonların yaygınlaşması, MSFS’ye olan ilgiyi artırmıştır. MSFS geleneksel SFS’nin yapamadığı birçok uygulama alanında yeni fırsatlar sunan benzersiz özelliklere sahiptir. Mobil cihazlar çeşitli sensör tipleriyle donatılarak MSFS’in fiziksel dünyadan sürekli veri alması sağlanabilmektedir. Böylece, SFS ile karşılaştırıldığında, MSFS çok daha büyük veri kaynaklarına sahip olabilir ve fiziksel sistemi daha fazla veri ile analiz edebilir (Guo vd., 2017).

Akıllı telefon platformları, aşağıda belirtilen özelliklerden dolayı ideal SFS’lere dönüşmüştür:

- İşleme yeteneği, yerel depolama kaynaklarına sahip olmaları

- Işıık sensörleri dokunmatik ekranlar, hoparlörler, yakınlık sensörleri, kameralar, GPS çipleri, mikrofon, gibi çoklu duyusal giriş / çıkış cihazları
- WiFi, 3G, EDGE, cihazların internete veya diğer cihazlara bağlanması için Bluetooth gibi çoklu iletişim mekanizmaları sunması
- Java, Objective C, JavaScript, ECMAScript veya C # gibi mobil SFS düğüm yazılımının hızlı bir şekilde geliştirilmesini sağlayan üst düzey programlama dillerinin geliştirilmesi
- Play Store ve Apple App Store gibi mevcut uygulama dağıtım mekanizmalarının olması

SFS'nin yaygın uygulamaları genellikle sensör tabanlı iletişim özellikli otonom sistemlerde görölmektedir. Birçok kablosuz sensör ağı, çevrenin bazı yönlerini izler ve işlenen bilgiyi merkezi bir düğüme iletir. SFS örnekleri arasında süreç kontrol sistemleri, akıllı şebeke, tıbbi izleme, robotik sistemler, otonom otomobil sistemleri yer almaktadır (Khaitan vd., 2014).

SFS'lerin geliştirilmesindeki temel zorluklar, makine mühendisliği ve yazılım gibi çeşitli mühendislik alanları arasında ortak bir tasarım dilinin olmamasıdır. Günümüzde, tüm mühendislik alanlarının sistem tasarımlarını işbirlikçi bir yaklaşımla oluşturmaya, yazılım ve fiziksel unsurlara karşı sorumluluklarını belirlemeye ve bunlar arasındaki değış tokuşları analiz etmeye ihtiyaç vardır. Son gelişmeler, yeni araçları ya da tasarım yöntemlerini uygulamadan disiplinlerin işbirliği yapmasına olanak tanıdığını göstermektedir (Fitzgerald vd., 2014). İmalatta, üretim sürecinde ve tedarik zincirinde üretkenliği artırmak için siber-fiziksel sistemlerin potansiyeli çok büyüktür.

İmalat sektöründe önemli bir konuma sahip olan SFS'nin internete bağlı olan kısmı için en kritik sorunu bilgi güvenliği oluşturmaktadır. SFS güvenliğini, bilgi güvenliği ve kontrol açıkları olmak üzere iki kısma ayırılır. Kontrol açıkları, sensörlere saldırıları içerir. Aktüatörler, küçük cihazlar ve onların denetleyicileri ise, güvenlik açıkları, gömülü sistem, iletişim, ağ oluşturma, veri tabanları ve bulut hizmetleri gibi diğer siber sistemleri içerir. SFS, sensörler, aktüatörler ve siber kontrolörler olarak sınıflandırılmış çeşitli cihazlardan oluşur. Bu cihazlar arasında sıcaklık sensörleri, fotoğraf sensörleri, yakınlık sensörleri, ısıtma sistemi, akıllı cihazlar ve küçük cihazlar vs. bulunmaktadır. Tüm bu cihazlar internet veya yerel ağ üzerinden bir siber sisteme bağlanır. Böyle bir SFS, hayatımızı kolaylaştırır, ancak kişisel verilere karşı güvenlik endişelerini ve tehditleri de arttırır. Bir SFS uygulanmasından önce, özel verilerin

güvenlik ve bütünlüğünü yerine getirilmesi gerekir. Yukarıda belirtilen çeşitli güvenlik riskleri ve çözümleri Tablo 1’de, gösterilmektedir (İbtihaç vd., 2018:5)

**Tablo 1.** Çeşitli Saldırı Yöntemlerinin Sınıflandırılması

| Saldırı Sınıflandırması | Saldırı Hedefi                     | Saldırı Yöntemi                        | SFS için Etkin Çözüm                           |
|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Kontrol                 | Donanım                            | Fiziksel sömürü                        | Akıllı Donanım                                 |
| Kontrol                 | Kontrol sistemi                    | Düz metin saldırısı                    | Geliştirilmiş Denetleyici tasarımı             |
| Kontrol                 | Sensörler ve Denetleyici           | Yanlış Veri Enjeksiyonu Saldırısı      | Çapraz Korelasyon, Akıllı Kontrol, Şifreleme   |
| Kontrol                 | Sensörler                          | Dinamik Sensör Saldırı                 | Tasarım İyileştirme ve güçlü gözlenebilirlik   |
| Kontrol                 | Kontrol sistemi                    | Sıfır Devlet Teşvik Saldırısı          | Dinamik Saldırı Dedektörü                      |
| Bilgi ve Kontrol        | Sensörler için internet hizmetleri | Özellik Dağıtılmış Kötü Amaçlı Yazılım | Sensör güvenliğini artırın                     |
| Bilgi                   | Uzaktan İletişim                   | Backdoor Uzaktan Erişim ve Truva Atı   | Saldırı türüne bağlı                           |
| Bilgi                   | Yazılım                            | Yazılım Sömürü                         | Güncellemeler                                  |
| Bilgi                   | Gömülü sistemler                   | Hizmet reddi                           | İleri Yol, Yamalar                             |
| Bilgi                   | İletişim                           | MITM                                   | DVCert, DAPS                                   |
| Bilgi                   | Yerleşik sistem                    | Önyükleme Süreci Saldırısı             | Güven Kökeni, AEIGS                            |
| Bilgi                   | Kontrol / Siber Sistemler          | SD Saldırı                             | Ağ Segmentasyonu, Güvenlik duvarı politikaları |

Kaynak: İbtihaç vd., Security Aspects of Cyber Physical Systems, 2018:5

#### 1.1.4.3. Büyük Veri

Büyük Veri için literatürde birkaç tanım yer almaktadır. Büyük veri, mevcut veri işleme yazılımlarının yetersiz kaldığı karmaşık veri kümeleridir. Oxford Sözlüklerinde, insan davranışları ilgili kalıpları, eğilimleri ortaya çıkarmak için sayısal olarak analiz edilebilecek veri kümeleri Büyük Veri olarak tanımlanır (internet 2, erişim:27.08.2018).

Büyük veri, eldeki veri tabanı yönetim araçlarını ve geleneksel veri işleme uygulamalarını kullanarak işlenmesi zor olan büyük ve karmaşık veri kümeleri koleksiyonudur. Büyük Veri konuları aşağıdaki etkinlikleri içerir (Erl vd., 2016:55):

- Ele geçirmek
- Depolama
- Arama
- Paylaşım
- Aktarma
- Analiz
- Görselleştirme

Büyük Veri 3V kullanılarak da tanımlanabilir: Hacim (Volume), Hız (Velocity) ve Çeşitlilik (Variety). Hacim, kayıtlar, işlemler, dosyalar ve tablolar dahil olmak üzere Terabayttan (TB) Petabayt'a (PB) kadar olan veri boyutunu temsil etmektedir. Hız, verinin üretildiği zaman aralığını ifade etmektedir. Çeşitlilik, yapılandırılmış, yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış veriler ve bunların birleşimi dâhil olmak üzere farklı veri formatlarını ifade eder. Veri formatı, belge, e-posta, metin mesajı, ses, resim, video, grafik verileri ve diğerleri biçiminde olabilir (Furht ve Villanustre, 2016:3).

Dünyadaki teknolojik bilgi depolama kapasitesi, 1980'lerden beri her 40 ayda bir iki katına çıkmıştır, 2012 itibariyle, her gün 2.5 exabyte ( $2.5 \times 10^{18}$ ) veri üretilmiştir. IDC (Uluslararası Veri Şirketi) raporu öngörüsüne dayanarak dünya çapında veri hacmi 2013 ve 2020 yılları arasında 4.4 zettabayttan 44 zettabayt'a katlanarak büyüyecektir. 2025 yılına kadar 163 zettabayt veri olacağını tahmin ediyor. Bu, 2016 yılında üretilen 16.1 ZB'lik verilerin on katıdır. Tüm bu veriler benzersiz kullanıcı deneyimlerinin ve yeni iş fırsatları dünyasının önünü açacaktır. Dünyamızı değiştirmede verilerin yoğunlaşacağı beş temel eğilimi aşağıda belirtilmiştir (Reinsel vd., 2017:3).

- Verilerin arka plandan hayati önem taşıyan verilere dönüşümü: Bir kez silinen, uzak, erişilemeyen ve çoğunlukla yeterince kullanılmayan veriler, toplumumuz ve bireysel yaşamlarımız için vazgeçilmez hale gelmiştir. Aslında IDC, 2025 yılına kadar, küresel veri havuzundaki verilerin yaklaşık %20'sinin günlük hayatımız için kritik olacağını ve bunun yaklaşık %10'unun hiper-kritik olacağını tahmin ediyor.
- Gömülü sistemler ve Nesnelerin İnterneti: Bağımsız analog cihazların bağlı dijital cihazlara dönüşmesi, sistemlerin ve süreçlerin daha önce hayal edilemeyen şekillerde büyük miktarda veri üretmesine sebep olmaktadır. 2025 yılına gelindiğinde, dünyanın herhangi bir yerindeki internete bağlı cihazlarla ortalama günde yaklaşık her 18 saniyede bir 4.800 kez etkileşime girecektir.

- Mobil ve gerçek zamanlı veriler: Verilerin ihtiyaç duyulduğu her yerde ve zamanda anında erişilebilir olması gerekir. Dünyadaki endüstriler bu gereksinimlerden hareketle "dijital dönüşüm" geçiriyor. 2025 yılına gelindiğinde, küresel veri havuzunda yaratılan verilerin dörtte birinden fazlası gerçek zamanlı olacak ve gerçek zamanlı Nİ verileri bunun %95'inden fazlasını oluşturacaktır.
- Manzarayı değiştiren bilişsel / yapay zeka (YZ) sistemleri: Veri akışı, makine öğrenimi, doğal dil işleme ve yapay zeka gibi bilişsel sistemler olarak bilinen yeni bir dizi teknolojiyi, nadir ve retrospektif bir uygulamadan, stratejik karar ve eylemin proaktif bir sürücüsüne dönüştürmek için olanak sağlar. Bilişsel sistemler, bir dizi endüstri, durum ve uygulama arasında veri analizinin sıklığını, esnekliğini ve yakınlığını büyük ölçüde artırabilir. IDC, veri analizine konu olan küresel veri havuzunun miktarının 2025 yılında 50 ila 5,2 ZB arasında bir faktörle artacağını tahmin etmektedir. Bilişsel sistemler tarafından analiz edilen veri miktarı, 2025'te 100'den 1,4 ZB'ye kadar artacaktır.
- Kritik bir temel olarak güvenlik: Yeni kaynaklardan elde edilen tüm bu veriler, özel ve hassas bilgiler olduğundan yeni güvenlik açıklıklarına yol açar. Günümüzde üretilmekte olan veri miktarı ile güvence altına alınan veri miktarı arasında önemli bir fark vardır. 2025 yılına kadar, küresel veri havuzunda oluşturulan tüm verilerin neredeyse %90'ında güvenlik açığı bulunacaktır.

Büyük veri ile İş Zekası kavramları karıştırılmaktadır. İş Zekası, nesneleri ölçmek, eğilimleri tespit etmek için yüksek bilgi yoğunluğuna sahip verilerle tanımlayıcı istatistikleri kullanır. Büyük veri, doğrusal olmayan sistem tanımlamasından kaynaklanan endüktif istatistik ve düşük bilgi yoğunluğuna sahip büyük veri setlerinden ilişkileri ve bağımlılıkları ortaya çıkarmak ya da tahminleri gerçekleştirmek için kullanır (Echos, 2017).

Endüstri 4.0 ve SFS'ler gibi gelişmiş terimlerin uygulanmasında, makineler arasında bağlanabilirliğin ve sensörlerin kullanılmasının tek başına anlamı yoktur. Bu ileri teknolojilerden yararlanmak için doğru bilgilerin doğru zamanda kullanılması önemlidir. İmalat uygulamaları ve SFS için büyük veri analizi 6C sistemine sahip olmalıdır:

1. Connection (Bağlantı (sensör ve ağlar))
2. Cloud (Bulut)
3. Cyber (Siber (model ve hafıza))

4. Content/context (İçerik / bağlam)
5. Community (Topluluk (paylaşım ve işbirliği))
6. Customization (Özelleştirme (kişiselleştirme ve değer))

Büyük verilerden anlamlı bilgileri ortaya çıkarmak için gelişmiş araçlarla işlenmelidirler (Lee vd., 2014:3). Büyük verileri bir araya getirmek, değiştirmek, analiz etmek ve görselleştirmek için istatistik, bilgisayar bilimi, uygulamalı matematik ve ekonomi gibi birçok alandan yararlanılmaktadır (Manyika vd., 2011:27).

Büyük veri analiz için kullanılan bazı yöntemleri:

Doğal Dil İşleme (DDİ), yararlı görevleri gerçekleştirmek amacıyla insan dillerini işlemek veya anlamak için bilgisayarların kullanılması tekniğidir. DDİ, hesaplama, bilgi işlem, bilişsel bilim ve yapay zekayı bir araya getiren disiplinlerarası bir alandır. DDİ uygulamaları arasında konuşma tanıma, konuşulan dili anlama, diyalog sistemleri, sözcüksel analiz, ayrıştırma, makine çevirisi, bilgi grafiği, bilgi alma, soru cevaplama, duyarlılık analizi, sosyal hesaplama, doğal dil üretimi ve doğal dil özetlemesi sayılabilir (Deng ve Liu, 2018:2).

A / B Testi, bir kontrol grubunun çeşitli test grupları ile karşılaştırıldığı tekniktir. Bu teknik ayrıca bölünmüş test veya kova testi olarak da bilinir. Birden fazla değişkenin aynı anda kullanıldığı, çok değişkenli istatistiksel modelleme tekniğinin genellikle A / B / N testi olarak adlandırılır (Kohavi ve Longbotham, 2015:4).

Regresyon analizi, büyük veri analizinde kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. İstatistiksel yazılımlar, veri analizi ve modellemesi için zengin işlevsellik sağlar. Regresyon analizi, işletme, sosyal ve davranış bilimleri, biyolojik bilimler, iklim tahmini vb. gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Regresyon analizi, büyük veriyi analiz etmek için iki yaklaşım kullanmaktadır. İlk yaklaşım, örnek veriyi büyük veri kümesinden çıkarıp istatistiksel yöntemler kullanarak analiz etmek, ikinci yaklaşım ise, büyük veri setini birkaç bloğa bölmek ve her bir blok için ayrı ayrı regresyon uygulayarak elde edilen sonuçları birleştirerek analiz yapmaktır (Khine ve Nyunt, 2019:11).

Veri madenciliği, genellikle iki kategoriye ayrılır. İlk kategori istatistiksel modellerin kullanımınıdır. Veri madenciliğinin en özelliği hipotezleri değerlendirmek, sonuçları değerlendirmek ve sonuçları uygulamaktır. Kullanılan bazı popüler istatistiksel teknikler olasılık dağılımları, korelasyon, regresyon, küme analizi ve diskriminant analizini içerir. Veri madenciliğinde uygulanan diğer yöntem, makine öğrenmesidir (Chen vd., 2006:5).

Genetik algoritmalar, bir tür optimizasyon algoritmasıdır. Belirli bir işlevi en üst düzeye çıkaran ya da en aza indiren hesaplama problemine en uygun çözümü bulmak için kullanılırlar. Genetik algoritmalar, evrimsel hesaplama yöntemlerindendir. Bu nedenle problemleri çözmek için doğal seleksiyon süreçlerini taklit eder. Evrimde olduğu gibi, genetik bir algoritmanın işlemlerinin çoğu rastgeledir. Genetik algoritma rastgele arama ve ayrıntılı arama algoritmalarından çok daha güçlü ve etkilidir (Carr, 2014:1).

Duygusal hesaplama, insani etkileri işleyen, tanıyan, yorumlayan ve simüle eden cihazları veya sistemleri tasarlamamıza yardımcı olarak insan ve makine etkileşimlerini analiz etmemizi sağlamaktadır. Bu veriler metin, ses, yüz ifadeleri, vb. olabilirler. İnternet üzerinden çeşitli metinsel verileri ve kuruluşlara yapılan yorumları analiz ederek müşteri memnuniyet derecesi ölçülebilir. Duygusallık ve duyarlılık analizi aynı zamanda oluşan büyük verileri analiz ederek ticari kuruluşlar için ileriye dönük stratejilerini belirlemede yol göstermektedir (Hakak vd., 2017:397).

Büyük veri sorunları arasında veri yakalama, veri depolama, veri analizi, arama, paylaşma, aktarma, görselleştirme, sorgulama, güncelleme, bilgi gizliliği ve veri kaynağı bulunmaktadır (Doug, 2001).

#### **1.1.4.4. Arttırılmış Gerçeklik**

Arttırılmış Gerçeklik (AG), gerçek dünyada yaşayan nesnelerin, bilgisayar tarafından oluşturulan algısal bilgilerle çeşitli duyuşal modellerde “arttırıldığı” bir gerçek dünya çevresinin interaktif bir deneyimidir (Schueffel, 2017:2).

Üst üste gelen duyuşal bilgiler gerçek ortamın sürükleyici bir yönü olarak algılanacak şekilde kesintisiz bir şekilde iç içe olabilir. AG, gerçek bir dünya ortamının sürmekte olan algısını değiştirir. AG, karma gerçeklik ve bilgisayar aracılı gerçeklik kavramları ile ilişkilidir. AG’in birincil değeri dijital dünyanın bileşenlerini kişinin gerçek dünyayı algılama düzeyine uygun duruma getirmektir (Steuer, 1992:74).

Kullanıcılar için sürükleyici karma gerçeklik deneyimleri sağlayan ilk işlevsel AG sistemleri, 1992’de ABD Hava Kuvvetleri’nin Armstrong Laboratuvarı’nda geliştirilen Şekil 12’de gösterilen Sanal Fikstür sistemi ile başlamıştır.



**Şekil 12.** Sanal Fikstür - İlk AG Sistemi, 1992, ABD Hava Kuvvetleri

AG, doğal ortamları veya durumları geliştirmek ve algısal olarak zenginleştirilmiş deneyimler sunmak için kullanılır. Gelişmiş AG teknolojilerinin yardımıyla kullanıcıyı çevreleyen gerçek dünyası hakkındaki bilgiler etkileşimli ve dijital olarak işlenebilir hale gelir. AG aynı zamanda kapalı bilginin toplanması ve paylaşılmasında da büyük bir potansiyele sahiptir.

AG için donanım bileşenleri şunlardır: işlemci, ekran, sensörler ve giriş cihazları. Akıllı telefonlar ve tablet bilgisayarlar gibi modern mobil bilgi işlem aygıtları, genellikle bir kamera ve hızölçer, GPS ve katı hal pusulası gibi MEMS sensörlerini içerir (Rachel, 2012).

AG sistemlerinin önemli bir ölçütü, gerçek dünyadaki büyümeleri gerçekçi olarak nasıl bütünleştirdiğidir. Yazılım kameradan bağımsız olarak gerçek dünya koordinatlarını türetmelidir. Bu süreç görüntü kaydı olarak adlandırılır ve çoğunlukla video izlemeyle ilgili farklı bilgisayar görüntü işleme yöntemleri kullanır (Azuma vd., 2001:34).

AG uygulamalarının hızlı gelişimini sağlamak için, bazı yazılım geliştirme kitleri (SDK'ler) ortaya çıkmıştır. Artırılmış Gerçeklik İşaretleme Dili (ARML), Open Geospatial Consortium'da (OGC) geliştirilen bir veri standardıdır (ARML 2.0 SWG, erişim:27.09.2018). Sahnede sanal nesnelerin konumunu ve görünümünü tanımlamak için XML dilbilgisi ve ayrıca dinamik ECMA Script kullanılmaktadır. CloudRidAR gibi birkaç SDK, performans iyileştirmesi için bulut bilişiminden yararlanır (Huang vd., 2014:2).

Üretimdeki artırılmış gerçekliğin hâlihazırdaki kullanımı hala sınırlıdır, ancak birçok artırılmış gerçeklik sistemi gelişmektedir. Bunlardan bazıları (CRO Forum, 2015):

- Manuel operatörlere talimat vermek
- Sonuçları görselleştirmek de dâhil olmak üzere yeni ürünlerin nasıl üretilceğine dair eğitim
- Kalite kontrolünün iyileştirilmesi
- İş akışını iyileştirmenin yollarını bulmak
- Uzak bir uzmanla etkileşim yoluyla bir yazıcının onarımı gibi karmaşık bakım ve onarım görevleri için rehberlik sağlama

#### **1.1.4.5. Bulut Bilişim**

Bulut Bilişim, ürün ve hizmet çözümlerini internet üzerinden gerçek zamanlı olarak sağlayan dağıtım modelidir. Bulut terimi, 1993 yılında, Apple spin-off General Magic ve AT & T'nin, Telescriptand PersonaLink teknolojilerini tanımlarken kullandıkları dağıtılmış hesaplama platformlarını ifade etmek için kullanıldı. Bulut bilişim, çeşitli hizmetler için internet bulut tabanlı bilgisayar teknolojisinin kullanılmasını ifade eder. Bulut bilişim, dinamik olarak ölçeklendirilebilir ve genellikle sanallaştırılmış kaynakların internet üzerinden bir hizmet olarak sunulduğu hesaplama tarzıdır. Bulut bilişimin amacı, kullanıcıların derin bir bilgiye ya da uzmanlığa ihtiyaç duymadan, bu teknolojilerin tümünden faydalanabilmelerini sağlamaktır (Padmapriya, 2013).

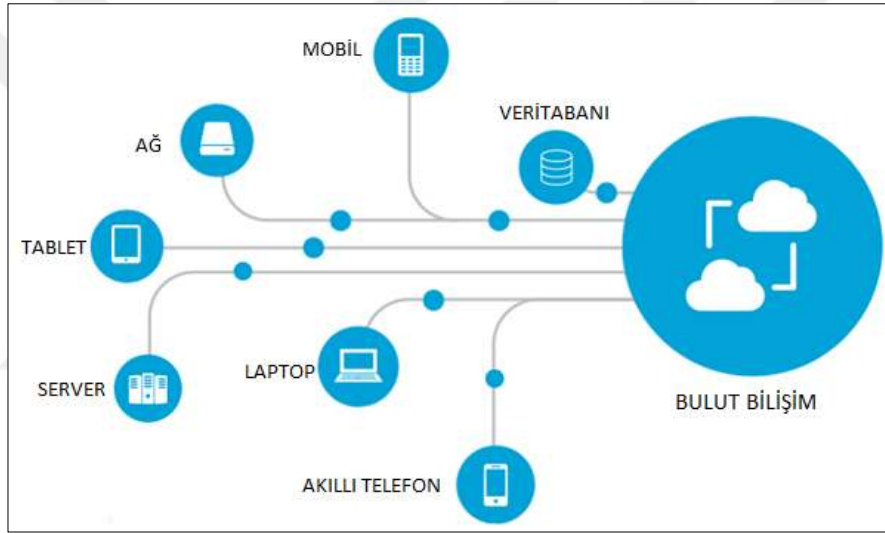
İşletmeler ve yöneticiler Bulut Bilişime sadece bir araç olarak bakmıyor. Bulut bilişimin gelişimi, son birkaç yıldır organizasyonlarda önemli değişiklikler oluşturdu. Bulut bilişim, işletmelerin şirket içi oluşturduğu Büyük Verileri saklamak ve istenildiği an ulaşabilmek için yeni bir teknoloji sunmuştur. Bulut bilişimin sağladığı bu faydaların yanı sıra güvenlik kaygıları yüzünden kuruluşlar bilgilerini bulutlara aktarmakta tereddüt ediyorlar. Ancak, bu güvenlik endişelerine rağmen artan verimlilik, maliyet etkinliği, kolaylaştırılmış işbirliği ve bağlantı hızı gibi bulut tabanlı hizmetlerin kullanımının artmasıyla bulut bilişim teknoloji giderek daha fazla rağbet görmektedir.

Bulut bilişimin avantajları (Panigrahi vd., 2013:193):

- Düşük işlem süresi,
- Düşük tepki süresi
- Düşük altyapı riski,

- Düşük uygulama maliyeti,
- Yenilikçiliğin yüksek hızı.

Bulut bilişim bir çeşit bilgisayar ağıdır; QoS (hizmet kalitesi) ve güvenilirlik problemlerini ele alarak evrimleşmiştir. Bulut bilişim, geleneksel paralel hesaplama tekniklerine kıyasla çok daha uygun fiyatlarla daha yoğun veri hesaplamak için paralel uygulamalar oluşturmak için araç ve teknolojiler sağlar. "Bulut bilişim" terimi, 2006 yılında Elastic Compute Cloud (EC2) ürününü piyasaya süren Amazon.com ile popüler hale getirilirken, yüksek kapasiteli ağların, düşük maliyetli bilgisayarların ve depolama aygıtlarının kullanılabilirliğinin artmasının yanında donanım sanallaştırmasının yaygın şekilde benimsenmesi, bulut bilişimde büyümeye yol açmıştır. Bulut bilişime ait ağ yapısı Şekil 13’de gösterilmiştir.



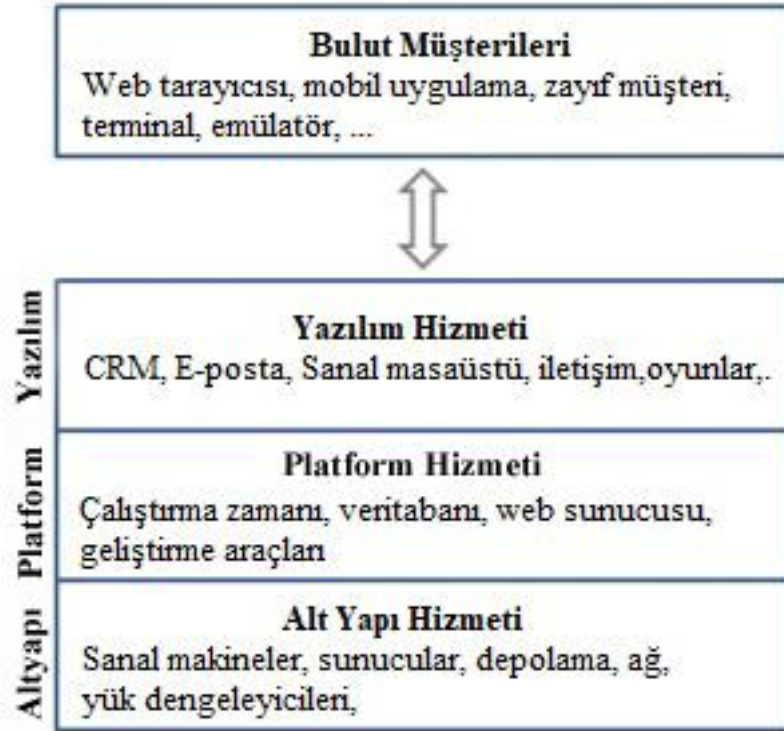
**Şekil 13.** Bulut Bilişim (<http://www.sanayinindijitaldonusumu.com/bulut-bilisim-nedir/>)

Bulut bilgi işlem aşağıdaki özellikleri sağlar (Kalloniatis, 2016):

- Kullanıcılara teknolojik altyapı kaynaklarını sağlayarak yeteneklerini geliştirmesine yardımcı olmak,
- Altyapı tipik olarak üçüncü bir taraf tarafından sağlandığından yoğun hesaplama görevleri için satın alınmasına gerek olmadığı için indirgenen maliyet,
- Bulut ortamlarında kullanılan temel teknoloji olan sanallaştırma, sunucuların ve depolama cihazlarının paylaşılmasını sağlayarak kullanımı artırma,

- d. Altyapının merkezileştirilmesine, kapasitesinin artmasına, sistem kullanımının ve verimliliğin artırılmasına olanak tanıyan geniş bir kullanıcı havuzun oluşturma,
- e. Çok sayıda yedekleme özelliğine sahip bir bulut bilişim oluşturarak veri kaybını azaltmak ve güvenilirliği artırmak,
- f. Uzmanlık gerektiren işlemler için gerçek zamanlı destek sağlamak,
- g. Kullanıcıları kullandıkları cihaza veya hizmete eriştikleri yere bakılmaksızın bir web tarayıcısı aracılığıyla herhangi bir yerden bulut hizmetlerine erişmelerini sağlamak,
- h. Kullanıcı cihazlarına yazılım yüklenmesine gerek kalmadığı için uzaktan erişimle güncelleştirmelerin yapılmasını sağlamak.

Bulut bilişim sağlayıcıları hizmetlerini üç temel modele göre sunar (Rajkamal ve Rajenderan, 2015). Bu modeller Şekil 14’de gösterilen Altyapı Hizmeti, Platform Hizmeti ve Yazılım Hizmetidir.



**Şekil 14.** Yığın Halinde Katman Olarak Düzenlenmiş Bulut Bilişim Hizmeti Modeli  
(Mansuri ve Rathore, 2014)

### **A. Altyapı Hizmeti**

Altyapı hizmeti, fiziksel bilgi işlem kaynakları, konum, veri bölümleme, ölçekleme, güvenlik, yedekleme gibi alt düzeydeki ağ altyapısının çeşitli alt düzey ayrıntılarını ortadan kaldırmak için kullanılan API'leri sağlayan çevrimiçi hizmetler anlamına gelir. Bulut işletim sistemi içindeki çok sayıdaki sanal makine ve müşterilerin değişen gereksinimlerine göre hizmetleri yukarı ve aşağı ölçekleme yeteneğini destekleyebilir (Velte vd., 2010:16). Altyapı hizmeti bulutları genellikle sanal makine disk görüntüsü kitaplığı, ham blok depolama gibi ek kaynaklar dosya veya nesne depolama, güvenlik duvarları, yük dengeleyicileri, IP adresleri, sanal yerel alan ağları (VLAN) ve yazılım paketleri sunar.

### **B. Platform Hizmeti**

Platform hizmeti modelinde, bulut sağlayıcılar genellikle işletim sistemi, veritabanı, web sunucusu ve programlama dili yürütme ortamı içeren bir bilgisayar platformu sunar. Uygulama geliştiriciler yazılım çözümlerini, temel donanım ve yazılım katmanlarını satın almadan bir bulut platformunda geliştirebilir ve çalıştırabilir (Mittal, 2018).

### **C. Yazılım Hizmeti**

Yazılım hizmeti modeli, altyapısı üzerinde çalışan uygulamaların kullanıcılar tarafından kullanılmasını sağlamaktadır. Uygulamalara bir web tarayıcısı veya bir program ara yüzü aracılığıyla erişilebilir. Yazılım hizmeti modelinde, kullanıcılar uygulama yazılımı ve veri tabanlarına erişim sağlayabilirler (Mell ve Grance, 2011:2).

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (2011) tanımına göre, bulut bilişim aşağıdaki kategorilere ayrılmıştır (Ashraf, 2015):

1. Özel bulut: Sadece bir kuruluş için işletilen bir bulut altyapısıdır.
2. Kamusal bulut: Kamu hizmetlerine açık olan ağlar üzerinden hizmetler sunan bulut teknolojisidir.
3. Topluluk bulutları: Topluluk bulutları, dâhili veya üçüncü şahıslar tarafından yönetilen, belirli kuruluşlar arasındaki bulut altyapısıdır.
4. Hibrit bulut: Birbirine bağlı olan ve birden çok dağıtım modelinin avantajlarını sunan iki veya daha fazla bulutun bir bileşimidir.

#### 1.1.4.6. 3B Yazıcı

3B baskı kavramı, dijital bir plandan nesneler oluşturmayı ve 'plastik' mürekkeple 'yazdırmayı' içerir. Bir parçayı oluşturmak için malzemeyi çıkarmak yerine, istenen şekli oluşturmak için art arda desenlere malzeme eklenmesi nedeniyle, "Katkılı üretim" olarak bilinen bir üretim yöntemidir.

Ana kullanım alanları:

- Prototipleme
- Uzmanlaşmış parçalar - havacılık, askeri, biyomedikal mühendislik, diş protezleri
- Hobiler ve ev kullanımı
- Gelecekteki uygulamalar - tıbbi (vücut parçaları), binalar ve arabalar

3B Yazıcı, 3B modelini katmanlara bölen (çoğu durumda 0,01 mm kalınlığında veya daha az) bir yazılım kullanır. Her bir katman daha sonra yazıcı tarafından yapı plakası üzerinde izlenir, desen tamamlandıktan sonra, yapı plakası indirilir ve bir sonraki katman bir öncekinin üstüne eklenir.

Tipik üretim teknikleri, önceden oluşturulmuş bir bloktan materyalin çıkarılmasıdır. Freze ve Kesim gibi işlemler, eksiltici üretim teknikleridir. Bu tür bir üretim süreci çok fazla atık yaratmaktadır. Kesilen malzeme genellikle başka bir amaç için kullanılamaz ve basitçe hurda olarak gönderilir. 3B Baskı, malzemenin sadece gerekli olduğu yere yerleştirildiğinden, bu tür atıkları ortadan kaldırır.

3B Baskı, tasarım ve prototip sürecini önemli ölçüde hızlandırır. Her seferinde bir parça oluşturma ve her üretildiğinde tasarımı değiştirme ile ilgili bir sorun yoktur. Parçalar saat içinde oluşturulabilir. Tasarım döngüsünü aylara göre birkaç gün veya haftaya indirir. Ayrıca, 3B yazıcıların fiyatı yıllar içerisinde düştüğünden sıradan tüketicinin veya küçük şirketlerin kolayca sahip olabilecekleri bir malzemeye dönüşmüştür (ESF, 2013).

3B baskı teknolojisi, 1970'lere kadar izlenebilmektedir. 1971'de Fransız bilim adamı Pierre Ciraud, metal tozunu katılaştırarak enerji ışını yardımıyla nesnelerin üretim yöntemini geliştirdiğini açıkladı. Aynı yıl Wyn Kelly Swainson, lazer ışınlarının kesişimi yoluyla 3B nesnelerin üretilmesine dayanan bir sistem için başka bir patent başvurusu yaptı. 1979'da Ross Housholder, bir lazer ışını ile seçici olarak partiküllerin birleştirilmesi ve katman ile 3B nesneler tabakasının oluşturulması için SLS teknolojisine benzeyen bir üretim sürecine ilişkin bir patent başvurusunda bulundu. 1984'te Charles Hull, 3 boyutlu

nesneler üreten bir cihaz için patent başvurusu yaptı ve iki yıl sonra Hull 3B Systems Corporation'ı kurdu. 1986'da Carl Deckard, bilgisayar kontrollü lazer yardımıyla toz tabakayı sinterleyen bir yöntem ve aparat olarak tanımlanan SLS'yi geliştirdi. 2001 yılı sonunda Joe Beaman ve 3B Systems tarafından satın alınarak Desktop Production Company kuruldu.

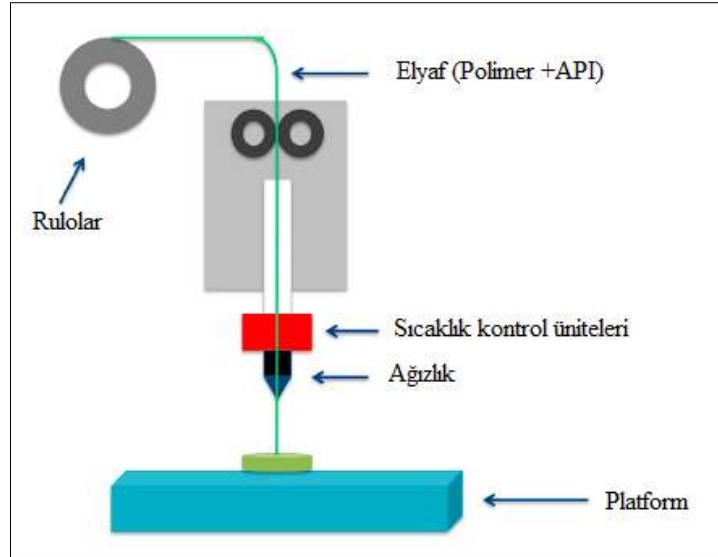
Bu ilk gelişmelerin ardından, farklı 3B baskı teknolojileri ile ilgili olarak art arda gelişmeler oldu. Bu, özellikle hızlı prototipleme ve hızlı üretim yoluyla endüstride geniş bir uygulama alanı yelpazesi bulmak için 3B baskıya liderlik etmiştir (Karagöl, 2016).

3B baskı yapmak için farklı teknikler kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan üç teknik bulunmaktadır. Bunlar:

- Birleştirilmiş Birikim Modellemesi(BBM)
- StereoLitography Apparatus (SLA)
- Seçici Lazer Sinterleme(SLS )

#### **A. Birleştirilmiş Birikim Modellemesi**

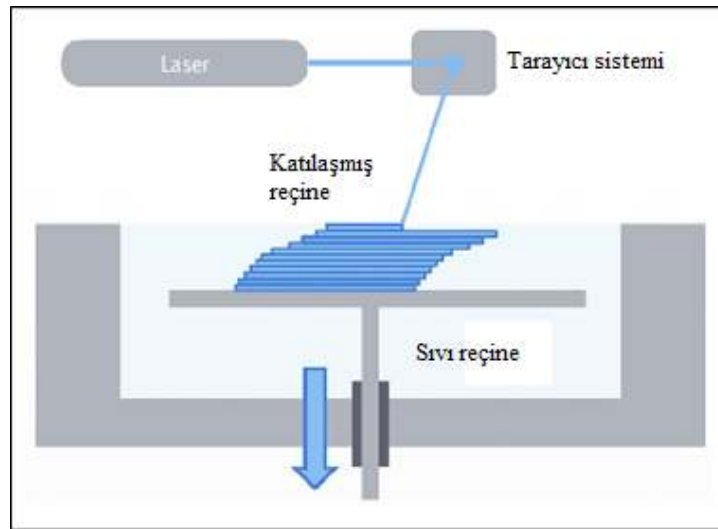
BBM prototip oluşturma ve üretim uygulamaları için yaygın olarak kullanılan bir katkı üretim teknolojisidir. BBM, malzemeyi katmanlara ayırarak “katkı” prensibi üzerinde çalışır. Üretim için Polilaktik asit, akrilonitril bütadien stiren veya polivinil alkol gibi termoplastik polimerler kullanılmaktadır. Erimiş malzemeler (API ve polimer karışımları) işlem ilerledikçe bir ekstrüder ağızlığından geçecek şekilde düzenlenmiş rulolar halinde depolanmaktadır (Konta vd., 2017:5). Başlık malzemeyi eritmek üzere ısıtılır ve bilgisayar destekli üretim (CAM) yazılım paketi ile doğrudan kontrol edilen bir mekanizma ile hem yatay hem de dikey yönde hareket ettirilerek malzeme üretilir. Şekil 15’de yöntemle ait çalışma prensibi gösterilmiştir.



**Şekil 15.** Birleştirilmiş Birikim Modellemesi (Konta vd., 2017:6)

### B. StereoLitography Apparatus

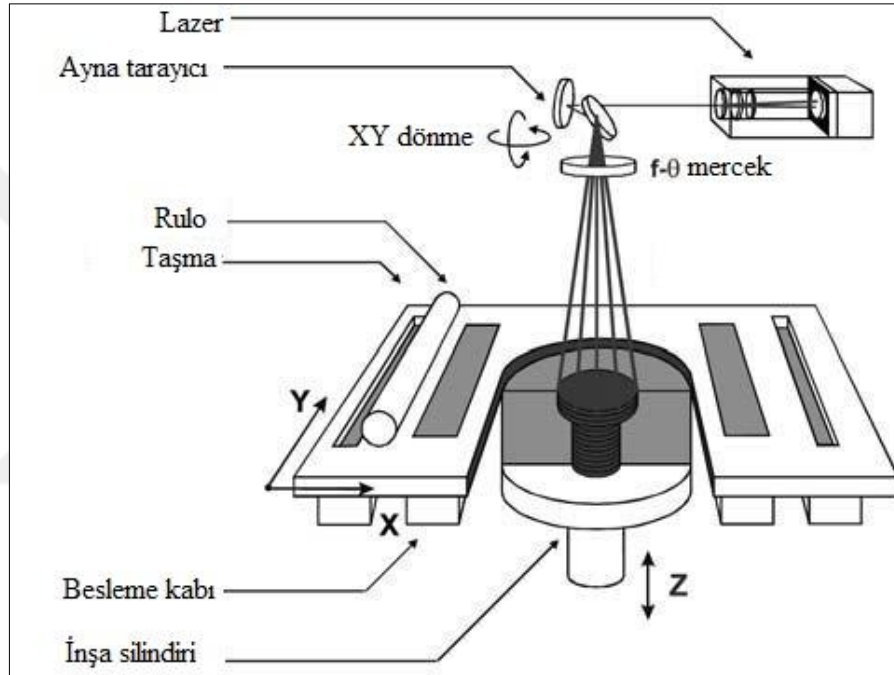
SLA, sıvı ultraviyole ile sertleştirilebilir fotopolimer "reçine" nin kubbesini ve her seferinde bir katman oluşturmak için ultraviyole lazeri kullanan bir ilave üretim teknolojisidir. Lazer yoğunluğunun veya geçiş hızının değişmesi, bir katman içindeki çapraz bağı veya polimer yoğunluğunu değiştirmek için kullanılmaktadır (Woodruff ve Hutmacher, 2010:1236). Her katman için lazer ışını sıvı reçinesinin yüzeyindeki parça modelinin bir kesitini izler. Ultraviyole lazer ışığa maruz kalmak reçine üzerinde izlenen kalıbı sertleştirir ve katılaştırır buda altta kalan tabakanın birleşmesini sağlar. SLA modeli Şekil 16’da gösterilmiştir.



**Şekil 16.** SLA – Stereo Litography Apparatus (Kim vd., 2016:185)

### C. Seçici Lazer Sinterleme

SLS, plastik, metal, seramik veya cam tozlarının küçük partiküllerini istenen bir kütleye kaynaştırmak için yüksek güçlü bir lazer kullanan üretim tekniğidir. Lazer, bir toz yatağının yüzeyindeki parçanın 3 boyutlu bir dijital tanımından (örneğin bir CAD dosyası veya tarama verisinden) oluşturulan kesitleri tarayarak toz haline getirilmiş malzemeyi seçici olarak birleştirir (Kruth vd., 2005:26). Her bir kesit tarandıktan sonra, toz tabaka bir tabaka kalınlığında alçaltılır, üstüne yeni bir malzeme katmanı uygulanır ve işlem tamamlanana kadar bu yöntem tekrarlanır. Çalışma prensibi Şekil 17’de verilmiştir.

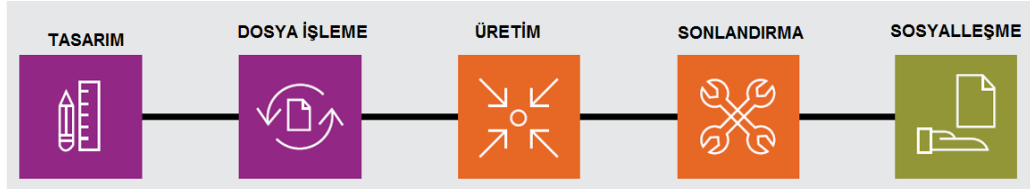


Şekil 17. Seçici Lazer Sinterleme (Kruth vd., 2005:27)

3B baskı teknolojisi üç ana aşamadan oluşur: modelleme, baskı ve ürünün sonlandırılması:

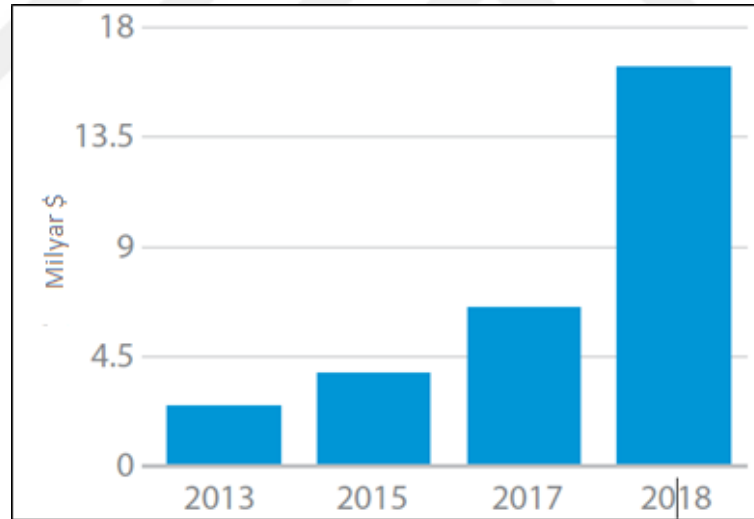
Modelleme aşamasında, baskı modelini elde etmek için, makine nesnenin sanal planlarını kullanır ve bunları sırayla kullanılan bir dizi ince kesit halinde işler. Baskı aşamasında, 3B yazıcı ürünü okur ve ürünü oluşturmak için malzeme katmanlarını biriktirir. Sanal bir kesiti temel alan her katman, öncekilerle birleşir ve son olarak, tüm bu katmanları yazdırdıktan sonra, istenen nesne elde edilir. Bu teknik sayesinde, çeşitli malzemelerden (termoplastik, metal, toz, seramik, kağıt, fotopolimer, sıvı) yapılmış çeşitli şekillerde farklı nesneler üretilebilir. Son aşama, ürünün sonlandırılmasından

oluşur (Kodama, 1981:1770). 3B baskı işlemi otomatik olarak yapılan bir işlem değildir. Şekil 18’de verilen sürecin kontrolünün yapılması gerekmektedir.



**Şekil 18.** 3B Baskı İşlemi

3B baskı, büyük bir vaat ile yeni doğmuş bir teknolojidir. Teknolojinin uygun maliyetli ve pratik olmasını sağlamak için hâlâ birçok engel söz konusu olsa da, teknolojinin hızlı gelişimi sayesinde bu sorunlar çözülmektedir. Uzmanlar, önümüzdeki beş yıl içinde 3B baskının yüzde 50 daha ucuz ve yüzde 400'e varan oranda daha hızlı olacağını tahmin ediyorlar. Grafik 1’de 3B sektörünün büyüme potansiyeli gösterilmektedir (Siemens, 2014)



**Grafik 1.** 3B Baskı Sektörü Büyümesi (Siemens, 2014)

#### 1.1.4.7. Akıllı Fabrikalar

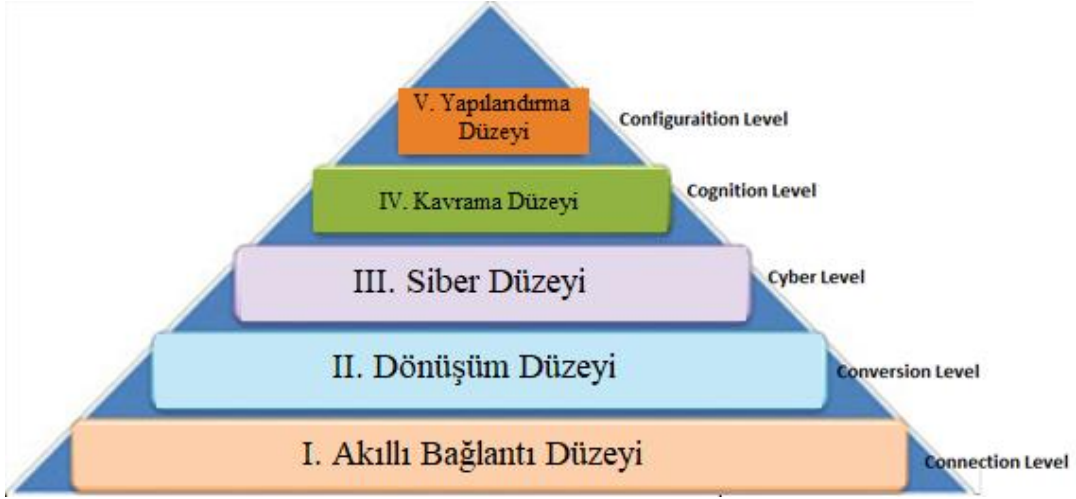
Sanal ve fiziksel dünyaların yaklaşması Akıllı Fabrika'ya yol açmıştır. Bu, yapay zeka, makine öğrenimi, bilgi işlem otomasyonu ve makina-makina iletişimi ile üretim sürecini bütünleştirir. Akıllı Fabrika, ürünlerin nasıl üretildiğini ve sevk edildiğini temelde değiştirecektir. Aynı zamanda, çalışanların güvenliğini artıracak ve düşük emisyon olanaklarını sağlayarak çevreyi koruyacaktır (CRO Forum, 2015:6).

Üretim endüstrisi, sürdürülebilirlik ve üretim performansı da dâhil olmak üzere çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalmıştır. Bu zorluklar, yaşlanan işgücü ve küresel üretim ortamındaki sıkışmadan kaynaklanmaktadır. Son yıllarda, Alman ve ABD hükümetleri, imalat sanayilerinde Nİ ve akıllı analitik teknolojilerinin kullanımını hızlandırmak ve üretim sürecinin genel performansını, kalitesini ve kontrol edilebilirliğini sağlamak için yeni teknolojik girişimler de bulunmuşlardır. İmalat sektörü, 2013 yılında Almanya'daki Hannover Fuarı'nda tanıtılan yeni anlayışa muazzam bir ilgi gösterdi. Alman Federal Hükümeti'nin Yüksek Teknoloji Stratejisi'nin himayesi altında geliştirilen bu yeni üretim modeli, dördüncü sanayi devriminin de çerçevesini oluşturmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojisinin gelişmesi ile fabrika modellerinde de "akıllı fabrika" olarak adlandırılan yeni bir olgunun gelişmesini sağlamıştır. Akıllı fabrikalarda, SFS üretim aşamasını sanallaştırarak üretim süreçlerini takip eder ve sistemin kendi kendini yöneterek sorunlar karşısında kararlar almasına olanak sağlar. Endüstri 4.0, fabrikaların arasındaki sınırları kaldırarak birden fazla fabrikayı veya coğrafi bölgeleri birbirine bağlayacaktır. Bu yeni teknoloji, bilgiyi elde etmek, aktarmak, yorumlamak, analiz etmek ve üretim sürecini amaçlanan şekilde kontrol etmek için birleştirilebilir bir sistem öngörmektedir. Bu teknolojinin üretim için kullanılmaya başlanması ile Akıllı Fabrika terimi ortaya çıkmıştır. Literatürde bu terimle ilgili farklı tanımlar bulunmaktadır (Lee, 2015:4).

Akıllı fabrika, tüm üretim aşamasının bilgisayar ağları, veri entegrasyonu ve analitik alanındaki en son Nİ teknolojik gelişmelerinin bir arada kullanılması ilkesine dayanmaktadır. Akıllı fabrika, akıllı sensörler ve algılama, bilgi işlem ve analitik analizler ve esnek kontrol teknolojilerinden oluşan en yeni Nİ ve endüstriyel internet teknolojilerini kullanarak çok kültürlü bir üretim yaklaşımını tanımlar (Lee, 2015:5).

Nİ ve SFS teknolojilerinin üretim sistemlerinde uygulanması, karmaşık ve esnek sistemlerin yönetiminin, üretim hacimlerindeki ve özelleştirmedeki hızlı değişiklikleri tatmin etmesini sağlayan yeni özellikler ile donatılmış fabrika sistemleri Akıllı Fabrika olarak tanımlanmaktadır (Mabkhot vd., 2018:4)

Akıllı fabrika için siber fiziksel bir sistem geliştirmek için Şekil 19'da verilen 5C mimarisi olarak da adlandırılan model önerilmektedir.



**Şekil 19.** Siber Fiziksel Sistem Kurulumunda 5C Mimarisi (İnternet 4, erişim:3.9.2018)

**1.Seviye:** Bu seviyede akıllı bağlantı ile makinelerden ve bileşenlerinden doğru ve güvenilir veri almayı gerektirir. Bu veriler ERP, MES ve CMM, Nİ tabanlı makine denetleyicileri, eklenti sensörleri, kalite denetimleri, bakım günlükleri ve kurumsal yönetim sistemlerinden oluşmaktadır. Veri yönetimi ve iletişimi, sensörlerin doğru seçimi ve veri akışı için sorunsuz ve ücretsiz bir yöntemdir. Bu seviyede, makine durumunu izlemek için koşul tabanlı bir izleme sistemi kullanılır.

**2.Seviye:** Dönüşüm seviyesi, verilerin işlendiği ve anlamlı bilgilere dönüştürüldüğü (makine bozulması bilgileri gibi) yerel makine zekasıdır. Sinyal işleme, özellik çıkartma ve yaygın olarak kullanılan prognostik sağlık yönetimi (PHM) algoritmaları (kendi kendini organize eden haritalar, lojistik regresyon, destek vektör makineleri, vb.) bu düzeyde bütünleştirilmiştir. Bu seviyenin hedefi, bileşen ve makine seviyesi için öz farkındalığı sağlamaktır.

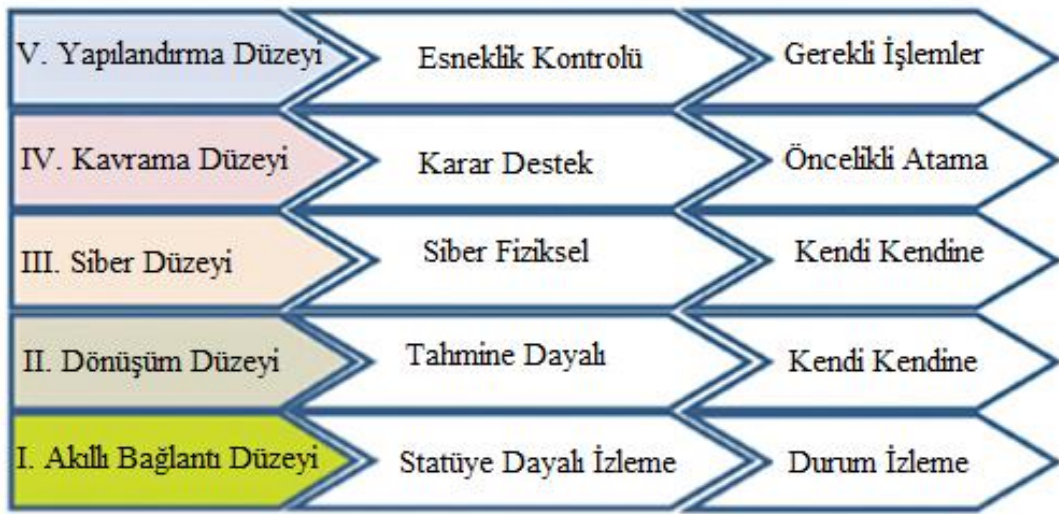
**3.Seviye:** Bu siber seviye, tüm bilgilerin birbirine karıştığı ve işlendiği yerdir. Eşler arası karşılaştırmalar, bilgi paylaşımı, işbirlikçi modelleme ve makine kullanımının kayıtları ve sağlık durumu geçmişi analizi yapılır. Bu analitikler, tek bir makinenin performansının tüm sistem ile kıyaslanıp değerlendirilebildiği ve makine performansı ile önceki varlıklar arasındaki (geçmiş bilgileri) benzerliklerin tahmin edilebilmesi için ölçülebileceği, makinelerin gelecekteki davranışlarının tahmin edilmesini sağlar. Bu seviyede, siber-fiziksel sistem yaklaşımı, farklı döngülerdeki makine performansını değerlendirmek ve diğer bileşenlerle karşılaştırmak için kullanılır.

**4.Seviye:** Biliş seviyesidir. İzlenen sistem hakkında kapsamlı bilgi üretir ve sistem içindeki farklı bileşenlerin etkisini ilişkilendirmek için akıl yürütme bilgisi sağlar. Bu

seviyede elde edinilen bilginin doğru organizasyonu ve sunumu uzman kullanıcıların doğru karar vermelerini sağlayacaktır.

**5.Seviye:** Yapılandırma seviyesi, siber uzaydan fiziksel mekâna geri dönerek makinenin kendi kendini yapılandırabilmesi, uyarlaması ve kendi kendini yönetebilmesi için bir kontrol mekanizması sağlar. Bu aşama, biliş düzeyinde yapılan düzeltici ve önleyici kararları uygulamak için bir esneklik kontrol sistemi olarak hareket eder (Lee, 2015:6).

Akıllı fabrika tasarımında belirlenen seviyelerdeki uygulamalara ait yapılan işlemler Şekil 20’de gösterilmiştir.



**Şekil 20.** 5C Mimarisi Düzeylerindeki Uygulamalar ve Teknikler (İnternet 4, erişim:3.9.2018)

Tablo 2’de günümüz fabrikaları ile Endüstri 4.0 tabanlı akıllı fabrikalar arasındaki teknolojik farkları karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

**Tablo 2.** Günümüz Fabrikaları İle Endüstri 4.0 Tabanlı Akıllı Fabrikalar Arasındaki Karşılaştırmalar

|                | Veri kaynağı | Bugünün Fabrikası                           |                                        | Akıllı Fabrika (Endüstri 4.0 tabanlı)                                            |                                                  |
|----------------|--------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                |              | Öznitelikleri                               | Teknolojileri                          | Öznitelikleri                                                                    | Teknolojileri                                    |
| Bileşen        | Sensörler    | Hassas                                      | Akıllı Sensörler ve Arıza Tespiti      | Kendinden Duyarlı<br>Kendinden Tahminli                                          | Bozulma İzleme ve Kalan Faydalı Ömür Tahmini     |
| Makina         | Kontrolör    | Üretilebilirlik ve Performans               | Durum Tabanlı İzleme ve Teşhis         | Kendi Kendine Duyarlı<br>Kendi Kendine Tahminli<br>Kendi Kendine Karşılaştırmalı | Tahmini Zaman ve Başarısızlık Önleme             |
| Üretim sistemi | Ağ sistemi   | Verimlilik ve TEE(Toplam Ekipman Etkinliği) | Yalın Operasyonlar: İş ve Atık Azaltma | Kendi Kendini Yapılandırma<br>Kendi Kendini Koruma<br>Kendi Kendini Organize     | Sorunsuz Esnek Kontrol Sistemleri ile Verimlilik |

Kaynak: Lee, Smart Factory Systems, 2015:232

Akıllı bir fabrikanın tasarım prensipleri tasarımcıların yeni akıllı fabrikalar inşa etmelerine ya da akıllı olmak için mevcut geleneksel fabrikaları geliştirmelerine yardımcı oluyor. Bu ilkeler (Mabkhot, 2018:4):

**Modülerlik:** Bu, sistem bileşenlerinin tasarımını ifade eder. Modülerlik, sistem bileşenlerinin kolayca ve hızlı bir şekilde ayrılıp birleştirilebilme kapasitesi olarak tanımlanabilir. Sistem bileşenleri gevşek bir şekilde birleştirilmiştir ve tak-çalıştır prensibi ile yeniden yapılandırılabilir. Modülerlik, gerçek zamanlı kabiliyetin, sistemin değişen müşteri gereksinimlerine cevap vermesine ve dahili sistem arızalarının üstesinden gelmesine izin verir.

**Birlikte Çalışabilirlik:** Bu, hem sistem dâhilindeki teknik bilgileri, ürünler de dâhil olmak üzere, hem de imalat işletmeleri ile müşteriler arasında iş bilgilerini paylaşma

kabiliyetini ifade eder. SFS ve Nİ üzerinden bağlantı kurar. Birlikte çalışabilirliği arttırmak için standart mekanik, elektrik ve iletişim bilgisi gereklidir.

**Âdemi merkeziyetçilik:** Sistem elemanlarının (modüller, malzeme taşıma, ürünler, vb.) kendi başına kararlar almalarını sağlar. Gömülü bilgisayarlar, bağımsız SFS'nin sensörler ve aktüatörler aracılığıyla çevreleriyle etkileşmesini ve sistemlerin gerçek zamanlı olarak karar verilebilecek duruma getirilmesidir.

**Sanallaştırma:** Bu, hem gerçek çevreye benzer bir SFS ile hem fiziksel süreçleri izleyebilmek ve taklit edebilmek için yapay bir fabrika ortamı oluşturmayı ifade eder. SFS'de bilgi şeffaflığı ve sensör verilerinin toplanması böyle bir ortamın oluşturulmasını sağlar. Oluşturulan sanal model, fiziksel modeli gerçek zamanlı olarak güncelleştirmek için veri gönderen fiziksel denetimi izlemek ve kontrol etmek için kullanılır. Tasarım, fiziksel sisteme gönderilmeden önce kontrol edilebilir, değiştirilebilir ve test edilebilir. Ek olarak, sanal bir sistem, işgücünü eğitmek, elle yapılan işlemlerde işgücüne rehberlik etmek, hataları teşhis etmek ve tahmin etmek, arızaları gidermek için bakım görevlerini yönlendirmek gibi diğer konular için de yararlıdır. Mobil cihazlarla sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kombinasyonu müşterilere ürünlerinin detaylı tasarımına daha fazla katılım olanağı tanır.

**Hizmet yönelimi:** İmalat sanayilerinin ürün satmaktan ürün ve hizmet satışına geçeceği fikrini ifade eder. İmalat sanayileri, ürünlerinin rekabet eşitliğine ulaşmasıyla hizmet sağlayıcılar haline dönüşmektedir. Ürünün satışından elde edilen kârlara odaklanmak yerine, kuruluşlar, hizmet satmaya odaklanırlar. Bugün, imalat sanayileri, kendi temel işlerine odaklanarak, bazı hizmetlerini dışarıdan tedarik ediyorlar. Akıllı fabrikada, imalat sanayileri, bazı süreçlerini dış kaynak kullanmaya ve çekirdek süreçlerine yoğunlaşmaya yöneleceklerdir. Buna karşılık, bir imalat sanayi çekirdek sürecini başka bir sektöre hizmet olarak satacaktır.

**Gerçek zamanlı kapasite:** Sistemin müşteri gereksinimindeki değişiklikler veya dâhili üretim sisteminin durumu (örneğin, arızalar ve kaynak arızaları) gibi zamandaki değişikliklere cevap verme yeteneğini ifade eder. Müşteri gereksinimlerine cevap vermek için, bilgilere gerçek zamanlı olarak erişilip analiz edilmelidir. Sistem böyle bir yeniden yapılandırmayı gerçekleştirmek için yeterli bir modülerliğe sahip olmalıdır. Dâhili değişikliklere, izleme ve kontrollere yanıtlar gerçek zamanlı olmalıdır. Arızalar zamanında tespit edilmeli ve sistem hızla iyileşme kabiliyetine sahip olmalıdır.

#### 1.1.4.8. Yapay Zeka

Yapay zeka (YZ), insan akılsal etkinliklerinin algoritmalara indirgenebileceği ve dolayısıyla bir bilgisayarda uygulanabileceği görüşünü benimsemektedir (Barile vd., 2018:159).

YZ, geleneksel olarak çözüm için insanlara bağlı olan zorlu görevleri çözme yöntemlerinin bilgisayar tabanlı makineler tarafından yapılmasını sağlamaktır. Bu tür görevler karmaşık mantık çıkarımı, tanılama, görsel tanıma, doğal dilin kavranması, oyun oynama, açıklama ve planlamayı içermektedir (Sofia vd., 2018:308).

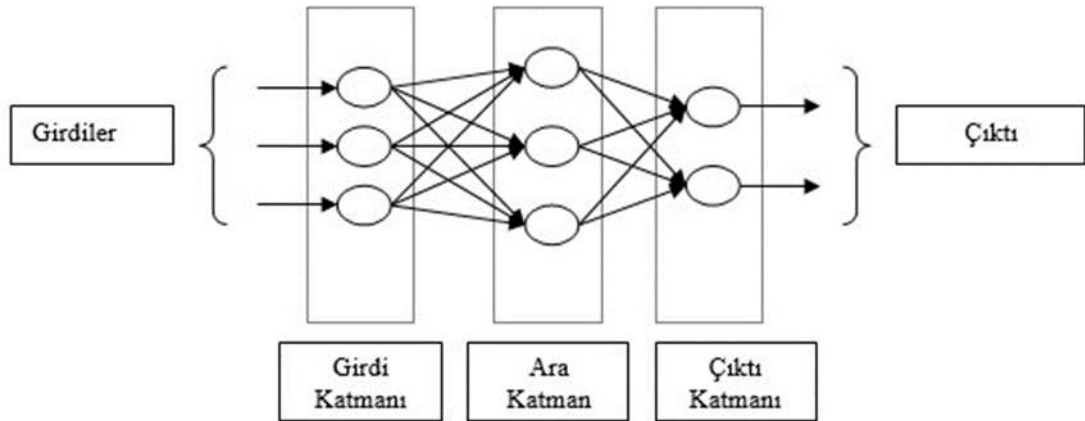
Modern YZ, filozofların insan düşüncesi sistemini tanımlama amacı ile tarihte görülmeye başlamıştır. YZ, otomatik bir akıl yürütme makinesini kullanarak karmaşık yasal durumları çözmeye yardımcı olabilecek bir makine tasarlayan Gottfried Leibniz'e kadar uzanan uzun bir geçmişe sahiptir. 1672'de Gottfried Leibniz, günümüzün bilgisayarlarının soyut temelini oluşturan bir ikili sayım sistemi geliştirdi ve dünyanın ilk dört fonksiyonlu hesap makinesini oluşturdu (Skilton ve Hovsepian, 2018:69). YZ için 1884 çok önemlidir. Charles Babbage, bu tarihte, akıllı davranış sergileyecek mekanik bir makine üzerinde çalıştı. Ancak, bu çalışmaların sonucunda, insan olarak akıllı davranışlar sergileyecek bir makine üretmeyeceğine karar verdi ve işini askıya aldı.

1950 yılında, YZ'nin babası olarak kabul edilen teorik bir bilgisayar bilimci olan Alan Turing, bir bilgisayarın insaninkinden ayırt edilemeyen metin tabanlı bir konuşma davranışı gösterip gösteremeyeceğini anlamak için "Taklit Oyunu" adlı bir test tasarlamıştır (Barile vd., 2018:162). 1950'de Claude Shannon, bilgisayarların satranç oynayabileceği fikrini tanıtmıştır. 1956'da Dartmouth Koleji'nde bir konferansta ilk YZ uygulamaları tanıtılmıştır. Bu uygulamalar mantık teoremleri ve satranç oyununa dayanmaktadır. Bu dönemde geliştirilen programlar zeka testlerinde kullanılan geometrik formlardan ayrıldı. Bu akıllı bilgisayarların oluşturulabileceği fikrine yol açtı (Mijwel, 2015:2).

1957 yılında John McCarthy tarafından geliştirilen LISP (List Processing Language), YZ için geliştirilmiş fonksiyonel bir programlama dilidir. Oldukça eski ve güçlü programlama dillerinden biri olan LISP, liste yapısına sahip temel işlemleri temsil eden esnek programlar oluşturmanızı sağlayan bir dildir. 1965 ve 1970 arasında, YZ için karanlık bir dönem olarak adlandırılabilir. Bu dönem, YZ adına karanlık bir dönem olarak adlandırıldı çünkü sadece veri yükleyerek akıllı makineler oluşturma fikri başarılı olmadı. 1970 ve 1975 yılları arasında YZ ivme kazandı. Hastalık teşhisi gibi konularda geliştirilen

YZ sistemlerinde elde edilen başarılar sayesinde günümüzün YZ'sının temeli oluşturulmuştur. 1975-1980 döneminde, psikoloji gibi diğer bilim dalları aracılığıyla YZ'den daha fazla fayda elde edilebileceği düşüncesi gelişmiştir. YZ 1980'lerde pratik uygulamalarla büyük projelerde kullanılmaya başlandı. YZ gerçek hayat problemlerini çözmek için uyarlanmıştır. Kullanıcıların ihtiyaçları geleneksel yöntemlerle karşılanırsa bile, daha ekonomik yazılım ve araçlar sayesinde YZ kullanımı çok daha geniş bir alana ulaşmıştır (Mijwel, 2015:7).

YZ, insan beynine benzer bir şekilde bilgi elde etmek için tasarlanmış bir bilgisayar programıdır. Bilişsel yetenek ve makine tasarımı üzerine yapılan araştırmalar sonucunda yapay sinir ağları bileşimi geliştirilmiştir. Yapay sinir ağları, YZ'nin en önemli parçası olan tahmin modellerini geliştirmek için oluşturulan istatistiksel bir yaklaşımdır. Yapay sinir ağları, insan beynindeki tasarıma benzer işlem cihazlarından ve veri işlemeden oluşur. Yapay sinir ağları, insan beynini modellemek suretiyle iki yolla benzerlik göstererek geliştirilir. İlk olarak, yapay sinir ağları tarafından bilgi edinilir. İkincisi, bilgi saklamak için yapay nöronlar arasındaki bağlantılar kullanılır. Yapay sinir ağları arasındaki yüzeysel bağlantılara rağmen çok etkileyici sonuçlara sahiptir. Şekil 21'de verilen yapay sinir ağları, girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanını içermektedir (Stauba vd., 2015:1477).



**Şekil 21.** Yapay Sinir Ağları

**Giriş Katmanı:** Giriş veri gruplarının ağa tanıtıldığı katmandır. Giriş katmanlarındaki parametreler analizden önce seçilmelidir. Bir giriş katmanındaki nöronların sayısı, giriş verilerinin sayısına eşittir; Her giriş nöronu, bir sonraki katman olan gizli katmana bağlanır.

Gizli Katman: Gizli katman ağın temel işlevidir. Bu katmanda, giriş katmanından alınan veriler doğru bir şekilde işlenir ve daha sonra çıktı katmanına iletilir.

Çıkış katmanı: Öğrenme çıktı katmanında gerçekleşir. Doğrusal birimler, gizli katmanlardan oluşan çıktıya bağlanır. Ağdaki son katmandır ve gizli katmandan alınan verileri işler ve çıktıyı oluşturur. Nöronların sayısı, ağ tarafından alınan çıkış sayısına eşittir. Elde edilen değerler yapay sinir ağındaki problem için çıktı değerleridir (Stauba vd., 2015:1480).

## 1.2. Türkiye’de Sanayileşme Süreci

Türkiye, 1923'te Cumhuriyetin kurulduğu dönemde iç talebi karşılamak için yeterli bir sanayiye sahip değildi. Türkiye'nin sanayileşmesi, liberal bir yaklaşımla başladı. 1923 yılında İzmir’de yapılan I. İktisat Kongresi ile sanayileşme sürecinin ilk adımları atılmıştır. 1927’de Türk yatırımcıları teşvik etmek için Teşvik-i Sanayi Kanunu çıkarılmıştır (Özkurt,2016:10). Büyük Buhran'dan sonra, devletçilik Türkiye'nin sanayileşme politikasını etkiledi. 1933 ve 1938'de I.ve II. Beş Yıllık Sanayi Planları kabul edildi. Bununla birlikte, II.Dünya Savaşının başlaması Türkiye’deki sanayileşme sürecini olumsuz etkiledi. Baker Report, 1950’lerde Türkiye’ye bazı sektörlerde sanayileşme tavsiyesinde bulundu. Dışa dönük büyüme ve ihracata öncülük eden sanayileşme politikası 1950'lerde önem kazanmış olsa da, yabancı para açığı nedeniyle düzgün bir şekilde sürdürülememişlerdir. 1960'larda ithal ikameci sanayileşme stratejisini uygulamaya başladı. İmalat sanayinde ara mal üretiminin başlaması ile birlikte yapısal bir dönüşüm yaşadı. Neo-liberal politikalara bağlı olarak, Türkiye 1980'lerde ihracata dayalı sanayileşme stratejisini benimsedi. İhracata dayalı sanayileşme stratejisi ile birlikte, düşük döviz kuru ve düşük reel ücret politikaları, Türk sanayisinin rekabet gücünü artırdı. Avrupa Birliği ile Gümrük Birliği ve Dünya Ticaret Örgütü'nün üyelik görevleri 1990'larda Türkiye'nin sanayileşme politikasını etkiledi. Küresel rekabet, 2000'li yıllarda Türk sanayi sektörünü etkilemeye başladı. Sanayi sektöründe kullanılan ithal hammadde ve ara malların oranı artmıştır. Sektörün rekabet gücünün artmasıyla birlikte ihracat hacmi de yükseldi. İhracat hacmindeki artışa rağmen, ara malı ithalatındaki artışa bağlı olarak dış ticaret açığı da artmıştır. Türk sanayi sektörü 2000'li yıllarda bu tür yapısal sorunlara girmiştir (Dağdemir, 2016:109).

Türkiye’deki sanayileşme süreci dünyadaki gelişmelerin ışığında devam etmektedir. Bu kapsamada endüstrideki son gelişme olarak adlandırılan Endüstri 4.0

Türkiye’de sanayinin dijitalleşmesi kavramıyla hayata geçirilmiştir. Bu kapsamdaki çalışmalara yön vermek için Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından “İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası” adıyla 2017’de bir rapor yayınlanmıştır.

Türkiye’deki bu teknolojik gelişmeleri takip etmek ve çalışmalar yapmak üzere "Sanayide Dijital Teknolojiler" ve "İleri Üretim Teknolojileri" adında çalışma ekipleri kurulmuştur (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017:25).



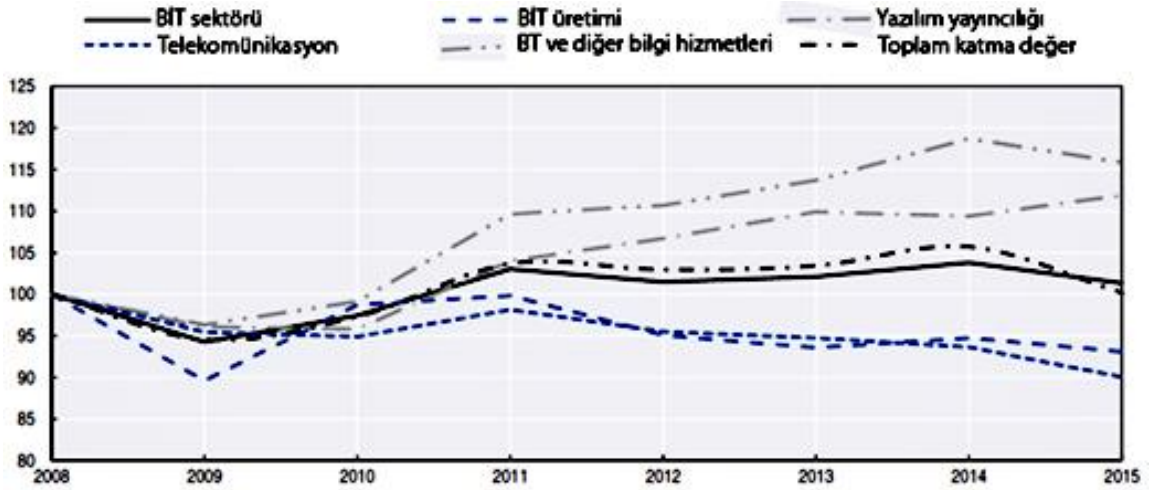
## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİNDEKİ GELİŞMELER

Bilişim sektöründeki büyüme üretim alanında geliştirilen yazılımlar ile birlikte artmaktadır. Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) toplam ekonomik katma değerinin %80'inden fazlasını oluşturmaktadır (OECD, 2017). BİT mal ve hizmetlerinin üretimi ve ihracatı birkaç OECD ülkesinde artan bir şekilde yoğunlaşmaktadır. BİT sektörü, yenilikçiliğin temel faktörü olmaya devam ediyor ve OECD'deki tüm patent başvurularının %30'undan fazlası BİT ile ilgilidir.

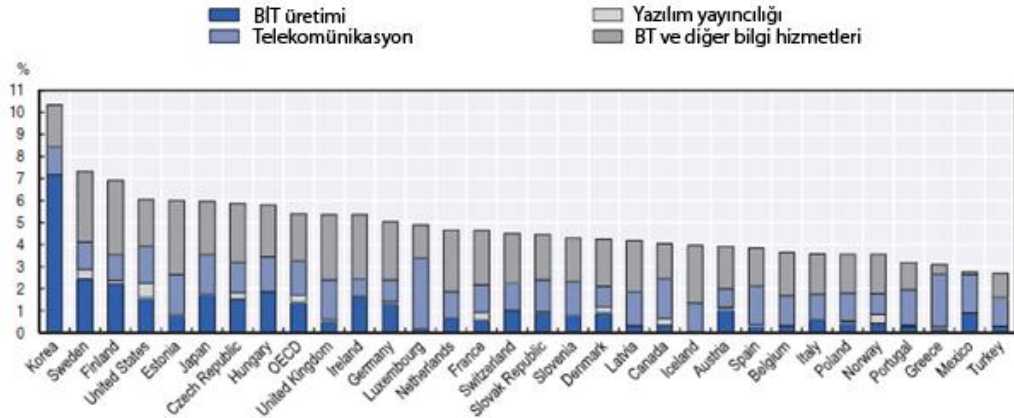
Çoğu işletme BİT kullanmaktadır ancak küçük ölçekli firmalar BİT kullanımında geride kalmaktadır. Özellikle küçük ölçekli firmalar, yeni iş fırsatları oluşturabilmek için BİT'leri daha etkili bir şekilde kullanmalıdırlar. Firmalar, “büyük veri” ve robotik uygulamalar gibi BİT'i giderek daha fazla benimsemekte, ancak birçoğu BİT'in etkin kullanımıyla kazanılabilecek iş fırsatlarını henüz değerlendirememektedir. BİT kullanımı, ülkeler ve sosyal gruplar arasında önemli farklılıklar göstermesine rağmen, sadece şirketler arasında değil, aynı zamanda bireyler arasında da yayılmaktadır. BİT uzmanlarına olan talebin önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir, ancak BİT hizmetlerinde boşluk oranları toplam iş sektöründeki oranlardan daha yüksektir. Günümüzde işletmelerin büyük çoğunluğu BİT kullanmaktadır; ancak küçük firmalar BİT kullanımında geride kalmaktadır (OECD,2017:161).

Küresel ekonomik krizden bu yana OECD ülkelerinde BİT sektöründe katma değer, toplam katma değere paralel olarak sabit kalmıştır. Grafik 2'ye bakıldığında 2008-2015 yılları arasında, telekomünikasyon hizmetlerinde katma değer %10 ve bilgisayar ve elektronik üretimi %7 arasında azalmıştır. Diğer taraftan, Bilişim Teknolojileri (BT) hizmetlerinde katma değer %16, yazılımda %12 artmıştır (OECD, 2017:116).



**Grafik 2.** OECD Ülkelerinde BİT Sektörü ve Alt Sektörlerinin Katma Değerindeki Büyüme (OECD, 2017:116)

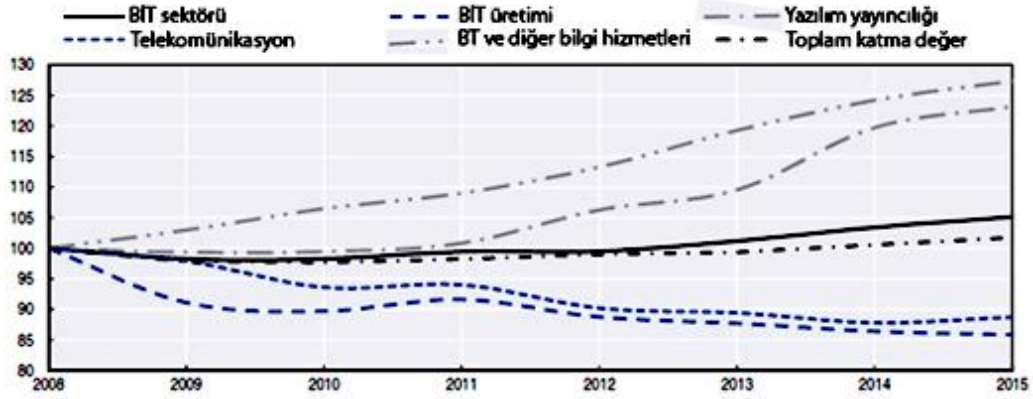
OECD ülkelerinin çoğunda katma değer, BİT hizmetlerine yoğunlaşma eğilimindedir. Bu, toplam BİT sektörü katma değerinin %4'ü imalatın ziyade hizmetlerdeki uzmanlık eğilimini yansıtmaktadır. Grafik 3'de görüldüğü gibi BİT hizmetlerinde, BT ve diğer bilgi hizmetleri OECD ülkelerinde öne çıkmaktadır.



**Grafik 3.** BİT Sektörü ve Alt Sektörlerin Katma Değeri (OECD, 2017:117)

Grafik 4 incelendiğinde OECD bölgesinde 2008'den 2015'e kadar, BİT sektörü istihdamı toplam istihdam oranlarından daha hızlı büyümüştür. Bunun temel nedeni, BT ve diğer bilgi hizmetleri endüstrisi ve yazılım yayıncılık endüstrisi gibi belirli alt sektörlerde çalışan insan sayısındaki artışın devam etmesidir. Öte yandan, krizden sonra

istihdam açısından herhangi bir iyileşme belirtisi göstermeyen iki alt sektör, bilişim ve telekomünikasyon endüstrisi olarak düşmeye devam etmiştir (OECD, 2017: 118).



**Grafik 4.** BİT Sektöründe ve OECD Bölgesindeki Alt Sektörlerde İstihdamın Artması (OECD, 2017: 118)

2015 yılında, seçilen OECD ülkeleri içinde BİT sektörü toplam istihdamın %3'ünü oluşturdu. Estonya, Kore ve Lüksemburg %4'lük BİT istihdamı ile toplam istihdamdaki en fazla paya sahip ülkeler olmuştur. Yunanistan, Litvanya, Meksika ve Portekiz ise BİT sektöründe toplam istihdamın %2'sinden daha az istihdam oluşturmuştur. BİT hizmetleri (yazılım yayıncılığı, telekomünikasyon endüstrisi, BT ve diğer bilgi hizmetleri ile birlikte), BİT istihdamının ortalama %80'ini oluşturmuştur. Firmalarda BİT kullanımını destekleyen politikalar, genel olarak BİT sektörünü geliştirme politikalarıyla örtüşmektedir.

İşletmelerde BİT araçlarının kullanılmasının teşvik edilmesi hem finansal hem de finansal olmayan yollarla yapılabilir. Finansal şemalara dayalı politikalardan, BİT ekipmanı alımına veya BİT gelişimine yönelik parasal destek en yaygın olanıdır. İspanya ve Türkiye KOBİ'lerin bulut bilişim çözümlerini benimsemeye teşvik edecek programlara sahipken, Singapur'un iSPRINT Programı KOBİ'lerin akıllı teknolojiyi üretkenliği ve büyümeyi artırmanın bir yolu olarak kullanmalarını sağlıyor. Belçika, Estonya, Macaristan ve Polonya gibi diğer ülkeler, Ar-Ge altyapısına yatırım yapılmasını ve iş operasyonunun ve yönetiminin optimizasyonu için BİT ve e-ticaret araçlarının entegrasyonunu desteklemektedir (OECD, 2017: 120).

Öğrencilerin BİT becerilerini geliştirmek için bazı politikalar çok büyük ölçeklerde uygulanmaktadır. Örneğin Çin, tüm ilk ve orta dereceli okullara sabit

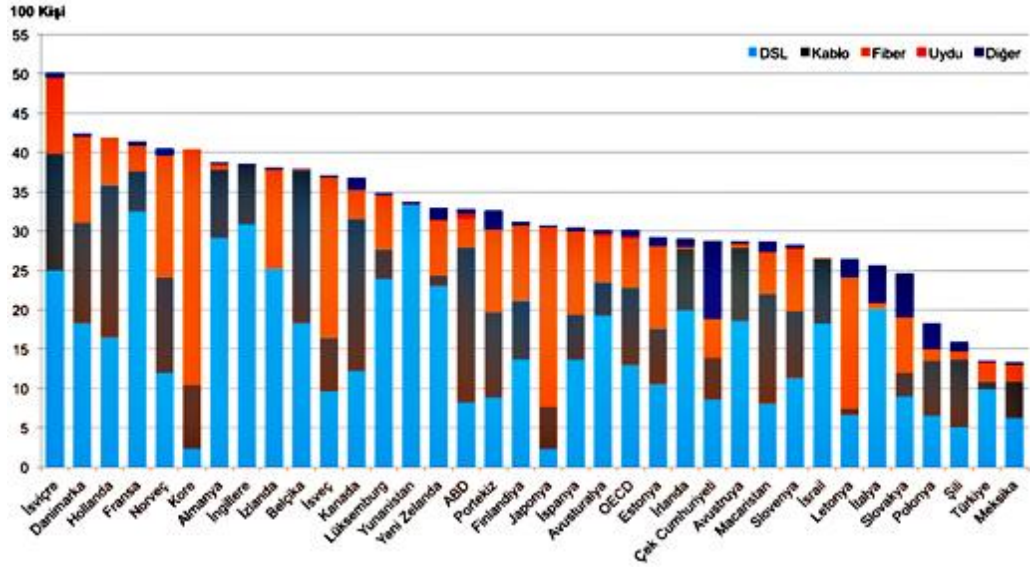
genişbant ve Wi-Fi dahil olmak üzere tam ağ kapsamı sağlamayı amaçlayan uzun vadeli bir politikaya sahiptir. şimdiye kadar, Çin'deki okullarının %87'si tamamen bu altyapılarla donatılmıştır. Polonya, yaklaşık 30.000 okulunun tamamını genişbant internet erişimi yoluyla birbirine bağlayan bir ağ kurmayı hedeflemiştir. Türkiye FATİH projesi ile tüm okulları genişbant internet bağlantısı ve akıllı tahtalarla donatmak ve 8 milyon öğrenciye tablet dağıtmak için yaklaşık 1,3 milyar dolarlık yatırım yapmıştır (OECD, 2017).

Ülkelerin BİT alanındaki faaliyetlerinden en yaygını, niteliksiz işsizlerin BİT ile ilgili alanlarda yeni kariyerlere başlaması için eğitim vermek amacıyla tasarlanmış programlardır. Örneğin, Çek Cumhuriyeti Çalışma ve Sosyal İşler Bakanlığı, iş arayanlar arasında dijital okuryazarlık ve e-beceri gelişimini artırmak için yaklaşık 100 milyon dolarlık bir stratejiye sahiptir.

Türkiye, BİT ile ilgili mesleklere hazırlanmaları için işsizlere yüzlerce mesleki eğitim kursu sunmaktadır. Hollanda, BT alanında yeni bir kariyer arayan, yüksek eğitimli fakat işsiz insanlar için Make IT Work adlı bir programa sahiptir. Program yazılım mühendisliği, iş analizi, BİT proje yönetimi ve BİT danışmanlığı gibi işler için yeniden eğitim vermektedir.

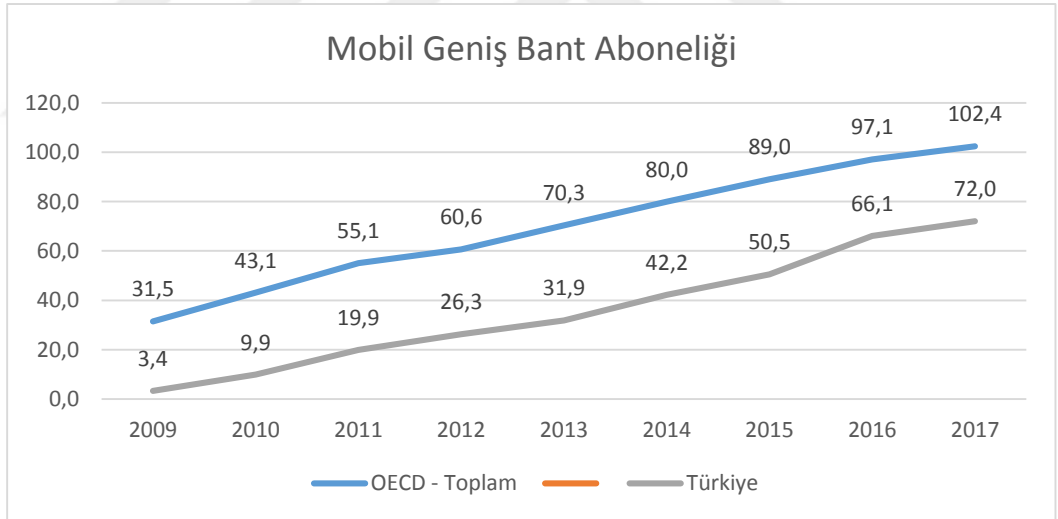
### **2.1. Ülkelerin İnternet ve Bulut Teknolojileri Kullanımı**

OECD'de sabit genişbant abonelikleri artmaya devam ediyor. OECD ülkelerinde Aralık 2016 itibariyle bir önceki yıl 372 milyon olan abone sayısı 387 milyona ulaşmıştır. Grafik 5'te görüldüğü gibi İsviçre %50,1, Danimarka %42,4, Hollanda %41,9 ve Fransa %41,4 ile listede ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye ve Meksika'da, bu eğilim Aralık 2015 ve Aralık 2016 arasında sırasıyla %9,3 ve %9,2 olmuştur (OECD, 2017: 135). 2010 yılında OECD ülkelerindeki işletmelerin %86'sı genişbant bağlantıya sahipken 2016 yılında bu oran %95'e çıkmıştır (OECD, 2017:161).



**Grafik 5.** Teknolojiye Göre, Aralık 2016'da Her 100 Kişi İçin Geniş Bant Aboneliği (TÜBİSAD, 2018:38)

Mobil genişbant abonelikleri, 256 kbit / s veya daha yüksek veri hızlarını sağlayan mobil aboneliklerdir. Grafik 6'da Türkiye ve OECD ülkelerinin mobil genişbant abone sayıları verilmiştir.

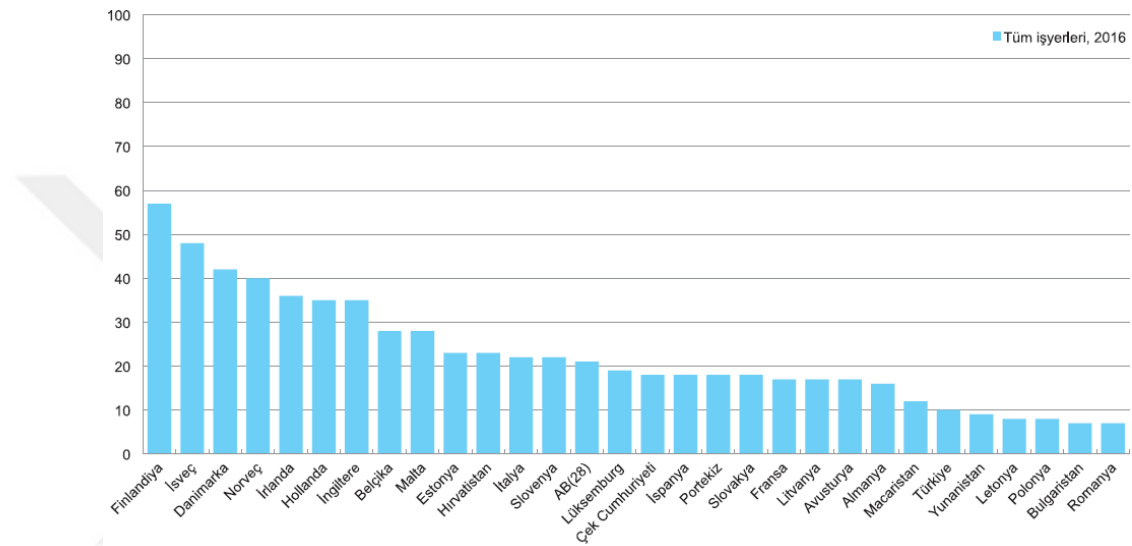


**Grafik 6.** Mobil Genişbant Abonelikleri (<https://data.oecd.org/> erişim:01.01.2019)

Bağlanabilirlikteki artış özellikle Meksika, Letonya (28 puan) ve Polonya'da (24 puan) arttı. Yüksek alım, büyük ve küçük firmalar arasındaki farkı da ortalama olarak yüzde 4 puanın altına düşürdü ve genişbant bağlantısı artık firmalar için standart hale gelmiştir. OECD ülkelerinde büyük firmaların ortalama %99'undan, küçük firmaların %95'inden fazlası şimdi genişbant ile bağlantılı sistemler kullanmaktadır. Bununla

birlikte, büyük ve küçük firmalar arasındaki fark Meksika %20, Yunanistan %17, Polonya ve Türkiye'de %8 olmuştur.

Genişbant bağlantı oranlarının artmasıyla şirketler arasında bulut bilişim kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bulut bilişim hizmetlerinin yayılmasının ülkelere göre oranları Grafik 7'de verilmiştir. 2016 yılında, işletmelerin %24'ünden fazlası bulut bilişim hizmetleri kullanmıştır. Finlandiya'da %57'lik oranıyla bulut bilişim kullanımı alanında en üst sıradadır (OECD, 2017: 165).



**Grafik 7.** Bulut Bilişim Hizmetlerini Kullanan İşletmeler, Firma Boyutuna Göre, 2016 (TÜBİSAD, 2018:52)

Türkiye bulut bilişim hizmetleri kullanım alanında 29 ülke arasında yapılan değerlendirmede %10'luk kullanım oranı ile en düşük altıncı sıradadır. Türkiye'de büyük ölçekli işletmelerde bulut bilişim oranı %20'ye ulaşırken orta ve mikro ölçekli işletmelerde bu oran sırası ile %14 ve %9'a gerilemektedir (TÜBİSAD, 2018:54).

## 2.2. Ülkelerin Kurumsal Kaynak Planlaması Kullanımı

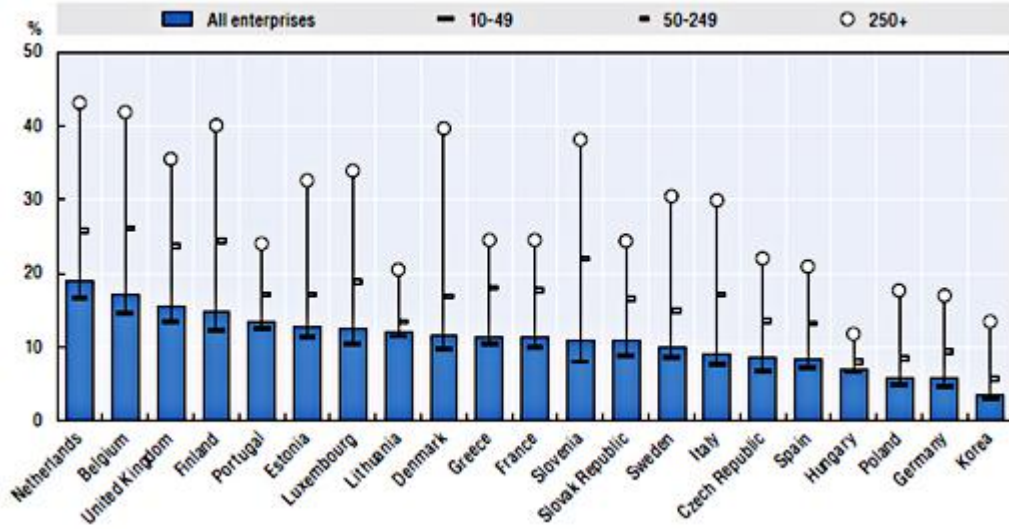
Dijitalleştirme, özellikle şirketler içindeki bilgi akışı yönetimi için daha yüksek işletme entegrasyonuna izin verir. Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) veya Müşteri İlişkileri Yönetimi (MİY) gibi araçlar, OECD'deki firmaların %30'undan fazlası tarafından benimsenmiştir. 2010'dan itibaren yaklaşık yüzde 10'luk bir artış sağlanmıştır. KKP, firmaların kendileri arasında daha yüksek bir bilgi ve işlem uyumundan faydalanmalarını sağlamaktadır. MİY, müşterileriyle ilgili bilgileri toplamak, entegre etmek, işlemek ve analiz etmek için firmaların yoğun olarak kullandığı bilgi

teknolojileridir. Ağ yoğunluğu ve hızının artması ile bilgisayar gücünün düzenli artmasıyla birlikte, bulut bilgisayar alımı artık başlangıç aşamasında değildir ve OECD'deki firmaların yaklaşık dörtte biri tarafından kullanılmaktadır. KKP alımı 2010 yılında %21 iken, 2016'da firmaların %33'ü tarafından kullanılmaktadır. 2016 yılında, KKP yazılımı daha büyük işletmelerin %78'inde kullanılmış, ancak son zamanlarda ekonomik hale geldiğinden küçük firmaların %28'i tarafından da kullanılmaya başlanmıştır. Tüm ülkelerde KKP yazılımları için kabul oranları, daha büyük şirketler için %60 ile %93 ve küçük şirketler için %7 ile %50 arasında değişmektedir ( OECD, 2017: 164).

### **2.3. Ülkelerin Büyük Veri Analizi Yapma Yetenekleri**

Büyük veriler, elektronik olarak gerçekleştirilen faaliyetlerden ve makineden makineye iletişimden elde edilen büyük miktarda veri ile ilgilidir. Büyük veri, “3V” (hacim, çeşitlilik ve hız) olarak özetlenen özelliklere sahiptir: Hacim, zaman içinde üretilen fazla miktarda veriyi ifade eder. Çeşitlik, yapılandırılmış veya yapılandırılmamış farklı karmaşık veri formatlarına atıfta bulunur (örneğin metin, video, görüntü, ses, belgeler, sensör verileri, etkinlik kayıtları, tıklama akışları, koordinatlar, vb.). Hız, verinin üretildiği zaman aralığını ifade etmektedir (Laney, 2001; Eurostat, 2016).

Ekonomik faaliyetlerin dijitalleşmesinin yarattığı “büyük veri” katlanarak artmaktadır. 2016 yılında Büyük veri analizi(BVA) yapmış olan işletmelerin oranı Grafik 8 incelendiğinde Kore'de %4'ten Hollanda'da %19'a kadar değişmektedir. BVA şu anda ağırlıklı olarak büyük işletmeler tarafından yapılmaktadır. Macaristan'da %11, Hollanda'da %43'e kadar gerçekleştirilmektedir. Ancak Belçika ve Hollanda'da küçük işletmelerin %15'inden fazlası BVA'yı kullanmaktadır. BVA'nın büyük ve küçük şirketler tarafından kullanılması arasındaki fark büyüktür. Macaristan, Litvanya ve Portekiz'de BVA teknolojilerini kullanan büyük işletmelerin sayıyı küçük işletmelerin yaklaşık iki katıdır. Danimarka ve Slovenya'da işletmeler arasındaki fark dört kat daha fazladır (OECD, 2017:165).



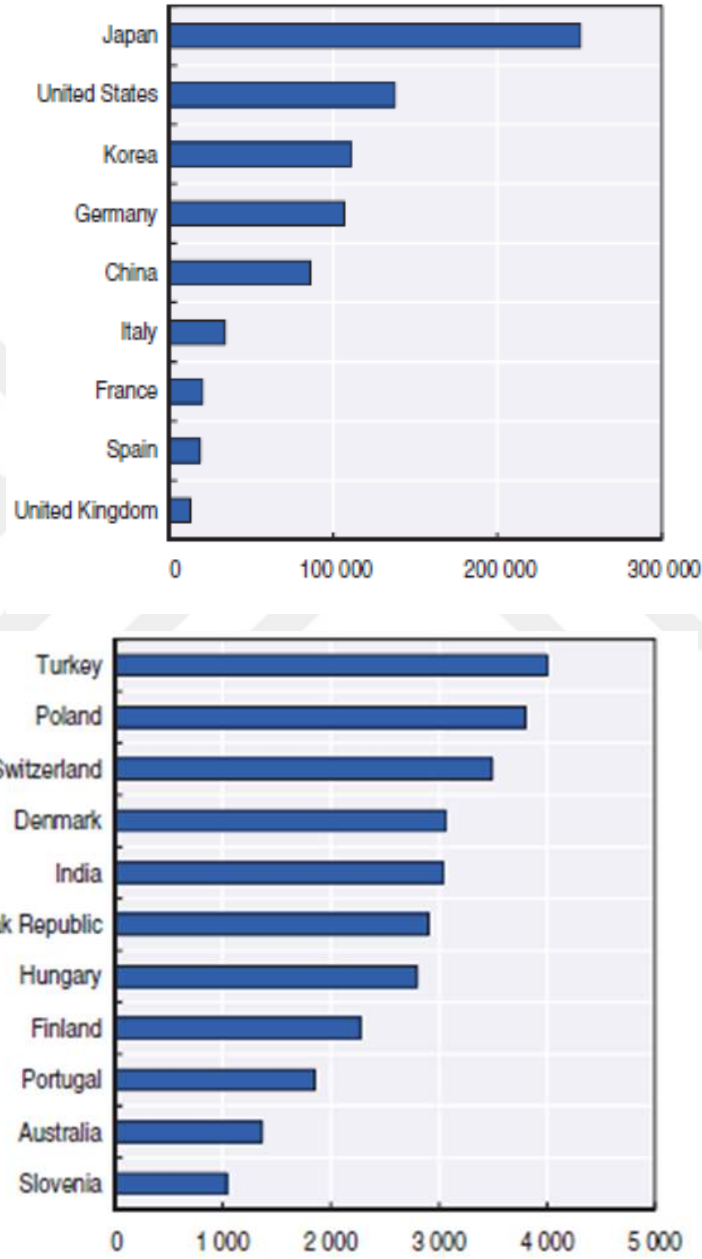
**Grafik 8.** Büyük Veri Analizi Yapan İşletmeler, 2016

Bilişim ve iletişim endüstrisinde işletmeler %25 ile BVA'nın en yoğun kullanıcılarıdır. Bunu elektrik, gaz, buhar, klima ve su endüstrisi %16 ile ulaştırma ve depolama endüstrisi %14'lük oranla takip etmektedir. Firmalar, iş ortamından (sanayi tipi) etkilenen ve taşınabilir cihazlardan, akıllı cihazlar veya sensörlerin coğrafi konumlarını ve sosyal medyayı içeren çeşitli kaynaklardan gelen verilere dayanarak BVA gerçekleştirir. Ülkelerin çoğunda, firmalar BVA'yı öncelikle taşınabilir cihazların ya da sosyal medyanın coğrafi konumundan kaynaklanan verilerle gerçekleştirmektedir. Taşınabilir cihazların coğrafi konumundan kaynaklanan en yoğun veri kullanıcısı olan işletmeler genellikle nakliye ve depolama sektöründe ve daha az oranda inşaat sektöründedir. Elektrik, gaz, buhar, iklimlendirme ve su temini gibi endüstrilerdeki işletmeler ile gayrimenkul sektöründeki işletmeler, akıllı cihazlardan veya sensörlerden kaynaklanan verilerin en yoğun kullanıcılarıdır. Sosyal medyadan gelen verileri kullanan işletmeler konaklama ve yiyecek içecek hizmet faaliyetleri sektöründe yer almaktadır (OECD, 2017: 167).

#### 2.4. Ülkelerin Robot Teknolojisi Kullanım Kapasitesi

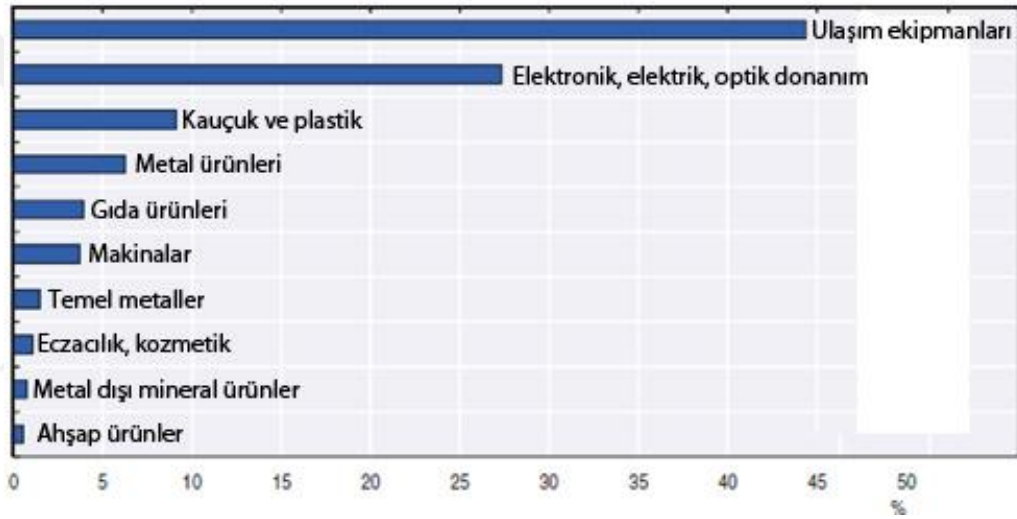
Kullanımdaki endüstriyel robotların üçte ikisinden fazlası sadece dört OECD ülkesinde yoğunlaşmıştır. 2014 yılında OECD ülkelerindeki operasyonel robotların sayısı en düşük olan ülke Estonya (100 birimden az) ve en yüksek sayıya sahip ülke Japonya (250 000 birim) idi. 2014 yılında, dünya stoklarının %80'inden fazlasını oluşturan OECD ülkelerinde kabaca 750.000 endüstriyel robotun faaliyet gösterdiği tahmin edilmektedir.

Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Kore ve Almanya, OECD'de en robotize olan ülkelerdir ve birlikte toplam robotik operasyon sayısının %70'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle robotlar ileri ekonomilerde oldukça yoğunlaşmıştır. OECD ortak ekonomileri arasında Çin Halk Cumhuriyeti, 86.000 adetten fazla operasyonel stoğu ile robotların kabulüne öncülük etmektedir. Grafik 9 ülkelerin birim başına kullanmış olduğu robot teknolojilerinin sayısını vermektedir ( OECD, 2017: 167).



**Grafik 9.** Dünya Çapında Faaliyet Gösteren Toplam Endüstriyel Robot Sayısı, 2014, ( OECD, 2017: 168).

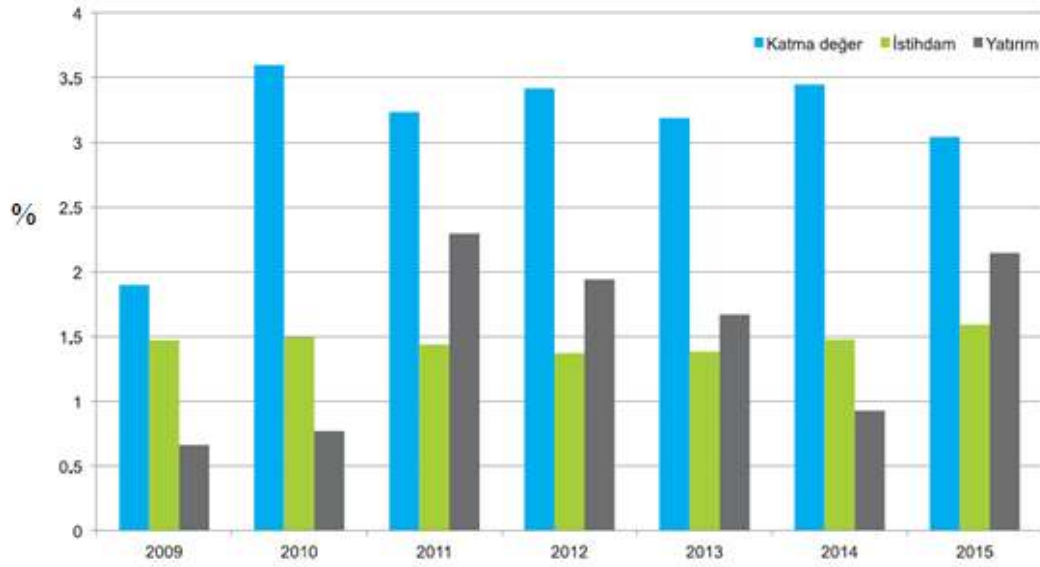
Robot kullanımı birkaç endüstriyel sektörde oldukça yoğunlaşmıştır. Grafik 10 incelendiğinde lider sektörler ulaşım ve elektronik teçhizatır. Taşımacılık ekipmanları, 2014 yılında toplam robot stokunun yaklaşık % 45'ine sahiptir. Büyük üretim hacimleri ve nispeten standartlaştırılmış ürünler ile karakterize edilen otomotiv sektörü, tarihsel olarak otomasyona daha elverişli olduğundan robot teknolojilerini en fazla kullanan sektördür. Robotların yaklaşık %30'u “elektronik, elektrikli ve optik donanımda” kullanılmaktadır. Bu sektörde üretilen ürünler yüksek düzeyde teknolojik içeriğe sahipken, üretimi oldukça standart hale getirilmiştir. Kauçuk ve plastiğin yanı sıra metal ürünleri sektörleri de dünya çapındaki robot stoklarının %5 ila %10'unu oluşturmaktadır (OECD, 2017: 167)



**Grafik 10.** Kullanımdaki Endüstriyel Robotların Sektörlerdeki Payı, 2017 (OECD, 2017: 168).

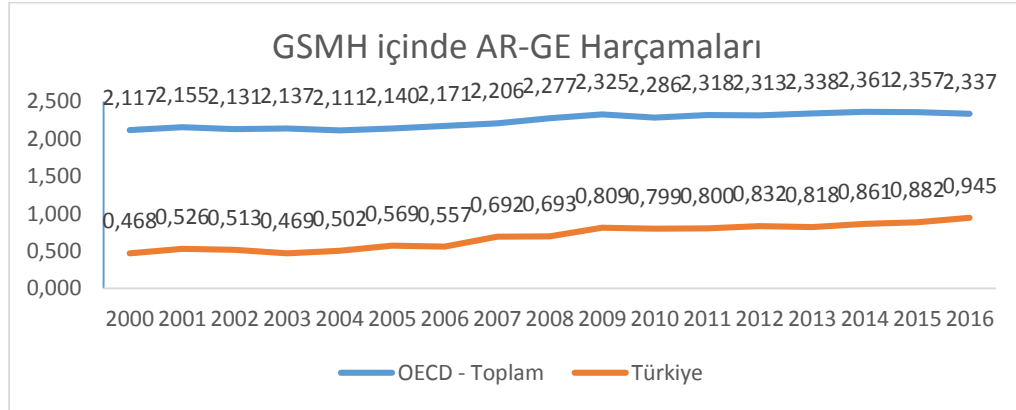
## 2.5. Türkiye'nin Dijitalleşmedeki Konumu

Türkiye’de BİT’in 2008 yılında özel sektör içerisindeki katma değer payı %5,6 iken 2009 yılı içerisinde yaşanan ekonomik daralmanın da etkisiyle 2014 yılına kadar %2’ye kadar inmiştir. 2015 yılında ise bu oran %3’e ulaşmıştır. Bu oranlarla paralel olarak bu alandaki istihdam ve yatırım oranlarında da düşmeler olmuştur. Grafik 11’de Bilişim Sanayicileri Derneği (TÜBİSAD) tarafından yayınlanan raporda BİT’in 2009-2015 yılları arasında özel sektördeki pay oranları verilmiştir.



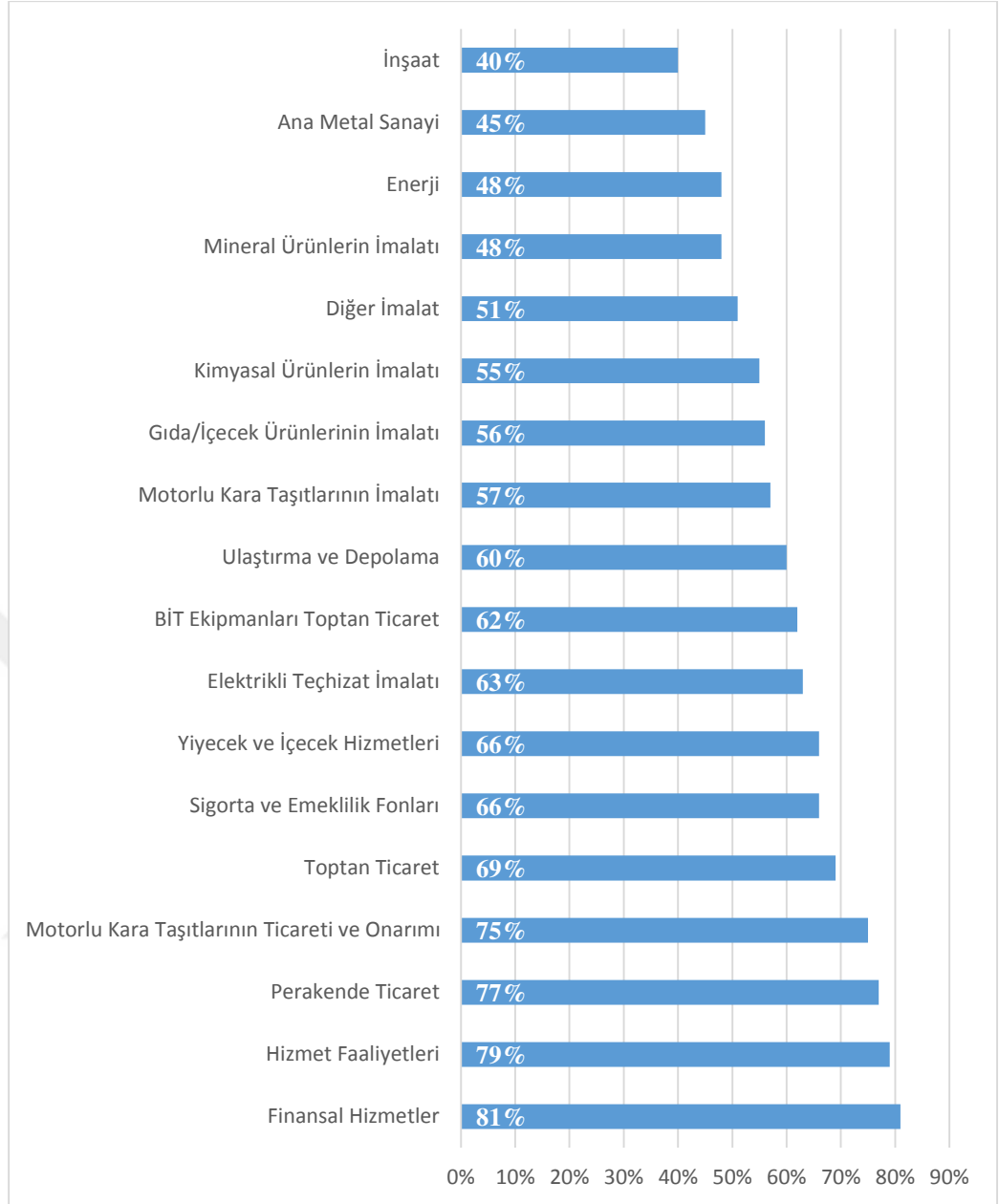
**Grafik 11.** Türkiye’de Bilgi ve İletişim Teknolojisinin Özel Sektör İçindeki Yüzdelik Payı (TÜBSİAD, 2018:103)

Ar-Ge’ye yapılan gayri safi yurtiçi harcamalar, bir ülkede tüm yerleşik şirketler, araştırma enstitüleri, üniversite ve devlet laboratuvarları tarafından yürütülen faaliyetler için harcanan toplam sermaye olarak tanımlanmaktadır. Grafik 12’de Türkiye’nin yapmış olduğu Ar-Ge yatırımlarının milli gelir içindeki oranını göstermektedir.



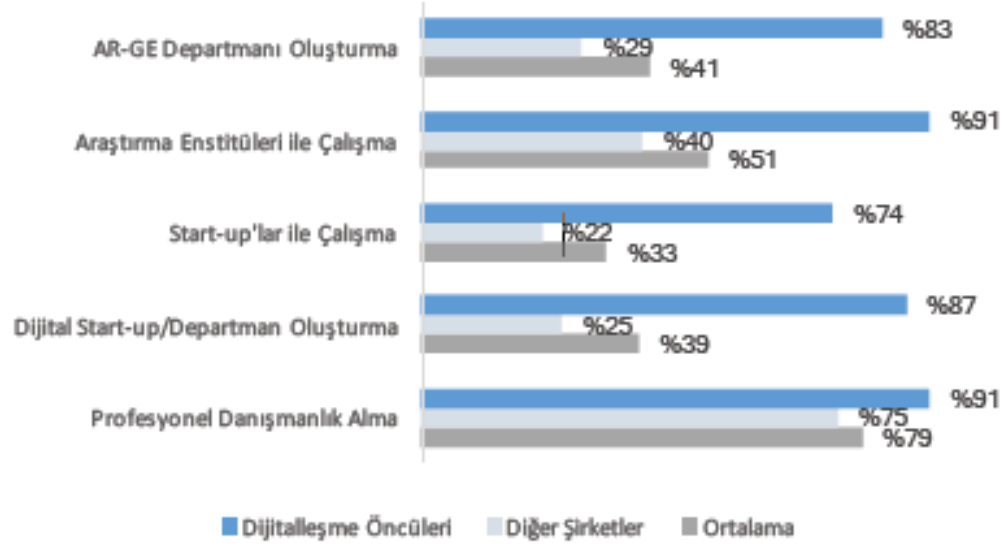
**Grafik 12.** Ar-Ge’ye Yapılan Gayri Safi Yurtiçi Harcamalar (<https://data.oecd.org/> erişim:01.01.2019)

2014 yılında Accenture Türkiye Dijitalleşme Endeksi (ATDE) çalışmalarına katılan 106 şirketin bilişim teknolojileri alanında çalışan üst düzey yöneticileri ile yapılan yüz yüze görüşmelerden elde edilen sonuçlar Grafik 13’de verilmiştir ( ATDE, 2016:12).



**Grafik 13.** Sektörlerin Accenture Dijitalleşme Endeksi Puanları (ATDE,2016:12)

Grafik 14’de Türk firmalarının gelecek hedeflerini belirlerken dijitalleşmeye de öncelik verdikleri ve bu hedef kapsamında stratejiler belirledikleri görülmüştür. Bu kapsamda şirket bünyesinde Ar-Ge birimleri oluşturmayı ve bu alanda çalışma yapan danışmanlık firmalarından destek alarak dijitalleşme sürecinden en fazla faydayı sağlamayı düşünmektedirler (ATDE, 2016:19).



**Grafik 14.** Firmaların Dijitalleşme Sürecindeki Stratejik Çalışmaları (ATDE, 2016:19).

Dell Technologies Forum tarafından yapılan ve içerisinde Türkiye'nin de bulunduğu 42 ülkeden 4.600 firmanın katıldığı dijital dönüşüm endeksi çalışmasının sonuçları 2018 yılında açıklandı. Bu araştırmaya göre, Türkiye'deki firmaların sadece %4'ü önümüzdeki 5 yıl içerisinde dijital dönüşümü tam anlamıyla gerçekleştirebilecektir (internet 3, erişim:11.01.2019).

**Tablo 3.** Dell Technologies Dijital Dönüşüm Endeksi

| Gruplar                   | Açıklama                                                                       | 2018 Türkiye analizi |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Dijital Liderler          | Tüm formlarıyla dijital dönüşümü işletme DNA'sına dahil edenler                | %4                   |
| Dijitale Adapte Olanlar   | Olgun bir dijital planı, yatırımı ve yenilikleri yer alan                      | %31                  |
| Dijitali Değerlendirenler | Dijital dönüşümü yakından takip eden ve gelecek için planlama ve yatırım yapan | %37                  |
| Dijitali Takip Edenler    | Az da olsa dijital yatırımlarına başlamış ve gelecek için planlar yapanlar     | %25                  |
| Dijitalde Ağır Kalanlar   | Herhangi bir dijital planı bulunmayan, kısıtlı öncelik ve yatırımı bulunan     | %3                   |

Kaynak: <https://www.btgunlugu.com/dell-technologies-dijital-donusum-endeksi>

Yapılan çalışmada, işletmelerin %92'si bu dijital dönüşüm sürecinde büyük zorluklarla karşı karşıya kaldıkları görülmüştür. Ancak işletme yöneticilerinin %82'si bu zorluklara rağmen dijital dönüşümün şirketler açısından hayati öneme sahip olduğunu ve bu dönüşümün gelecekte sektörlerinde ayakta durmalarını sağlayacak önemli bir yenilik olduğunu belirtmişlerdir. Dijital dönüşümün önündeki en önemli engeller ( internet 3, erişim:11.01.2019):

1. Bilgi güvenliği endişeleri (%45)
2. Kaynak yetersizliği (%40)
3. Fon desteği sağlayamama (%29)
4. Yasal düzenlemeler (%27)
5. Yetersiz dijital kültür (%27)

## **2.6. Türkiye'nin Ağa Hazırlık Endeksi**

Dördüncü Sanayi Devrimi, dijital ve fiziksel teknolojileri yeni ve güçlü kombinasyonlarla bir araya getiren yeni bir sistem setine geçişi temsil etmektedir. Küresel erişilebilirlik, dijital iletişim, düşük maliyetli işleme, yüksek yoğunluklu veri depolama ve dijital teknolojilerin aktif kullanıcıları arasında giderek artan bir bağlantı oluşturması bu yeni teknolojinin en önemli özelliklerindendir.

Küresel Bilgi Teknolojileri Raporu (GİTR), yeni ortaya çıkan teknolojilerin faydalarından yararlanmak ve dijital dönüşümün ve ötesinin sunduğu fırsatları değerlendirmek için ülkelerin hazırlıklılığını değerlendirmede kilit bir aracı temsil eden Ağa Hazırlık Endeksi'nin (AHE) güncel bilgilerine sahiptir. Rapor, bir ülkenin refahının artırılması için BİT'den tamamen yararlanmasını sağlayan faktörleri, politikaları ve kurumları değerlendirerek bunları AHE formundaki ülke düzeyinde küresel bir ağa hazır olma sıralaması olarak ele almaktadır.

Ülkeler dört gösterge kategorisinde değerlendirilir:

1. Teknoloji kullanımı ve yaratılması için genel ortam (politik, düzenleyici, iş ve yenilik)
2. BİT altyapısı, satın alınabilirliği ve becerileri açısından ağa hazırlıklı olma
3. Üç paydaş grubunun (devlet, özel sektör ve özel şahıslar) teknolojiyi benimseme / kullanması
4. Yeni teknolojilerin ekonomik ve sosyal etkileri.

Hazırlanan endeks, hem özel hem de kamudaki farklı aktörlerin ülkenin ağına hazır olmalarına katkıda bulunmak için neler yapabileceğini araştırmaktadır. Dijital teknolojilerin refahın artmasına katkıda bulunabileceği önemli bir kanal da inovasyondur. Dijital dönüşümün hız kazanması ve küresel endüstriyel faaliyetleri büyük ölçüde değiştirmeye başlamasıyla iş dünyasının hayatta kalması için bu dönüşüme çok hızlı bir şekilde uyum sağlamaları giderek daha önemli hale gelmektedir (GITR, 2016:3).

Dünya Ekonomik Forumu tarafından 2001 yılında başlatılan ve 2012 yılında önemli ölçüde genişletilmiş olan AHE, ülkelerin dijital devrimden yararlanma yeteneklerini ve ortaya çıkan Dördüncü Sanayi Devrimi'nden yararlanmaya hazır olmalarını değerlendirmede yardımcı olabilir. Endeks, Tablo 4’de verilen ağına hazır olma çerçevesi temelinde düzenlenmiş 53 göstergeden veri toplamaktadır. Ağına hazırlıklı olmak, bir ülkenin dijital teknolojilerinin potansiyellerini ortaya çıkarması için gerekli becerilere sahip olup olmadığına ve bu teknolojilerin ekonomiyi ve toplumu gerçekten etkileyip etkilemediğine bağlıdır (GITR, 2016:5).

**Tablo 4.** Endeks Çerçeve Başlıkları ve Gösterge Sayısı

| Başlık                  | Alt Göstergeler              | Gösterge Sayısı |
|-------------------------|------------------------------|-----------------|
| A. Çevre altdizini      | Politik ve düzenleyici çevre | 9               |
|                         | İş ve yenilik ortamı         | 9               |
| B. Hazırlık alt indeksi | Altyapı                      | 4               |
|                         | Uygun fiyatta                | 3               |
|                         | Beceriler                    | 4               |
| C. Kullanım alt indeksi | Bireysel kullanım            | 7               |
|                         | İşletme kullanımı            | 6               |
|                         | Hükümet kullanımı            | 3               |
| D. Etki alt indeksi     | Ekonomik etkiler             | 4               |
|                         | Sosyal etkiler               | 4               |
| Toplam                  |                              | 53              |

Kaynak: The Global Information Technology Report, 2016:5

Kullanılan 53 bireysel göstergenin yaklaşık yarısı AHE uluslararası kuruluşlardan temin edilmiştir (GITR, 2016:5).

Küresel Bilgi Teknolojileri Raporu 139 ülkeyi kapsamaktadır. AHE'yi oluşturan 53 göstergenin her birinde bir ekonominin performansı analiz edilmiştir. Dünya Ekonomik Forumu’nun Yürütme Görüşü Anketi’nin 2014 ve 2015 sayılarından elde

edilen göstergeler 1-7 arasında ölçülmüştür. Bu indeks değerlerinden 1 en kötü ve 7’de en iyi sonuçlara karşılık gelmektedir (GİTR, 2016 :53).

Türkiye’nin AHE genel sıralaması ve notu bir önceki yıla göre 48. sırada değişmeden kalmıştır. Türkiye’de daha ucuz olan mobil ve sabit internet tarifeleri ile toplumdaki dijital becerilerin geliştirilmesi ile bireysel kullanım daha da artmaktadır. Genel olarak olumsuz etkiler, ekonomik etkilerden ve özellikle de sosyal sonuçlardan oluşmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye, iş ve yenilik ortamı açısından sıralamanın ilk üç içerisinde olması gelecek dönemlerde ilerleme kaydetmesi açısından iyi bir temel oluşturmaktadır ( GİTR, 2016:28). Türkiye’nin analiz sonuçları Tablo 5’de verilmiştir (GİTR, 2016:184).

**Tablo 5.** Ağa Hazırlık Endeksi

| Ağa Hazırlık Endeksi      | Ülke sayısı | Sıra | İndeks değeri |
|---------------------------|-------------|------|---------------|
| Ağa Hazırlık Endeksi 2016 | 139         | 48   | 4,4           |
| Ağa Hazırlık Endeksi 2015 | 143         | 48   | 4,4           |
| Ağa Hazırlık Endeksi 2014 | 148         | 51   | 4,3           |
| Ağa Hazırlık Endeksi 2013 | 144         | 45   | 4,2           |

Kaynak: The Global Information Technology Repor, 2016:184

Türkiye’nin 2016 yılındaki AHE’ne ait ayrıntılı veriler Tablo 6 ve Tablo 7’de belirtilmiştir.

**Tablo 6.** 2016 Yılındaki AHE’ne Ait Alt Bileşen Değerleri

|                              | Sıra | İndeks Değeri |
|------------------------------|------|---------------|
| A. Çevre alt eki             | 49   | 4,2           |
| Politik ve düzenleyici ortam | 69   | 3,8           |
| İş ve yenilik ortamı         | 43   | 4,7           |
| B. Hazırlık alt indisi       | 40   | 5,5           |
| Altyapı                      | 59   | 4,5           |
| Uygun fiyatta                | 2    | 6,9           |
| Beceriler                    | 69   | 5,0           |
| C. Kullanım alt indeksi      | 59   | 4,0           |
| Bireysel kullanım            | 65   | 4,3           |
| İş kullanımı                 | 56   | 3,8           |
| Devlet kullanımı             | 57   | 4,1           |
| D. Etki alt indeksi          | 58   | 3,8           |
| Ekonomik etkiler             | 67   | 3,2           |
| Sosyal etkiler               | 54   | 4,4           |

**Tablo 7.** Alt Bileşenlere Ait Ayrıntılı Ağ Hazırlık Endeksi Değerleri

| GÖSTERGE                                                           | Sıra | Değer  |
|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
| <b>1. sütun: Politik ve düzenleyici çevre</b>                      |      |        |
| 1.01 Yasa organlarının etkinlikleri                                | 53   | 4,0    |
| 1.02 BİT İle İlgili Yasalar                                        | 48   | 4,3    |
| 1.03 Yargı bağımsızlığı                                            | 107  | 3,0    |
| 1.04 Uyuşmazlıkların çözümünde hukuk sisteminin etkinliği          | 76   | 3,5    |
| 1.05 Zorunlu yönetmeliklerde hukuk sisteminin etkinliği            | 90   | 3,2    |
| 1.06 Fikri Mülkiyet Koruması                                       | 82   | 3,7    |
| 1.07 Yazılım korsanlığı oranı(%)                                   | 53   | 60,0   |
| 1.08 No.lu bir sözleşmeyi uygulama prosedürleri                    | 48   | 35,0   |
| 1.09 No.da bir sözleşmeyi yürürlüğe koyma günü                     | 80   | 580,0  |
| <b>2. sütun: İş ve yenilik ortamı</b>                              |      |        |
| 2.01 En son teknolojilerin mevcudiyeti                             | 55   | 5,0    |
| 2.02 Risk sermayesi mevcudiyeti                                    | 93   | 2,5    |
| 2.03 Toplam vergi % kar oranı                                      | 84   | 40,9   |
| 2.04 Bir işe başlama günü                                          | 46   | 8,0    |
| 2.05 Bir iş kurma prosedürü                                        | 92   | 8,0    |
| 2.06 Yerel yarışmaların yoğunluğu                                  | 10   | 5,9    |
| 2.07 Yükseköğretim kayıt % oranı                                   | 17   | 79,0   |
| 2.08 okullarının yönetim kalitesi                                  | 106  | 3,7    |
| 2.09 Devletin ileri teknoloji satın alması                         | 39   | 3,7    |
| <b>3. sütun: Altyapı</b>                                           |      |        |
| 3.01 Elektrik üretimi, kWh / kişi                                  | 62   | 3201,6 |
| 3.02 Mobil şebeke kapsamı % oranı                                  | 90   | 98,0   |
| 3.03 Uluslararası İnternet bant genişliği, kullanıcı başına kb / s | 61   | 42,9   |
| 3.04 Güvenli İnternet sunucuları / (milyon kişi)                   | 59   | 57,3   |
| <b>4. sütun: Uygun fiyatta</b>                                     |      |        |
| 4.01 Ön ödemeli mobil hücresel tarifeler, PPP \$ / dak             | 22   | 0,1    |
| 4.02 Sabit genişbant İnternet tarifeleri, PPP \$ / ay              | 17   | 19,1   |
| 4.03 İnternet ve telefon yarışması, 0–2 (en iyi)                   | 1    | 2,0    |
| <b>5. sütun: Beceriler</b>                                         |      |        |
| 5.01 Eğitim sisteminin kalitesi                                    | 92   | 3,3    |
| 5.02 Matematik ve fen eğitiminin kalitesi                          | 103  | 3,3    |
| 5.03 Orta öğretim % kayıt oranı                                    | 13   | 114,6  |
| 5.04 Yetişkinlerin okuma yazma % oranı                             | 50   | 95,0   |
| <b>6. sütun: Bireysel kullanım</b>                                 |      |        |
| 6.01 Cep telefonu abonelikleri / 100 kişi                          | 102  | 94,8   |
| 6.02 İnterneti kullananlar (%)                                     | 67   | 51,0   |
| 6.03 Hanehalkı / kişisel bilgisayar (%)                            | 59   | 56,0   |
| 6.04 Hanehalkı / İnternet erişimi (%)                              | 51   | 60,2   |
| 6.05 Sabit genişbant İnternet alt grupları / 100 kişi              | 62   | 11,7   |
| 6.06 Mobil geniş bant alt / 100 kişi                               | 69   | 42,7   |
| 6.07 Sanal sosyal ağların kullanımı                                | 49   | 5,8    |

|                                                                       |     |      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|------|
| <b>7. sütun: İş kullanımı</b>                                         |     |      |
| 7.01 Firma düzeyinde teknoloji Emilimi                                | 36  | 5,2  |
| 7.02 İnovasyon kapasitesi                                             | 83  | 3,8  |
| 7.03 PCT patentleri, uygulamalar / milyon kişi                        | 40  | 9,0  |
| 7.04 İşletmeler arası ve işletmelerde BİT kullanımı                   | 47  | 5,0  |
| 7.05 Tüketiciden tüketiciye İnternet kullanımı                        | 49  | 4,8  |
| 7.06 Personel eğitiminin kapsamı                                      | 102 | 3,6  |
| <b>Sekizinci sütun: Devlet kullanımı</b>                              |     |      |
| 8.01 BİT vizyonunu oluşturma                                          | 73  | 3,9  |
| 8.02 Devlet Çevrimiçi Hizmet Endeksi, 0–1 (en iyi)                    | 53  | 0,6  |
| 8.03 BİT tanıtımında başarıya gitme                                   | 73  | 4,0  |
| <b>9. sütun: Ekonomik etkiler</b>                                     |     |      |
| 9.01 BİT’lerin işletme modellerine etkisi                             | 52  | 4,7  |
| 9.02 BİT PCT patentleri, uygulamaları / milyon kişi                   | 46  | 1,7  |
| 9.03 BİT’lerin organizasyonel modeller üzerindeki etkisi              | 69  | 4,1  |
| 9.04 Bilgi yoğun işler, iş gücü yüzdesi                               | 72  | 19,7 |
| <b>10. sütun: Sosyal etkiler</b>                                      |     |      |
| 10.01 Bilgi İletişim Teknolojilerinin Temel Hizmetlere Erişime Etkisi | 46  | 4,7  |
| 10.02 Okullarda internet erişimi                                      | 62  | 4,4  |
| 10.03 BİT kullanımı ve verimlilik                                     | 43  | 4,5  |
| 10.04 E-Katılım Endeksi, 0–1 (en iyi)                                 | 64  | 0,5  |

Kaynak: The Global Information Technology Report, 2016:184

## 2.7. Türkiye’nin Küresel Rekabet Edebilirlik Endeksi

Dünya Ekonomik Forumu, uzun vadeli rekabetin itici güçlerinin karşılaştırılmasında çok önemli olan Küresel Rekabet Edebilirlik Endeksini (GCR) yayınlamaktadır. Endeks, ülkelerin ekonomik sıçrama yapabilmeleri için teknolojinin daha iyi kullanılması çağrısında bulunmaktadır. Tarafsız, geleceğe yönelik ve rasyonel politika oluşturmak için objektif veri odaklı analizler sunmaktadır (GCR, 2018).

Endeks verilerine göre Türkiye 2014-2015 döneminde 144 ülke içerisinde 45.sırada yer almaktadır. 2015- 2016 arasında 140 ülke arasında Türkiye bir önceki konumundan altı sıra gerileyerek 51’inci sıraya düşmüştür. Bu sonuç, rekabetçiliği teşvik eden hemen hemen tüm faktörlerde genel bir düşüşe sebep olmuştur. Kurumların değerlendirmesinde ise en ağır düşüşü yaşayarak 75. olmuştur. Türkiye’nin hassas siyasi durumu ve ülkenin içinde bulunduğu jeopolitik bölgede yaşanan sorunların yanı sıra uluslararası yatırımcılardan gelen özel yatırımların geri çekilmesi de bu düşüşe sebep olmuştur ( GCR 2015–2016:30). 2016-2017 dönemini kapsayan rapor sonuçlarında 138 ülke içerisinde Türkiye 55.sırada yer almıştır. 2016-2017 döneminde ise 137 ülke arasında 53.sıradadır.

Türkiye 2018 Küresel Rekabet Edebilirlik Endeksi Performansı raporlarına göre ise 140 ülke arasında 61.sırada yer almıştır. Genel sıralama ve diğer faktörlere sıralama bilgileri Tablo 8’de verilmiştir (GCR, 2018:567).

**Tablo 8.** 2018 Türkiye’nin Küresel Rekabet Edebilirlik Endeksi

| <b>Endeks Bileşenleri</b> | <b>Sıralama</b> |
|---------------------------|-----------------|
| Kurumlar                  | 71              |
| Altyapı                   | 50              |
| BİT benimsenme            | 71              |
| Makroekonomik istikrar    | 116             |
| Sağlık                    | 48              |
| Becerileri                | 77              |
| Ürün pazarı               | 76              |
| İşgücü piyasası           | 111             |
| Finansal sistem           | 65              |
| Market boyu               | 13              |
| İşletme dinamizmi         | 76              |
| Yenilik yeteneği          | 47              |
| <b>Genel Sıralaması</b>   | <b>61</b>       |

Kaynak: The Global Competitiveness Report, 2018:567

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ

Organize Sanayi Bölgesi (OSB) kavramına bakıldığında ülkelerin sanayileşme süreçlerinde en üst seviyede kar sağlayabilmeleri için üretim yapan işletmelerin belirli bir alan içerisinde toplanması demektir.

Diğer bir tanım ise, küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşlarının belirli bir alan içerisinde uyumlu olarak faaliyet gösterebilecekleri bölgeler olarak adlandırılmaktadır (Dinler, 2001:61).

OSB'lerin bulunduğu yerleşim alanları açısından diğer bir önemli husus ise modern altyapıları sayesinde ekolojik sisteme verebilecekleri zarar en aza indirgenmiş olmasıdır. Tesislerin modern altyapılarının olması aynı zamanda işletmelere ait verimliliğin artmasını da sağlamaktadır (Yurdakul, 2005:44).

İlk olarak 19. yüzyıl sonlarında İngiltere’de başlayan ve 20. yüzyıla girildiğinde başta ABD olmak üzere diğer gelişmiş ülkeler tarafından da oluşturulan OSB’lerin asıl amacı dağınık olarak bulunan sanayi işletmelerinin belli bir alan içerisinde birbirini tamamlayıcı unsurlar haline dönüştürerek üretimde verimi artırmayı hedeflemektedir.

19. yüzyıl ile başlayan sanayileşme hamlesi ile beraber ülkelerin tarıma dayalı olan ekonomileri hızlı bir şekilde endüstriyel üretim faaliyetlerine dönüşmüştür. Oluşan bu yeni ekonomik yapı içerisinde ülkelerin üretim faaliyetlerini daha iyi yönetebilmeleri için sanayiye yönelik işletmelerin bir arada olması zorunluluğunu getirmiştir. Bu zorunluluğun oluşmasından dolayı OSB’lerinin kurulması fikri ortaya çıkmıştır.

İngiltere’de 1896 yılında kurulan “Trafford Park” ilk OSB olarak kabul edilmektedir. 1905 ve 1909 yıllarında ise Kuzey Amerika’da Chicago bölgesinde özel girişimcilerin oluşturduğu “Central Manufacturing” ve “Clearing” bölgeleri, modern anlamda ilk organize sanayi bölgelerini temsil etmektedir (Onat, 1969:9).

OSB’lerin ilk kuruluş amacına bakıldığında özel firmalar tarafından sanayicilerin ihtiyacı olan altyapısı tamamlanmış yerleşkelerin oluşturularak bu alanları inşa eden firmaların kar amaçlı faaliyetleri olarak görülmektedir. II.Dünya Savaşı ile birlikte devletlerin çöken ekonomilerini tekrardan düzeltmeleri için bu faaliyetler özel sektörden devlet politikası haline dönüşmüştür.

1960 yılından itibaren ülkelerin kalkınmasında asıl unsurun sanayileşme olduğu saptanmıştır. Bu doğrultuda ülkeler kendilerine sürdürülebilir bir kalkınma modeli olarak sanayileşmede uzun vadeli programlar belirlemişlerdir. Bu kapsamda Türkiye’de sanayileşmenin sağlanması için yapılan teşvikler kapsamında 1962 yılında ilk olarak Bursa Organize Sanayi Bölgesi kurulmuştur.

### 3.1. Organize Sanayi Bölgeleri Oluşturulmasının Amaçları

OSB’lerin kuruluşu genel olarak üç amacı hedeflemektedir ( Dinler, 2001:61):

- Ülke çapında sanayileşmeyi artırabilmek için küçük ve orta ölçekli işletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmelerini yönelik destek sağlamak.
- Bölgeler arasında gelişmişlik açısından oluşan dezavantajlı durumu gidererek bölgesel kalkınmaya destek olmak.
- Şehirlerde belirlenen uygun alanlar içerisinde planlı bir şekilde yürütülen sanayi faaliyetleri ile yerel kalkınmayı sağlamak.

OSB’lerin oluşturulmasını Dinler ise şöyle açıklamaktadır (Dinler, 2001:61):

- OSB’ler öncelikle yatırım yapmakta çekinen girişimcileri cesaretlendirmektedir.
- OSB’ler de altyapı açısından sorun olmaması işletmelerin rekabet gücünü artırmaktadır. Bu sayede karlılıkları arttığından yurt geneli sanayileşmenin yaygınlaşmasını sağlamaktadır.
- OSB’ler sanayi kuruluşlarının faaliyetlerinden dolayı oluşacak olan çevresel atık problemlerini kontrol altına alarak bulundukları şehirlerin yaşanabilirliğini muhafaza etmektedir.
- OSB’lerin diğer bir özelliği de oluşturulan teşvikler kapsamında bölgeler arası ekonomik dengesizliğin giderilmesine olanak sağlamasıdır.

OSB’ler, firmalar açısından hayati öneme sahip olan işletme için gerekli uygun araziye bulma sorununu ve hazır altyapı hizmetleri sunması açısından firmalar üzerine düşecek masrafları düşürdüğünden girişimcilerin daha rahat hareket etmesine olanak sağlamaktadır ( DPT, 2007).

OSB’lerin firmalara sağladığı temel faydalara bakıldığında (Eyüboğlu, 2001):

- Özel sektör tarafından yapılacak yatırımlarının ülke genelindeki farklı bölgelere yönlendirilmesi,

- İşletmelerin teşvik kapsamı içerisinde maddi ve fabrika kurması için gerekli fiziksel desteğin verilmesi,
- Dağınık durumdaki işletmelerin belirli bir alan içerisinde uyum ve işbirliği yaparak üretim faaliyetlerini sürdürmesini sağlamak,
- İşletmeleri planlanması yapılmış alanlar üzerinde kurulması,
- İşletmelerin sosyal tesisler, ulaştırma, kanalizasyon, su şebekesi ve elektrik gibi alt yapı hizmetlerinden ortak bir şekilde yararlanmaları,
- Firmalar arası koordinasyonu sağlayarak işletmelerin birbirini teşvik edecek ve tamamlayıcı olacak şekilde üretim yapmalarını sağlayarak kar ve verimlilik oranının artırılmasının sağlanması,
- Az gelişmiş bölgelerde sanayileşmenin yaygınlaştırılması,
- Planlanarak oluşturulan sanayi bölgeleri ile tarımsal alanlarının korunmasını sağlamak,
- OSB'lerin yönetiminin kendi içerisinde organize edilmesine olanak sağlamak

### 3.2. Türkiye’de Organize Sanayi Bölgeleri

Türkiye’de OSB’ler faaliyet gösterdiği alanlar ve kuruluş şekillerine göre sınıflandırılır (Cansız, 2010).

Kuruluş şekillerine göre OSB’ler üç grupta toplanırlar:

- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından finanse edilenler
- Küçük sanayi sitesinden dönüştürülenler
- Özel girişimciler sağladığı maddi olanaklarla yapılanlar

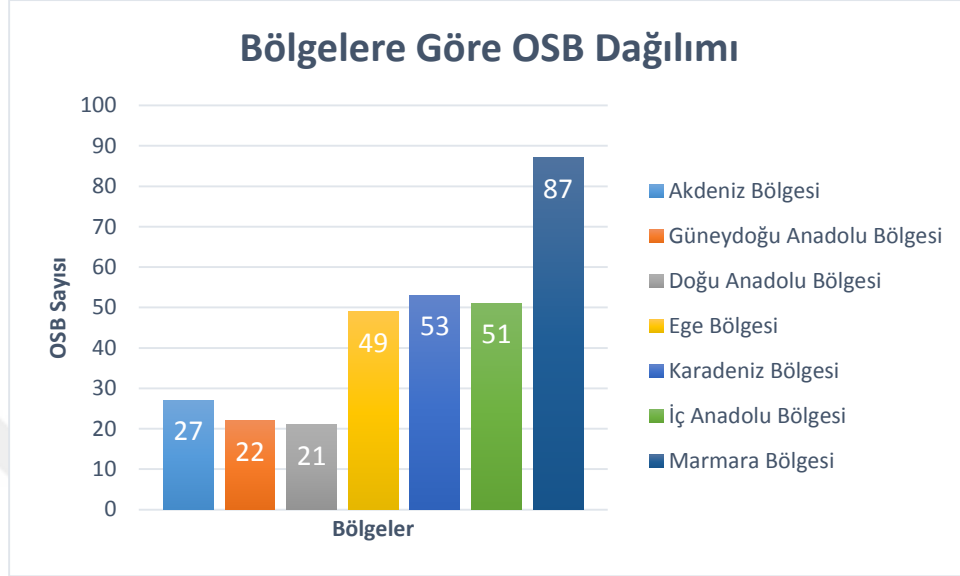
OSB’ler faaliyet gösterdiği alanlara göre de üç grupta toplanırlar:

- Karma,
- Özel
- İhtisas

Türkiye’de de dünya genelinde olduğu gibi sanayileşmenin başlamasıyla kurulan OSB’ler için öncelikli olarak büyük yerleşim yerleri seçilmiştir. Daha sonraki yıllar içerisinde OSB’lerin ülke geneline yayılması sağlanmıştır (Cansız, 2010).

Türkiye’de ilk OSB uygulaması Bursa’da 1962 yılında kurulmuştur. Bursa OSB’nin faaliyete geçmesi ile birlikte İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planında (1968-1972) OSB’lerin yaygınlaşmasını sağlamak temel gaye olarak benimsenmiştir. Bu plan

doğrultusunda Konya ve Manisa OSB yapımına başlanmıştır. Daha sonraki yıllarda OSB'leri yurt geneline yayılması amacıyla bölgesel teşvikler kapsamında yaygınlaşması sağlanmıştır. Toplam 310 adet OSB'nin bölgesel dağılımı Grafik 15'de verilmiştir.



**Grafik 15.** OSB Dağılım Tablosu (<https://osbbs.sanayi.gov.tr/> erişim:20.08.2018)

### 3.3. Elazığ Organize Sanayi Bölgesi

Elazığ Organize Sanayi Bölgesi (EOSB) için büro çalışması mahiyetinde olan 1960'lı yılların sonundaki faaliyetler ancak, 1972 yılında bir ön proje hazırlık safhasına gelmiştir. Türkiye Odalar Birliğince 28-30 Haziran 1972 de mahallinde yapılan incelemelerle çalışmalar fiilen başlamıştır. EOSB 1972 yılında yapılan ön inceleme çalışmaları ile kurulma aşamasına geçmiştir. Fakat kurulum süreç içerisinde yaşanan problemler sebebiyle ancak 1985 yılında V. beş yıllık kalkınma planı kapsamında yatırım programına alınmıştır (<https://elazigosb.org.tr/> erişim:17.01.2019).

26.06.1974 tarih ve 7/8505 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararına istinaden 22.05.1984 tarihinde Müteşebbis Teşekkül oluşturulmuş, EOSB çalışmaları bu tarihten sonra hız kazanmıştır. Bu yıldan itibaren kurulumuna hız verilen EOSB'nin altyapı çalışmalarına 1986 yılında I. Bölgedeki çalışmalar ile başlanmıştır. EOSB'nin alt yapı temeli atılan ilk kısmı bugünkü EOSB'nin yer aldığı alan olup, rezerv ve inkişaf alanları hariç 110 hektardır. I. Bölge 110 Hektar olup alt yapı ve üst yapı tesisleri tamamlanmıştır. 5000 ile 100.000 metrekare arasında değişen 58 sanayi parseli vardır. Parsellerden biri sosyal tesis, cami, benzinlik ve diğer 2 parsel de Devlet Malzeme Ofisine ayrılmıştır. Toplam 57 parsel

bulunmaktadır. 57 sanayi parselinin tamamı müteşebbislere tahsis edilmiş olup, bu parsellerde 49 firma faaliyetlerine devam etmektedir. 3 parselde ise inşaat faaliyetleri sürmektedir. 1990 yılında 55.5 hektar üzerine

1998 yılında II. Bölge çalışmaları başlanmış ve EOSB alanı 400 hektara çıkartılmıştır. II. OSB'deki tüm işletmeler faal durumdadır. İşletme sayısı 32'dir.

III. Bölge İmar planı çalışmaları 2006 yılında sonuçlandırılmış ve 38 sanayi parselinin tahsisi yapılmıştır. Bu parsellerden 22 firma faaliyetlerine devam ederken, 6 parsel inşaat ve 8 parsel ise proje safhasındadır. Elazığ OSB'ye ait parsel dağılım Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9.** Elazığ OSB'ye Ait Parsel Dağılımı

| Alan Dağılımı            | Parsel Sayısı | M <sup>2</sup> |
|--------------------------|---------------|----------------|
| Sanayi Parselleri        | 138           | 2.205.959      |
| Eğitim ve Sosyal Tesis   | 7             | 102.950        |
| Arıtma Tesis             | 1             | 9.564          |
| Yeşil Alan               | 2             | 153.400        |
| Park ve Spor Tesis       | 5             | 71.106         |
| Su Deposu                | 2             | Adet           |
| Trafo Binaları ve Arsası | 17            | Adet           |
| Cami                     | 1             | 3.463          |

Kaynak: <https://elazigosb.org.tr/>

Elazığ; coğrafi konumu itibarıyla, Doğu Anadolu Bölgesini batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunmaktadır. İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, güneyden ise Diyarbakır illerinin arazileri çevrelemektedir. TRBI Bölgesi içerisinde yer alan Bingöl, Malatya, Elazığ ve Tunceli illeri ile birlikte Diyarbakır da dikkate alındığında bu illerin ortasında yer almaktadır. Elazığ İli, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kavşak noktası konumundadır. Elazığ Türkiye'nin dört bir yanına ana karayollarıyla bağlı olup, ayrıca demiryolu ve havayolu ulaşımına da sahiptir. Bu jeopolitik konum Organize Sanayi bölgemizin önemini bir kat daha artırmaktadır. Son zamanlarda işler hale gelen Tahran-Şam, Tahran-Haydarpaşa trenler de Elazığ'dan geçmektedir. Özellikle EOSB içerisinde kurulumuna başlanan konteynır yükleme ve boşaltma istasyonu EOSB'yi Bölgede en önemli OSB'lerden biri haline getirmiştir.

Elazığ Organize Sanayi Bölgesinin Metropolitan Fiziki Planlamada Yer Seçiminde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır:

- Demiryolu karayolu alt yapı değerlerini taşıması
- Çevresinde hazine arazisinin çokluğu sebebiyle, ucuz arsa değerinin mevcudiyeti
- Kekliktepe şalt sahasına olan yakınlığı
- DSİ hidrolik etütlerince yer altı su seviye zenginliği
- İmar İskan Bakanlığı 26.10.1969 tarihli zemin etüdü ve zeminin kaya olması
- Şehir merkezine olan uzaklığının fazla olmaması,
- Havaalanına yakınlığı,
- Doğu Anadolu ulaşım bağlantılarında bulunması
- Şehre bir sanayi aksı oluşturması

Elazığ OSB'deki işletmelerin faaliyet alanlarına bağlı olarak dağılımı Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Elazığ OSB'deki İşletmelerin Sektörel Dağılımı

|    | Firma Faaliyet Alanları             | Sayı |
|----|-------------------------------------|------|
| 1  | Gıda Ürünlerinin İmalatı            | 20   |
| 2  | Tekstil                             | 2    |
| 3  | Ambalaj ve Plastik Ürün İmalatı     | 10   |
| 4  | Mermer                              | 15   |
| 5  | Döküm                               | 5    |
| 6  | Isıtma-Soğutma-İklimlendirme        | 9    |
| 7  | Treyler Römork Pano İmalatı(Makine) | 9    |
| 8  | Mobilya İmalatı                     | 16   |
| 9  | İnşaat ve Yapı Malzemeleri          | 34   |
| 10 | Diğer                               | 18   |
|    | Toplam                              | 138  |

Kaynak: <https://elazigosb.org.tr/>

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### 4. ENDÜSTRİ 4.0 KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Shrouf (2014), Gerçek ve sanal dünyalar Nesnelerin İnterneti'ni (Nİ) oluşturmak için hızla gelişmektedir. Aslında, Nİ fabrikaları ve hükümetleri Endüstri 4.0 adı verilen dördüncü sanayi devrimine doğru evrimsel bir yolculuk başlatmaya teşvik etti. Yeni dönemin endüstriyel üretimi, üretim hacmi ve kişiselleştirme, müşteriler, şirketler ve tedarikçiler arasında kapsamlı entegrasyon ve her şeyden önce sürdürülebilir olmak üzere oldukça esnek olacaktır. Akıllı fabrikaların Endüstri 4.0'ın mevcut girişimlerini ve ilgili çalışmalarını inceleyen ve analiz eden bu makale, Nİ tabanlı akıllı fabrikalar için referans mimarisi sunmaktadır. Bu tür fabrikaların temel özelliklerini sürdürülebilirlik perspektiflerine odaklanarak tanımlar. Daha sonra, Nİ paradigmasına dayanan akıllı fabrikalarda enerji yönetimi için bir yaklaşım önermektedir.

Brettel (2014), bu makale, Endüstri 4.0'ın literatürdeki gelişmelerini açıklayarak ve ilgili araştırma akışlarını incelemektedir. Bu amaçla sekiz bilimsel dergi analiz edilmiştir. Araştırma alanları, bireyselleştirilmiş üretim, sanal bir süreç zincirinde uçtan uca mühendislik ve üretim ağlarıdır. İlgili araştırma alanına alt başlıklar atamak için küme analizi kullanılmıştır. Pratik sonuçları değerlendirmek için, yapılandırılmış bir görüşme rehberi kullanarak sektörden ve aynı zamanda danışmanlık işinden yöneticilerle yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Sonuçlar, Endüstri 4.0 uygulamalarının yönetsel bakış açısına uyarlanması ve reddedilme nedenlerini ortaya koymaktadır.

Sommer (2015), Endüstri 4.0, genel olarak işletmeler için ve özellikle de KOBİ'ler için özel bir zorluk teşkil etmektedir. Bu çalışma, Almanya'daki KOBİ'lerin Tasarım / Metodoloji / Yaklaşımın özel rolünü dikkate alarak bu zorlukla başa çıkabilmek için şirketlerin farkındalık, hazırlıklı olma ve kabiliyetlerini incelemiştir. KOBİ'lerin bu zorlukla başa çıkma hazırlığı ve kabiliyeti bazı kısımlarda vardır. Firmaların bu hazırlık kabiliyetleri firma büyüklüğüne göre değişmektedir. KOBİ'ler ne kadar küçük olursa, hazırlık durumları da aynı ölçüde geri kalmıştır.

Lee (2015), İmalat endüstrisindeki son gelişmeler fiziksel fabrika zemini ile siber hesaplama alanı arasında senkronize edildiği, SFS'lerin sistematik bir dağıtımına zemin hazırlamıştır. Ayrıca, gelişmiş bilgi analitiği kullanarak, ağa bağlı makineler daha verimli, işbirliği içinde ve esnek bir şekilde performans gösterebilecektir. Bu eğilim,

imalat endüstrisini yeni nesil, yani Endüstri 4.0'a dönüştürüyor. Bu erken gelişim aşamasında, açık bir SFS tanımına acil ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, SFS'nin uygulanması için bir rehber olarak 5 seviyeli birleşik bir mimari önerilmiştir. Bunlar Configure (Yapılandırma), Cognition (Algı), Cyber (Siber), Conversion (Dönüştürme), Connection(Bağlantı).

Özkurt (2016), Sakarya Makine İmalatçıları Birliği (SAMİB)'e bağlı 5 imalat sektörü kuruluşu üzerinde 74 sorudan oluşan Endüstri 4.0 ile ilgili anketi uygulamıştır. Çalışma sonucunda beş kurum ve kuruluşun toplam verilerine dayanılarak Endüstri 4.0 kavramı ve uygulamalarının henüz tam olarak ortaya konamadığı ve anlaşılamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Gerlitz (2016), önceki araştırma, akıllı üretim ve hizmet inovasyonu için tasarım entegrasyonunun kapsamını ve Endüstri 4.0 bağlamında işletmeler, müşteriler ve son kullanıcılar dâhil olmak üzere akıllı toplum için değer yaratma konusunu incelemiştir. Yenilikçi ürün veya hizmetlerin geliştirilmesinde ve kullanılmasında pratik iş uygulamaları için kavramsal bir yaklaşım önerilmiştir. Araştırma, küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ), Endüstri 4.0 kapsamında, değer üretme ve stratejik bir araç olarak tasarımıyla bağlantılı başarı performansını değerlendirmiştir. Elde edilen veriler, Endüstri 4.0 alanındaki küçük işletmelerin büyüme hedeflerini nasıl hızlandırabileceklerini ve daha yenilikçi hale gelebileceklerini, yenilikçiliğin sürdürülebilir rekabetçiliğe ve akıllı büyümeye doğru yöneldiğini göstermektedir.

Roblek (2016), bu makalenin amacı, Endüstri 4.0'ın bilinen teori ve pratiklerini sentezlemek ve Endüstri 4.0'dan kaynaklanan Nesnelerin İnternet'in gelişimini araştırmaktır. Bu makalede, Endüstri 4.0 ve internete bağlı teknolojilerin kuruluşlar ve toplum için katma değer yaratmadaki önemi ve etkisi üzerinde durulmuştur. Mevcut çalışma, Endüstri 4.0 ve internete bağlı teknolojilerin anlaşılmasına önemli bir teorik katkı sunmaktadır. Elde edilen bulgular literatür taramasına dayandırılmıştır ve Nİ teknolojisinin işletme değerinin, cihaz sayısına yansıdığından çok daha yüksek olduğu varsayımını doğrulamıştır.

Ivanov (2016), Akıllı fabrikalar siber-fiziksel sistemler temelinde gelecekteki bir endüstriyel ağ biçimidir. Bu tür ağlardaki tedarik zincirleri, zaman içinde gelişen dinamik yapıları sahiptir. Akıllı fabrikalarda Endüstri 4.0 kısa vadeli tedarik zinciri çizelgeleme, geçici makine yapıları, paralel makinelerde farklı işlem hızları ve dinamik iş gelişleriyle zorlanmaktadır. Bu çalışmada ilk kez akıllı fabrikalarda kısa vadeli tedarik zinciri

çizelgeleme için dinamik bir model ve algoritma sunulmuştur. Ele alınan problemin özelliği, hem makine yapısı seçiminin hem de iş görevlerinin aynı anda değerlendirilmesidir. Çizelgeleme yaklaşımı, işlerin yürütülmesinin durağan olmayan dinamik bir yorumlama ve çizelgeleme işlemlerindeki zamansal problemlere çözümleme getirmektedir. Algoritmik gerçekleştirme matematiksel optimizasyonla harmanlanmış sürekli maksimum prensibin değiştirilmiş bir formuna dayanır. Zamansal ayrışma ve hesaplama karmaşıklığının ayrıntılı bir teorik analizi yapılır. Önerilen dinamik ayrıştırma, hem yerel koordinasyon algoritması hem de global optimizasyon algoritması ile desteklenmiştir.

Prinza (2016), Endüstri 4.0, son yıllarda endüstri için giderek daha önemli hale gelmiştir. Günümüzde pek çok şirket, bilgi ve iletişim teknolojisi gibi birçok teknolojinin gerçekten mevcut olması zorunluluğu ile karşı karşıya kalmaktadır. Ancak şirketler, Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde kullanılması için hazırlıklı değildir. Bu nedenle, öğrenme fabrikaları, Endüstri 4.0'ın anlaşılmasına önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Öğrenme fabrikaları, öğrencilere ve çalışanlara eğitim vermek için daha sık kullanılır. İşyeriyle ilgili senaryolar pratik öğrenme yoluyla haritalandırılabilir. Bu işlem, katılımcıların öğrenilen bilgileri doğrudan kendi iş yerlerine aktarmalarını sağlar. Bu makale Endüstri 4.0'daki akıllı fabrika için çeşitli öğrenme modülleri sunmaktadır. Gelecekte, yalnızca fabrikalar veya hizmetler yerine bütünsel müşteri çözümleri sunan ürün-hizmet sistemleri (ÜHS) gibi öğrenme fabrikalarına entegre edilebilir. ÜHS, üretim odaklı şirketler için kesinlikle değişikliklere yol açacaktır.

Sackey (2016), Endüstri mühendisleri için bilgi ve beceri seti gereksinimlerini önemli ölçüde değiştirme potansiyeline sahip olan Endüstri 4.0, 1990'ların bilgi teknolojisi kimlik krizinin neden olduğu şoktan daha büyük bir şoktan kaçınmak için Endüstri mühendislerinin yerini yeniden değerlendirme ihtiyacı yaratıyor. Bu makale, Endüstri 4.0'ın endüstri mühendisliği üzerindeki muhtemel etkilerini incelemekte ve Güney Afrika'daki Endüstri mühendislikleri bölümlerinin müfredatlarında iyileştirmeler önermektedir. Araştırma yöntemleri arasında bir literatür taraması, bir Endüstri mühendisliği müfredatı çalışması ve bir Endüstri mühendislikleri programları için anket araştırması bulunmaktadır. Sonuçlar, Endüstri 4.0'da bazı Endüstri mühendislikleri fonksiyonlarının bir şekilde dönüştürüldüğünü veya azalabileceğini göstermektedir. Güney Afrika'daki sadece bir üniversite, Endüstri 4.0 altyapısının benimsenmesine

yönelik ilerleme kaydetmiştir. Reform için temel olarak bir dizi müfredat zenginleştirme maddesi önermektedir.

Bahrin (2016), Bu makale, robotik ve otomasyon teknolojisinin endüstriye ulaşmadaki ilerlemelerine ilişkin bir inceleme sunmaktadır. Birçok şirket, araştırma merkezi ve üniversite robotik ve otomasyon teknolojisinin endüstriyel üretimin temeli olduğunu ve Endüstri 4.0 için önemli bir sürücü olduğunu kabul etmektedir. Dördüncü sanayi devrimi, siber-fiziksel sistemlere, Nesnelerin İnterneti ve Hizmet İnternetinin temeline dayanmaktadır. Daha fazla şirket ve ülke sağladığı verimlilik ve ekonomik kazanımlardan yararlanabilmek için rekabet edebilmek için farklı yaklaşımlarla harekete katılıyor. Endüstri 4.0, imalat endüstrisinde çok geniş bir uygulama alanını kapsasa da, eğilim, sanayi devrimi için uyarlanmış yeni robotik ve otomasyon ürünlerinin tasarlanması yönündedir.

Weiss (2016), bu makale, insan-robot işbirliği bağlamında endüstriyel bir robot prototipin kullanılabilirliği ve kabulü ile ilgili üç vaka çalışmasını bildirmektedir. Üç örnek olay incelemesi, işbirlikçi robotları kullanıcı merkezli bir şekilde programlamak ve kullanmak için farklı etkileşim yöntemleri geliştirmeyi amaçlayan Assist Me adlı iki yıllık bir proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. İki endüstri ortağı ve teknolojik bir ortakla birlikte, iki farklı uygulama senaryosu hazırlandı ve kullanıma hazır bir robotik sistemle çalışıldı. Operatörler robotik prototip ile laboratuvar koşullarında (iki gün), fabrika bağlamında (bir gün) ve otomotiv montaj hattında (üç hafta) çalışmıştır. Makalede, niceliksel ve niteliksel metodoloji de dahil olmak üzere proje ve prosedürler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Sonuçlar, robotu kontrol etmek için gerekli olan dokunmatik panel, genel kullanıcı deneyimi üzerinde olumsuz bir etki yapmıştır. Kullanıcı, robot ve iş parçası arasında başka bir ara tabaka oluşturduğundan verimlilikte bir düşüşe yol açmıştır.

Lom (2016), bu çalışma, Akıllı Şehir Girişimi ve Endüstri 4.0 kavramının birleşimi üzerine yapılmıştır. Akıllı Şehir Girişiminin ortaya çıkmasının temel nedenleri şehirler için sürdürülebilir bir model oluşturmak ve vatandaşlarının yaşam kalitesini korumaktır. Endüstri 4.0 konseptinde, akıllı ürünlerin geliştirilmesi için Nİ kullanılacaktır. Endüstri 4.0'ın diğer önemli yönleri, akıllı ulaşım, lojistiği ve özellikle doğal kaynakların doğru şekilde nasıl kullanıldığını belirleyen Enerji İnternetini içeren Hizmet İnterneti'dir. IoT, IoS, IoP ve IoE, Akıllı Şehir Girişimi ile Endüstri 4.0 arasında bağlantı yaratabilecek bir unsur olarak düşünülebilir ve Endüstri 4.0, akıllı şehirlerin bir

parçası olarak görülebilir. Akıllı şehir altı ana alana dayanıyor: Akıllı İnsanlar, Akıllı Ekonomi, Akıllı Yaşam, Akıllı Yönetişim, Akıllı Hareketlilik ve Akıllı Çevre.

Thomas (2017), mevcut planlama süreçleri, elde edilen sonuçları simülasyon yardımıyla analiz eder. Planlama prosedürünün değerlendirilmesi ve ölçülmesi, manuel kontrol edilebilirliğe meydan okuyan karmaşıklıkla sınırlıdır. Bu nedenle, oldukça karmaşık bir üretim sisteminin neredeyse gerçek zamanlı olarak değerlendirilmesi ve analizi gerçek zamanlı olarak oluşturulan bir veri tabanına dayandığından, otomatik veri toplama ve seçme konusunda araştırma yapılması gerekmektedir. Bu makale, çok yönlü bir veri toplama yaklaşımına, gereksinimlerine ve sınırlamalarına pratik olarak uygulanabilir yaklaşımlar sunmaktadır. Bir üretim süreci için Dijital Twin'in diğer konsepti, üretim sisteminin dijital eşdeğeri ile bir optimizasyon için temel olarak eşleştirilmesini, veri toplama süresi ile Dijital Twin'in yaratılması arasında minimize edilmiş bir gecikmeyle birleşmesini sağlar. Bu nedenle, makale bir veritabanının bileşimi için bir konsept sunar ve Dijital İkiz'in küçük ve orta ölçekli işletmelerdeki üretim sistemlerinde uygulanması için öneriler sunar.

Contreras (2017), bu makale, sistemdeki tüm teknolojiyi değiştirmek zorunda kalmadan endüstri 4.0'ın gereksinimlerini karşılamak için geleneksel bir üretim sisteminin yeniden donatılabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle, Endüstri 4.0 sistemlerinin mimarisi, holonik üretim sisteminin (HMS) mimarisini izleyerek geliştirilebilir. Önerilen mimaride, yaklaşık yirmi yıldır geliştirilmesine rağmen üretim sistemlerinde yaygın olarak kullanılmayan MAS ve HMS teorileri ve modelleri kullanılmaktadır.

Baenaa (2017), günümüzde, bir mühendis tarafından karşılanması gereken becerilerin hangileri olduğunu belirlemeye çalışan çok sayıda çalışma var. Bu makalede, EAFIT Üniversitesi'ndeki üretim mühendisliği programı için bir Öğrenme Fabrikası yapılandırmak amacıyla, eğitim odaklı bir üretim atölyesinin dönüşüm süreci açıklanmaktadır. Öğrenme fabrikaları, yetkinlik gelişimi için umut verici bir yaklaşımdır. Öğrenme stratejileri ve üretimdeki son eğilimlerin birbirine bağlanması, mühendisliğin farklı alanlarında eğitim, araştırma ve eğitimi güçlendirir.

Dilberoglu (2017), en son sanayi devrimi Endüstri 4.0, akıllı üretim sistemleri ve ileri bilgi teknolojilerinin entegrasyonunu teşvik etmektedir. Katkı maddesi üretimi, bu yeni harekette önemli bir bileşen olarak kabul edilir. Bu yazıda, katkı maddesi üretimi teknolojilerine ilişkin kapsamlı bir derleme yapılmıştır. Çalışma, katkı maddesi üretiminin üç önemli yönü malzeme bilimi, süreç gelişimi ve tasarım düşüncesindeki

gelişmelere odaklanmaktadır. Makalenin temel amacı, katkı maddesi üretimi üzerindeki güncel bilgileri ve teknolojik eğilimleri sınıflandırmak ve potansiyel kullanımlarını vurgulamaktır.

Tupa (2017), Endüstri 4.0, üretim süreçlerini yönetmek için nispeten yeni bir yöntemdir. Risk yönetimi alanında, yeni yaklaşımlar, değiştirilmiş çerçeveler, daha karmaşık BT altyapısı ve bunun sonucunda yeni risk türleri ortaya çıkabilir. Birçok durumda, Endüstri 4.0'ın uygulanması insanlar, sistemler ve nesneler arasındaki bağlantıların daha karmaşık, dinamik ve gerçek zamanlı olarak optimize edilmiş bir ağ haline geldiğini göstermiştir. Bu makalenin amacı, Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili risk yönetimi konusunda araştırma yapmak ve dahil olan risk yönetimi uygulamasının tüm yönlerini bulmaya çalışmaktır. Değişen koşullar nedeniyle yeni risklerin ortaya çıkması beklenebilir. Analiz sonuçları, üretim alanındaki yaygın risk faktörlerinin çoğunun bilgi güvenliği ile ilgili olduğunu göstermektedir. Bu riskler, veri bütünlüğü kaybı ve siber saldırılardır. Bu risklerin Endüstri 4.0'da daha sık meydana gelebileceği varsayımı da vardır. Performans ölçümü ile ilgili risk yönetiminin uygunluğunu ve uygulanmasını arttırmak için Anahtar Performans Göstergeleri ve Anahtar Risk Göstergeleri bağlantısı için bir aracın bulunması gerekmektedir.

Marcon (2017), çalışma, şu anda otomasyon ve üretim teknolojilerinde veri alışverişinde izlenen genel eğilim olan Endüstri 4.0 için iletişim protokollerine genel bir bakış sunmaktadır. Konsept, Siber Fiziksel Sistemler (CPS), Nesnelerin İnterneti (IoT), Hizmet İnternetinin (IoS) ve bulut bilişimi içerir. Endüstri 4.0 ayrıca, siber-fiziksel sistemlerin fiziksel süreçleri izlediği, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını yarattığı ve merkezi olmayan kararlar aldığı modüler yapıya akıllı fabrika kavramını da içeriyor. Nesnelerin İnterneti üzerinden siber-fiziksel sistemler birbirleriyle ve insanlarla gerçek zamanlı olarak iletişim kurar ve işbirliği yapar. Hizmetler İnterneti üzerinden, katılımcılar tarafından değer zincirinde hem dahili hem de organizasyonel hizmetler sunulur ve kullanılır. Bu makalede, OPC Birleşik Mimari (UA), PPM-Protokolü ve DDS (Veri Dağıtım Hizmeti) gibi endüstri standardı protokoller açıklanmaktadır.

Lu (2017), Endüstri 4.0 hakkında kapsamlı bir derleme çalışması yapmıştır. Bilim Ağı veritabanında bulunan Endüstri 4.0'ın içerikli makalelerin kapsamı ve bulgularına genel bir bakış sunmuştur. Toplamda, Endüstri 4.0 ile ilgili 88 makale beş araştırma kategorisinde toplanmış ve incelenmiştir.

Tuğlu (2017), çalışmasında, tasarlanan yazılımda Endüstri 4.0 uygulamalarından IoT, Big Data ve Analizi, Siber fiziksel sistemler ve Cloud sistem kullanılmıştır. Endüstri 4.0 uygulamalarında Yapay Zeka ve BPM (İş Süreçleri Yönetimi) aracı olarak ERP (Kurumsal Kaynak Planlama)'nin kullanılabileceği başarı ile ispatlanmıştır.

Erçağ (2017), 4. Endüstri devrimi ile ilgili üç örnek ülke üzerinden alınan veriler ışığında Türkiye için örnek model oluşturmuştur. Türkiye' ye uygun olabilecek olan Güney Kore, Meksika ve Hindistan'ın 4. Endüstri devrimi içindeki tüm girişimleri ve hedefleri için yaptıkları planlamalar incelenerek sonuçlandırılmıştır. Hindistan SFS puanlamasında 4 puan ile lider durumdadır. Araştırmaya dahil edilen SFS, Nİ, Bulut bilişim teknolojileri veri madenciliği başlıklarında Türkiye'nin herhangi bir faaliyetinin olmadığı görülmüştür.

Grzybowska (2017), yüksek teknolojiye üretim ortamı, yeni malzemeler, makineler ve özellikle uzmanlık gerektiren konularda nitelikli işgücüne ihtiyaç duyacaktır. Özel becerilere olan talep Endüstri 4.0'da iş yaratma değişimini tetikleyecektir. Bu makalenin amacı, Endüstri 4.0'daki yeni zorluklarla başa çıkmak için çağdaş yöneticilerin ne tür yetkinliklere ihtiyacı var? Sorusuna cevap bulmaktır. Yeni teknolojilerin geliştirilmesi, insanların yaşam kalitesindeki ve tüm toplumların refahındaki gelişmeleri tetikler. Aynı zamanda çağdaş küresel ekonominin arkasındaki ana itici güçtür. Endüstri 4.0 ekonomide uygulanan yeni çözümler, bu tür uygulamaların pratik etkilerinin izlenmesi ve yeni uygulamalar için potansiyelin tanımlanmasını gerektirir. Bunların mümkün olması için çalışan desteği ve yeterliliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Liu (2017), bu çalışmada Endüstri 4.0 ve bulut üretimi karşılaştırılmıştır. Endüstri 4.0, dördüncü endüstri devrimi anlamına gelir ve bulut üretimi, hizmet ileri üretim modelidir. Endüstri 4.0, hem dikey hem de yatay entegrasyonu kapsadığı için bulut üretiminden daha kapsamlı bir kavramdır, oysa bulut üretimi buluttaki entegrasyona odaklanmaktadır. Temel fikirleri farklıdır, ancak ikisi de müşterilerin kişisel gereksinimlerini IoT, IoS, IoD ve IoP aracılığıyla karşılamayı amaçlıyor. Endüstri 4.0 ve bulut üretimi, akıllı ağ bağlantısı ile internet üzerinden üretim, hizmet, veri ve insanların ağını oluşturmayı sağlar. Endüstri 4.0 ve bulut üretiminin, yeni sanayi endüstrisi çağında imalat sanayinin potansiyelini ortaya çıkaracağı öngörülmüştür.

Bordeleau (2018), veri toplama ve analizleri uzun yıllardır Ticari Zeka'nın (TZ) temelini oluşturmuştur. Ancak geleneksel TZ, Endüstri 4.0 teknolojilerinden gelen büyük

miktarda veri için uyarlanmalıdır. Şirketler için değer üretmek için karar vermede işlenmesi ve kullanılması gereken büyük miktarda veri üretirler. Bu çalışma Endüstri 4.0 bağlamında TZ aracılığıyla değer yaratmayı anlamak ve bu alandaki boşlukları belirlemeyi amaçlamıştır. Sistematik bir literatür taramasıyla toplam 42 makale belirlenmiştir. Sonuçlar, gerçek zamanlı izleme ve analizlerin en yaygın iş zekası uygulamaları olduğunu göstermektedir. Ancak iş zekası uygulamalarının operasyonel ya da stratejik değerlerine değinen çok az makale vardır.

Ślusarczyk (2018), Endüstri 4.0 kavramı modern ekonominin yeni bir gerçeğidir, çünkü inovasyon ve teknolojik gelişim her organizasyonda önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, girişimcilerin Endüstri 4.0'a karşı tutumlarını sunmak, Endüstri 4.0 teknolojisinin unsurlarının ne kadar uygulamaya hazır olduklarını göstermektir. Araştırma sonuçları devlet kurumları, konsorsiyumlar veya işletmeler tarafından yürütülen birçok profesyonel rapor ve çalışmadan elde edilen ikincil verilere dayanmaktadır. Ankete katılanların çoğunluğu, Sanayi 4.0 kavramını rekabet edebilirlik açısından gelişme için büyük bir fırsat olarak kabul etse de, uygulama için hazırlık durumları ülkeye, sektöre ve hatta bir şirkete bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir.

Pieroni (2018), Özerk ve Bağlantılı Araçlar, Endüstri 4.0'ın merkezinde yer alan dijital ve gerçek dünya arasındaki mükemmel bağlantıyı temsil etmektedir. Bu makale, Özerk ve Bağlantılı Araçlara kısa bir genel bakış sunarken, araç içerisinde ve çevresinde, diğer bir deyişle kentsel ortamda yayılan sensörler tarafından üretilen büyük miktarda veriyi yönetmek için geleneksel olmayan bir yaklaşım önermektedir. Bu yaklaşımlar, ilişkisel yaklaşım ve GraphDB çözümüdür. Özerk ve Bağlantılı Araçlar'daki sensörler ve dijital kentsel altyapıdaki çift yönlü veri alışverişinden kaynaklanan büyük miktarda bilgiyi yönetmek için GraphDB metodolojisinin kullanılması önerilmiştir.

Sung (2018), çalışmasında Endüstri 4.0'ın detaylı, pratik bir tartışmasını yaparak Kore'de Endüstri 4.0'a geçiş için politikalar önermektedir. Şirketlerin, geleneksel üretim işletme modelleri, Endüstri 4.0'ın gelişen teknolojilerine uymadığından gelecekteki rekabet ortamına uyum sağlamaları için Endüstri 4.0'ı çok ciddiye almalıdırlar. Kore endüstrisini başarıyla Endüstri 4.0'a dönüştürmek için, merkezi hükümetin değişikliklere esnek bir şekilde cevap verebilecek ekonomik ve sosyal sistemler inşa etmek için uyguladığı stratejileri geliştirmek ve geliştirmesi gerekmektedir. Girişimlerin ve politikaların etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için bir tür operasyonel sistem kurmak, yenilikçi değişiklikleri barındırabilecek ekonomik ve sosyal sistemlere geçiş için somut

ve uygulanabilir eylem planları geliştirmek ve tüm girişimlere öncülük edecek altyapı oluşturulmalıdır.

Çevik (2018), yaptığı araştırmasında birincil veri toplama yöntemi olarak derinlemesine mülakat yöntemi benimsenmiştir. Toplamda 7 sorudan oluşan mülakatlar sağlıklı veri alınabilmesi için öncelikle yüz yüze görüşme sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda sektörlerin en yetkili kişileri ile görüşülerek gerçekleştirilmesine özen gösterilmiştir. Görüşme için seçilen şirketlerin ürün, çalışma şekli, büyüklüğü, sektördeki faaliyetleri kapsamı bakımından birbirinden ayrışması ve farklı örnekler oluşturması sektör içerisindeki farklı algı ve uygulamaların görülmesi amacı ile tercih edilmiştir. AGT, Gartner, Siemens, Bosch, İntel, Bilge Adam firmaları ile görüşme yapılmıştır. Mülakatlar sonucunda, bu değişime ayak uydurmak konusunda ülkemizde büyük farkındalıklar olduğu vurgulanmıştır. Endüstri 4.0'ın oluşum sürecinin tamamlanmamış olmasının yanında, Türkiye'nin önünde Endüstri 4.0 için hala kat etmesi gereken uzun bir yol olduğu görölmektedir.

Sedefçi (2018), yüksek lisans tez çalışmasında, Endüstri 4.0 çatısı altında nesnelerin interneti kavramını müşteri deneyimi açısından inceleme amacı gütmüştür. Bu amaçla; birleştirilmiş teknoloji kabul modeli ve müşteri deneyimi modeli temel alınarak çalışmaya uyarlanmıştır. Çalışmada kullanılan müşteri deneyimi ölçeğinin temelini duysal, duygusal, düşünsel, davranışsal ve ilişkisel olmak üzere yukarıdaki beş farklı deneyim boyutu oluşurmaktadır. Çalışmada; teknoloji ve müşteri deneyimi yansımalarının her yaş grubu için farklı biçimlerde ortaya çıkabileceği öngörölerek; baby boomers, X, Y ve Z kuşakları için analizler ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar; bütün kuşaklar için nesnelerin interneti kavramının müşteri deneyimi açısından karşılık bulunduğunu ifade etmektedir.

Çakmak (2018), bu çalışma Endüstri 4.0'ın değişen endüstriyel ortamdaki gelişim modeli ve potansiyel etkileşimini tahmin etmek amacıyla yapılmıştır. İçerik analizi yaklaşımını kullanarak altı yüz yüze görüşme, on üç adet ikinci el veri (çevrimiçi) görüşme ve sekiz çevrimiçi dergi makalesi analize dahil edilmiştir. Sonuç olarak, Endüstri 4.0 süreci ile ilgili on altı ana tema tespit edilmiş ve birincil argüman olarak da Endüstri 4.0 Gelişim Süreci Modeli önerilmiştir.

Arkan (2018), yüksek lisans tez çalışmasında, Endüstri 4.0 dönüşümüne örnek olarak Pine bebek bezi fabrikası incelenmiştir. Bebek bezi fabrikasında 2014 yılının ikinci yarısından itibaren bir bebek bezi üretim hattı yeni sisteme göre revize edilmiştir.

Çalışmada oluşturulan sistematik ile her iki sisteminde endüstri 4.0 uyumluluk düzeyi tespit edilmiştir. Daha sonra gerçek üretim verileri ve finansal raporlardan yola çıkılarak Endüstri 4.0 dönüşümünün maliyet verimlilik üzerinde etkisi incelenmiştir. Sistemin dönüşümü gerçekleştirildiğinde birim ürün maliyetinde %25,8 tasarruf sağlanmıştır.

Atak (2018), çalışmasında, teknoloji üretiminin kaynağında yaşanan konuları ortaya çıkarmaya yönelik bir anket çalışması yapılmış, ayrıca Endüstri 4.0 teknolojilerinin geliştirilmesini teşvik eden faktörler, karşılaşılan zorluklar, izlenen stratejiler, örgüt yapısı ve iş gücü yetkinlikleri gibi unsurlar incelenmiştir. Türkiye’de faaliyette bulunan 50 teknoloji geliştirme bölgesindeki teknoloji geliştirme odaklı işletmeye anket gönderilmiş ve ankete 231 firmadan katılım sağlanmıştır. Sonuçlara göre, şirketin kuruluş yılı ile yetersiz destek problemi ile karşılaşma, Endüstri 4.0 teknolojilerinden sanal teknolojiler grubunda toplanan teknolojileri geliştirmek ve Endüstri 4.0 kapsamında teknoloji geliştirirken dış paydaşlardan faydalanma arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Ataman (2018), araştırma kapsamında da dijital dönüşümün savunma sanayisi üzerinde etkileri incelenmiştir. Araştırmanın ana unsuru olan savunma sanayinin tanımına, önemine ve Türkiye’deki tarihsel sürecine yer verildikten sonra yöntem kısmında kullanılmış olan bulanık küme teorisine, AHP’ye, Bulanık AHP’ye ve Tereddütlü Bulanık AHP’ye yönelik tanımlara yer verilmiş ve sektörde 50. yıl katma değer üreten öncü bir firmada uygulama gerçekleştirilmiştir. Şirketin bu süreçte kendini entegre edebilmesi için uygulamaya geçmeden geniş bir hazırlık süreç değerlendirmesi yapması sonucuna ulaşılmıştır.

Türkoğlu (2018), Bursa’da üretim yapan firmaların, 4.Sanayi Devrimi ile ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramını nasıl uyguladıkları ve hazırlık seviyelerini hazırlık modeli üzerinden incelemiştir. Bursa’da bulunan 20 farklı sektörden, 70 farklı firmanın yönetim kademesinde bulunan kişiler ile anket aracılığıyla hazırlık modeli üzerinden hazırlıkları tespit edilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) kullanım seviyesinin Endüstri 4.0 olgunluğu ile güçlü pozitif ilişkisi vardır. Ayrıca KKP’de aktifte kullanılan modül sayısının, firmada var olan Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (ÜYDY) seviyesinin, yüksek lisans eğitime sahip çalışanların da Endüstri 4.0 olgunluğu ile pozitif ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz (2018), bu çalışmada İzmir ve Manisa’da yer alan firmaların Endüstri 4.0 farkındalığı araştırılmıştır. Ayrıca, Endüstri 4.0’ın beklenen zorlukları, faydaları, katma

değer sağlayacağı alanlar gibi farklı bilgiler hedef firmalardan toplanmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki firmalar en çok Endüstri 4.0, büyük veri, nesnelerin internet ve fabrika düzeni terimlerinin farkındadırlar. Dört firmadan üçü Endüstri 4.0'ı uygulama ya da değerlendirme aşamasındadır. Standardizasyon, büyük veri yönetimi ve yeni becerilerin elde edilmesi dördüncü sanayi devriminin ana zorlukları olarak görülüyorken maliyet tasarrufu ve değişikliklere hızlı/çevik cevap verme Endüstri 4.0'ın temel faydaları olarak görülmektedir.

Akbaba (2018), doktora tezinde, otomotiv endüstrisinde çalışanların üç boyutlu yazıcı kullanımında etkilendikleri faktörlerin literatürde kullanılan teknoloji kabul modeliyle istatistiksel olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda Otomotiv Sanayi Derneğine üye 7 adet otomotiv firmasındaki 206 çalışan üzerinde anket uygulaması ile Teknoloji Kabul Modeli (TKM) çerçevesinde üç boyutlu yazıcı kullanımına etki eden faktörlerin incelenmesi hedeflenmiştir. Analiz sonuçlarına göre çalışanların üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanma konusunda algıladıkları kullanım kolaylığının, bu teknoloji ile ilgili tutumları üzerinde %82,8, bu teknolojiyi kullanma niyetleri üzerinde % 78,6 etkili olduğu görülmüştür.

Ak (2018), günümüz üretim sistemlerinin ana rekabet aracı olan Endüstri 4.0 uygulamalarının verimlilik etkisi matematiksel olarak araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, Endüstri 4.0 geçiş uygulamaları için klasik ve bulanık mantık temelli verimlilik analizi çalışmaları yapılmıştır. Endüstri 4.0 uygulama etkilerinin bilinmezliği ve kategorik değerlendirmelerinin de dikkate alınma ihtiyacından dolayı bulanık veriler de analiz edilmiştir. Klasik ve bulanık mantık temelli verimlilik analizleriyle Endüstri 4.0 uygulamalarının verimlilik artışı/azalışı değerlendirilmiş ve kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 uygulaması yapılmış olan M6, M8 ve M14 makinelerinde 2018 yılında 2017 yılına göre VZA modeli (Bulanık-Klasik) fark etmeksizin minimum %19.7'lik verimlilik artışı tespit edilmiştir. Bu veri Tubitak ve Mckinsey'nin Endüstri 4.0 raporuyla paralellik göstermektedir.

Aras (2018), yüksek lisans tez çalışması ile, robotlu üretim hattı dizayn ve geliştirme süreçlerinde sanal gerçeklik teknolojisi kullanımının öneminin vurgulanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda ABB RobotStudio yazılımında, otomotiv sektöründe yaygın uygulama alanı olan iki örnek program yazılıp simulasyonu yapılmış, ardından HTC Vive sanal gerçeklik setiyle sanal gerçeklik ortamında deneyimlenmiştir.

Sarıkulak (2018), çalışmasında İngiltere, Fransa, Hollanda, ABD ve Almanya'nın performans göstergelerine ait veri setleri geçmişten günümüze kadar CUSUM kontrol grafikleri ile izlenerek veri setlerinin değişim noktalarının tespiti yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre, İngiltere ve ABD için üç endüstri devriminin etkisine ilişkin yansımalar araştırma yapılan verilerde görülmüştür. Fransa ve Hollanda için ise iki değişim noktasına karşılık gelen iki endüstri devriminin etkisine ait yansımalar tespit edilmiştir.

Çıkдын (2018), tez çalışmasında işletme organizasyon yapısı ve kaynaklarını Endüstri 4.0 kapsamında değerlendirmeye yönelik derinlemesine mülakat gerçekleştirilmiştir. Enerji sektöründe faaliyet gösteren iki firmanın üst düzey yetkilisi ile yapılan görüşmelerin sonucunda: işletme kaynaklarının yeterli yatırım yapılsa endüstri 4.0 teknolojilerine uyum sağlayabileceği, genel strateji ve organizasyon yapılarının ise henüz Endüstri 4.0 teknolojileri ile çalışabilecek kadar olgunlaşmadığı ve organizasyon yapısına entegrasyonu içinde kültürel bir değişimin gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ak (2018), Endüstri 4.0 olarak adlandırılan ve bu yapıyı oluşturan teknolojik gelişmeleri konu almıştır. Sonuç olarak geleceğe dair bazı belirsizlikler olmasına ve bazı yorumların şu an yapılan varsayımlardan yola çıkılarak yapılmasına rağmen Endüstri 4.0 kapsamındaki tüm teknolojiler istihdam ve işgücü piyasası üzerinde değişikliklere yol açacaktır.

Yoşumaz (2018), Endüstri 4.0 ile kurumsal hafıza arasındaki ilişkiyi araştırmak için otomotiv, beyaz eşya, hazır giyim ve ağır sanayi sektörlerde faaliyet gösteren dört farklı firmaya kurumsal hafıza ile ilgili soruları yöneltmiştir. Elde edilen sonuçlarda her bir sektörün Endüstri 4.0 süreci farklılık göstermektedir. Kurumsal hafızanın korunmasında en önemli faktörü kurum içerisinde çalışan bireyler oluşturmaktadır. Bireylerin kurumsal hafızaya sağladığı katkılar içerisinde en önemlisinin, kendilerinde mevcut bulunan örtülü bilgiler olduğunu söylemek mümkündür. Kurumsal hafıza 2.0 süreci ile birlikte bu örtülü bilginin yanına Endüstri 4.0 ile birlikte ikinci bir örtülü bilgi kaynağı olarak dijital örtülü bilgi eklenmiştir. Dijital örtülü bilgidен tam anlamıyla faydalanılabilirse işletmenin diğer işletmeler karşısında sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Berksun (2018), Çorum Organize Sanayi Bölgesinde bir vitrifiye üretim tesisinde, Endüstri 4.0 açısından, manuel sırlama sistemleri ile robotlu sırlama sistemleri arasındaki farkların değerlendirilerek, robotlu otomasyon sırlama sistemlerinin Endüstri 4.0 üretim sistemleri açısından değerlendirilmiştir. Manuel sırlama yapan kabinlerde görev alan bir

sırlama işgöreni yaklaşık, farklı ölçü ve ebatlarda karma ürün portföyü (klozet, lavabo, ayak, hela taşı vs.) dikkate alındığında, 150 – 160 civarı ürün sırlamaktadır. Buna karşın robotlu sırlama sistemlerinde yine farklı ebat ve ölçülerdeki ürün portföyü dikkate alındığında ortalamanın 200 – 220 civarında olduğu etüt edilmiştir.

Kasımoğlu (2018), ürünlerin tasarlanma, üretilme, dağıtılma ve ödenme şeklini değiştireceği ön görülen ve tüm sektörleri etkileme potansiyeli olan Endüstri 4.0'ın İntralojistik Sistemler üzerine getireceği etkilerini araştırmıştır. İntralojistik olarak adlandırılan üretim içi lojistik sistemlerinin “Endüstri 4.0” dönemi üzerindeki etkileri makine üretimi yapan bir firmada intralojistik çözümleri sunabilen güncel uygulamasıyla desteklenmiştir. İntralojistik elemanları Endüstri 4.0 bileşenleri ile yeniden tasarlanmıştır. Malzeme elleçleme ekipman kullanımı, depo düzeni, mekik raflı depo ekipmanları ve depo araç çıkışları izleyici ajanlar (RFID ile ) desteklenmiştir.

Öztürk (2018), çalışmasının temel amacı, Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne etkilerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, İstanbul'da bir lojistik firması ile bir vaka çalışması yapılmıştır. Şirket yöneticileri ve çalışanları ile derinlemesine görüşmeler, odak grup çalışması ve doküman analizleri yapılarak veri toplanmıştır. Bulgular, Endüstri 4.0'ın lojistik alanındaki uygulamalarını, uygulama süreçlerini, uygulamaların önündeki engelleri ve geliştirilebilecek alanları ortaya koymaktadır. Çalışmanın yönetsel sonuçları, kaynak sağlayıcı olarak yöneticilerin Endüstri 4.0 konusunda çalışanlara bilgi sağlamaları gerektiğini ortaya koymuştur. Endüstri 4.0 girişimini başlatmak için şirket yukarıdan aşağıya giden yolu takip etmelidirler. Çalışanlar, Endüstri 4.0 hakkında yeterince bilgi edindikten sonra, kendi projelerini oluşturma yolunda çaba harcadıkları gözlenmiştir.

Rossit (2018), Akıllı Üretim ve Endüstri 4.0 üretim ortamları, üretim süreçlerinin fiziksel ve karar verici yönlerini özerk ve merkezi olmayan sistemlere entegre eder. Bu sistemlerdeki ana yönlerden biri üretim planlaması, özellikle makinelerde zamanlama işlemleridir. Bu yeni ortamların özelliklerinden yararlanarak, anında esnek ve verimli üretim programları üretmeyi amaçlayan yeni bir karar verme şeması olan Akıllı Planlama'yı tasarlamıştır. Öngörülemez ve yıkıcı olaylarla karşı karşıya gelme yeteneği, önerilen Akıllı Planlama şemasının temel avantajlarından biridir ve etkin bir tarama prosedürü (Tolerans Çizelgeleme) kullanmaktadır. Bu özellik olaylar karşısında yeniden planlama gereksinimini azaltmaktadır.

Sercan (2019), Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye'nin konumu, potansiyeli ele alınmıştır. Karşılaştırmalı bir bakış açısının benimsendiği bir yaklaşım ile bir yandan bu sanayi devriminde öncü olan ülkelerin ulaşmış olduğu nokta; diğer yandan Türkiye, Meksika, Endonezya ve Güney Kore ülkelerini oluşturduğu MIST ülkelerinin Endüstri 4.0 potansiyeli, bazı temel göstergelerle ele alınmıştır. MIST ülkeleri içinde, Türkiye, potansiyel olarak Güney Kore'nin gerisinde, Meksika ile hemen hemen aynı seviyede, Endonezya'nın ise önünde yer almaktadır. Mevcut konumu ve potansiyeli göz önünde tutulduğunda, Türkiye'nin Endüstri 4.0 için kalıcı adımlar atması gerektiği gözlenmiştir.

Andaç (2019), bu çalışmada, öncelikle tarihteki endüstri devrimlerini inceleyip, Endüstri 4.0'ın tanımını ve vizyonunu ortaya koymuştur. Müteakiben Avrupa Birliği'nin 3 gelişmiş ülkesi Almanya, İngiltere ve Fransa'nın endüstri 4.0 uygulamalarının neler olduğunu ve bu dönüşümün neresinde olduklarını kısaca ortaya koymaya çalışmıştır. Daha sonra çalışmanın odak noktasına ülkemizdeki Endüstri 4.0 uygulamalarının neler olduğunu koyarak, bu dijital dönüşümün gerek kamu gerek özel sektör olarak neresinde olduğumuzu anlamaya çalışmıştır. Çalışma sonucunda endüstriyel dönüşüm için bir pilot bölge belirlenmesi fikri kabul edilmiştir. Bu pilot bölgenin neredeyse tüm sektör fabrikalarının kurulu olduğu Bursa veya İzmit olabileceği ve pilot uygulamalar test edilip tatmin edici sonuçlar elde ettikten sonra, Türkiye'nin geri kalanına yansıtılabileceği sonucuna varılmıştır.

Gattulloa (2019), Artırılmış Gerçeklik (AR), Endüstri 4.0 bağlamında teknik el kitapları için en umut verici teknolojilerden biridir. Bununla birlikte, AR dokümantasyonunun endüstride uygulanması hala zordur çünkü belirli standartlar ve kılavuzlar eksiktir. Bu çalışmada, mevcut “geleneksel” belgelerin dönüştürülmesi ve AR'de yeni el kitaplarının Sanayi 4.0'a uygun olarak yazılması için yeni bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntem için, metin kullanımının ASD Basitleştirilmiş Teknik İngilizce ile optimizasyonuna, metin talimatlarının 2B grafik sembollerine dönüştürülmesine ve içeriğin Darwin Bilgi Yazma Mimarisi ve Bilgi Haritalama kombinasyonu ile yapılandırılmasına dayanır. Önerilen yaklaşım, hidrolik kırıcılarının bakım el kitabının bir çalışmasıyla test edilmiştir. Test sonuçları hazırlanan kılavuzun diğer şablonlardan daha açık olduğunu onaylamıştır.

Yin (2019), bu makalede, işbirlikçi bir tasarım sürecinde performans ölçümü uygulamasını desteklemek için kullanılabilecek akıllı tasarım performansı ölçüm yaklaşımı incelenmiştir. İlk olarak, Endüstri 4.0 ile teknolojilerin anahtar tasarım

aşamalarını yinelemeli bir şekilde desteklemelerini sağlayan akıllı bir ürün tasarım çerçevesi geliştirilmiştir. İkinci olarak, bu çerçeveye dayanarak, bir akıllı ürün tasarımı proje yönetimini performans yönetimi aracılığıyla potansiyel olarak destekleyecek bir akıllı tasarım performansı ölçüm yaklaşımı önerilmiştir. Üçüncüsü, mevcut tasarım performansı ölçümü, geleneksel tasarım ortamının fizibilitesini test etmek için akıllı tasarım ortamına uyarlanmıştır.

Guyon (2019), Endüstri 4.0'ın havacılık sektörü ile ilgili zorluklarının yanı sıra, sunduğu fırsatlara eleştirel bir analiz yapmıştır. Endüstri 4.0'ın havacılık sektörünün yapısına ve "ClockSpeed" faktörünün önemine bağlı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Son olarak, Endüstri 4.0'ın sınırlarını ve neden havacılık sektörüne uygulanması ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Lelli (2019), bu çalışmada, akademisyenlerin ve uygulayıcıların makineler veya insanlar tarafından dinamik olarak yeniden yapılandırmayı mümkün kılmak için cihazları tanımlama çabaları araştırılmıştır. Ayrıca cihazları tanımlamak için bir dizi kavram önerilmiş ve mevcut girişimlerin bu yönleri nasıl kapsadığını analiz edilmiştir.

Malik (2019), bu makalenin temel amacı, dördüncü sanayi devrimi karşısında işletmeler için en iyi insan kaynakları aracılığıyla bir rekabet perspektifi ve rekabet avantajı uygulamaları önermektir. Endüstri 4.0'da var olan zorluklar inovasyon ile rekabet karşısında fırsata dönüştürülebilir. Bunun için rekabet etmeye hazır insan kaynakları ile stratejik avantajlar yaratarak var olan zorlukları tahmin edilmesi gerekmektedir.

Zambon (2019), bu makale, Endüstri 4.0 uygulamalarının tarımsal tedarik zinciri boyunca spesifik zorlukları analiz edilmiştir. Diğer bir araştırma konusu ise Endüstri 4.0 yaklaşımlarının nasıl geliştirilebileceğinin ve tarım sektörüne uygunluğunun araştırılmasıdır. Tarımdaki 4.0 devrim hala birkaç yenilikçi firma ile sınırlıdır. Politika yapıcılar stratejiler önermeli, KOBİ'lerin bu teknolojilere yatırım yapmalarını destekleme ve pazarda daha rekabetçi olmalarını sağlama amaçlı teklif çağrısı yapmalıdır.

Radanliev (2019), dijital teknolojiler tedarik zinciri operasyonlarının yapılandırılma şeklini değiştirdi. Bu makalede, Tedarik Zinciri Yönetimi'nde Nesnelerin İnterneti yaklaşımı için belirleyici faktörleri göstermek için tasarım ilkeleri geliştirilmiştir. Bu araştırma tasarımı, mevcut tedarik zinciri modellerinden gelen bilgileri bir araya getirme ve birikimli bulguları, Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (ENİ)'ndeki tedarik zincirleri kavramına uyarlama süreciyle sonuçlanmaktadır. ENİ teknolojilerine adaptasyonunun KOBİ'nin siber kaynaklarına bağlı olduğunu gözlemlenmiştir. Yeni

tasarım ilkeleri, KOBİ'lerin gerekli siber kaynakları ve ENİ teknolojileri için entegrasyon sürecini görselleştirmelerini sağlar. Bu çalışmadaki teorik model, ekonomik ve sosyal sistemleri yeni siber yeteneklere dönüştürecek somut ve uygulanabilir eylem planları olan ayrık bir işletim sistemi önermektedir.

Stachová (2019), halen işletmelerin varlığını ve sürdürülebilirliğini etkileyecek yeni zorluklar dördüncü sanayi devriminden kaynaklanan dramatik değişikliklerden kaynaklanıyor. Yapısal, beşeri ve ilişkisel sermayenin yönetimine yol açan, kaynak temelli bir stratejik yönetim anlayışı olarak entelektüel sermaye yönetimi kavramını temel alan sürdürülebilir insan kaynakları yönetimi, ortaklıkların ve dış ilişkilerin öğrenme ve kişisel gelişim süreçlerine dahil edilmesinin altını çizer. Endüstri 4.0, insan kaynakları yönetiminde ve eğitim gibi süreçlerde büyük değişikliklere neden olacaktır. Organizasyonlar, yakın gelecekte kurumun iç ortamına sürekli olarak dahil edilmesi gereken yeni bilgilerden faydalanacaktır. Bununla birlikte, bunun dış çevre ile işbirliğini ve dış ortaklarla, kuruluşlarla ve eğitim kurumlarıyla işbirliğine dayalı yeni eğitim fırsatlarını gerektirmesi gerekecektir. Ortamdaki büyük değişikliklere uyum sağlamada temel faktörler olarak yenilikler, eğitim dahil tüm örgütsel süreçlerde kilit rol oynayacaktır. Bu makale, Orta Avrupa'daki son derece yenilikçi ülkeleri ve daha az yenilikçi ülkeleri karşılaştırmaya, çalışan eğitime ve bireysel çalışan eğitimi biçimlerine ilişkin tutum farklılıklarına bakarak 1482 işletmeyi analiz etmiştir. İstatistiki açıdan önemli olan temel fark, çalışanların eğitimi ve gelişimine yönelik stratejik yaklaşım ve yenilikçi ülkeler ile ılımlı yenilikçiler arasındaki kurulumdur. Slovak şirketlerinde bulunan yöneticiler, eğitim ve kişisel gelişim alanındaki aktiviteyi, daha düşük bir işsizlik oranı bağlamında değil, aynı zamanda Endüstri 4.0'a yönelik değişiklikler bağlamında da arttırmalıdır. İkincisi, işin otomasyonu ve bilgisayarlaştırılmasının ardından yeni pozisyonların yükselişi, üniversiteler ve araştırma kurumları ile işbirliğine olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu çalışma, büyüyen şirketlerin bu ihtiyacı anladıklarını göstermektedir. Slovak Cumhuriyeti ve Çek Cumhuriyeti'ndeki inovasyon aktivitesini uzun süre sınırlayan ve açık inovasyon ilkelerinin uygulanmasını zorlaştıran kültürel özellikler, insan kaynaklarının geliştirilmesi alanında da aşılmalıdır.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### 5. YÖNTEM VE BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın amaçları ve kapsamı, araştırmada kullanılan ölçme araçlarının yapısı ve güvenirliliği, araştırma hipotezleri ve istatistiksel analiz teknikleri hakkında bilgi verilmiştir.

#### 5.1. Amaç ve Kapsam

Araştırmanın temel amacı EOSB içerisinde faaliyet gösteren farklı sektörlerdeki firmaların Endüstri 4.0 üretim modeli hakkındaki bilgi düzeylerini belirlemek ve mevcut altyapılarının bu yeni teknolojiye ne kadar hazır olduğunu ölçmektir. Bu kapsamda hazırlanan anket kullanılarak Endüstri 4.0 konusunda firmaların genel yaklaşımları ve altyapı teknolojileri tespit edilmiştir. İkinci aşama olarak firmaların Endüstri 4.0 ile ilgili stratejileri ve bu teknolojiden beklenen faydaların ne olduğu ölçülmeye çalışılmıştır. Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde firmaların teknik destek alabileceği kuruluşlarla olan işbirliği düzeylerinin de ölçülmesi amaçlanmaktadır. Belirlenen bu amaçların arasındaki ilişkilerde istatistiksel yöntemler kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Firmaların Endüstri 4.0'a karşı tutumlarının toplam ciroları, firma büyüklükleri ve hedef pazar türleri ile olan ilişkisinin irdelenmesi de araştırma kapsamında tutulmuştur.

#### 5.2. Veri Toplama Yöntemi

Elazığ Organize Sanayi bölgesinden faaliyetlerini sürdüren işletmelerin Endüstri 4.0 kavramına ne kadar yatkın oldukları ve bu yeni üretim modeline geçiş için mevcut altyapılarının uygunluk derecesinin belirlemek için anket yönteminden faydalanılmıştır. Anket çalışmasının yapılabilmesi için gerekli olan etik kurul kararı Ek-2'de verilmiştir. Uygulama kapsamında Atak (2018)'ın çalışmasında kullandığı ve Çebi tarafından hazırlanmış olan “Dördüncü Sanayi Devriminin Gelişiminde Teknopark ve Teknokent Şirketlerinin Rolü” ölçeğinden yararlanılmıştır. Araştırma amaçlarına yönelik hazırlanan Ek-3 'deki anket formu 5 adet 5'li likert tipte ölçek ve bir adet firma tanımlayıcı formundan oluşmaktadır.

Anket formunda yer alan ölçekler ve kullanım amaçları şu şekildedir; Firmaların demografik yapılarını belirlemek amacıyla 8 adet soru sorulmuştur.

Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım Ölçeği, 8 adet 5'li likert tipte soru ile firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımlarını ölçmeyi amaçlamaktadır.

Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım Ölçeği, 7 adet 5'li likert tipte soru ile firmaların Endüstri 4.0'nın strateji ve organizasyonlarında ne derecede yer aldığını ölçmeyi amaçlamaktadır.

Endüstri 4.0 konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi Ölçeği, 4 adet 5'li likert tipte soru ile firmaların Endüstri 4.0 konusunda kurum ve kurumlar ile yaptığı işbirliğine ait düzeyi ölçmeyi amaçlamaktadır.

Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda Ölçeği, 5 adet 5'likert tipte soru ile firmaların Endüstri 4.0'dan bekledikleri fayda düzeyini ölçmeyi amaçlamaktadır.

Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi Ölçeği, 12 adet 5'li likert tipte soru ile firmaların Endüstri 4.0'ın alt yapısını oluşturan teknolojilerden faydalanma düzeyini ölçmeyi amaçlamaktadır.

### **5.3. Veri Analizi**

Araştırma kapsamında anket formları yardımıyla toplanan veriler istatistiksel analiz programına gerekli sayısal kodlamalar yapılarak aktarılmıştır. Çalışmanın bundan sonraki kısmı istatistik paket programı ile tamamlanmıştır. Toplanan veriler ile önce araştırmanın ölçme araçları olan ölçeklere ait güvenirlik istatistikleri denetlenmiş, güvenirlik bakımından bir sakınca görülmediğinden verilerin analizi aşamasına geçilmiştir.

Toplanan veriler üzerinde yapılan normallik analizi sonucunda verilerin normal dağılım göstermemesinden dolayı parametrik olmayan istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Anketi oluşturan sürekli değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Sürekli değişkenler ile kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler ise Kruskal Wallis H ve Mann Whitney U testi ile incelenmiştir. Söz konusu testlere ait tanım ve hipotezler ilgili bölümlerde sunulmuştur.

### **5.4. Araştırma Hipotezleri**

H<sub>1</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında ilişki vardır.

H<sub>2</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki vardır.

H<sub>3</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.

H<sub>4</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımı ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

H<sub>5</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki vardır.

H<sub>6</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.

H<sub>7</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

H<sub>8</sub>: Firmaların Endüstri 4.0 konusunda kurum ve kuruluşlar ile sağlanan işbirliği sıklıkları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.

H<sub>9</sub>: Firmaların Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

H<sub>10</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'dan bekledikleri fayda ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

H<sub>11</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>12</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>13</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıkları bakımından fark vardır.

H<sub>14</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.

H<sub>15</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.

H<sub>16</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>17</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>18</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıkları bakımından fark vardır.

H<sub>19</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.

H<sub>20</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.

H<sub>21</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>22</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>23</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıkları bakımından fark vardır.

H<sub>24</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.

H<sub>25</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.

H<sub>26</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile firmaların hedef pazarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>27</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile firmaların hedef pazarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>28</sub>: Kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği ile firmaların hedef pazarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>29</sub>: Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar ile firmaların hedef pazarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>30</sub>: Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri ile firmaların hedef pazarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Araştırmanın bu kısmında anket verilerinin analizi sonucu elde edilen bulgular tablo ve yorumlar ile birlikte sunulmuştur.

### **5.5. Firma ve Katılımcılara Ait Demografik Bulgular**

Araştırmaya dahil edilen firmalara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 11'deki gibidir.

**Tablo 11.** Firma Tanımlayıcı İstatistikleri

| Değişken                                | Kategori                      | Frekans (n) | Yüzde(%) |
|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------|----------|
| Anketi Cevaplayanın Firmadaki Pozisyonu | Şirket sahibi                 | 29          | 35,4     |
|                                         | Müdür/Yönetici                | 24          | 29,3     |
|                                         | Mühendis                      | 22          | 26,8     |
|                                         | Destek Personeli              | 7           | 8,5      |
| Toplam Çalışan Sayısı                   | 1-9                           | 14          | 17,1     |
|                                         | 10-19                         | 22          | 26,8     |
|                                         | 20-49                         | 26          | 31,7     |
|                                         | 50-100                        | 10          | 12,2     |
|                                         | 100-249                       | 8           | 9,8      |
|                                         | 250+                          | 2           | 2,4      |
| Geçen Yılkı Toplam Gelir                | 500bin TL'den az              | 17          | 20,7     |
|                                         | 500bin TL- 0,99 milyon TL     | 11          | 13,4     |
|                                         | 1 milyon TL- 7,99 milyon TL   | 28          | 34,1     |
|                                         | 8 milyon TL-24,99 milyon TL   | 13          | 15,9     |
|                                         | 25 milyon TL- 39,99 milyon TL | 3           | 3,7      |
|                                         | 40 milyon TL üzeri            | 10          | 12,2     |
| Firma Faaliyet Sektörü                  | Ambalaj - Plastik             | 7           | 8,5      |
|                                         | Gıda                          | 12          | 14,6     |
|                                         | İnşaat Yapı Malzemeleri       | 24          | 29,3     |
|                                         | Makine                        | 7           | 8,5      |
|                                         | Mobilya-Ahşap Ürünler         | 11          | 13,4     |
|                                         | Tekstil                       | 2           | 2,4      |
|                                         | Döküm                         | 5           | 6,1      |
|                                         | Mermer                        | 10          | 12,2     |
|                                         | İklimlendirme                 | 4           | 4,9      |
| Firma Hedef Pazarı                      | İç pazar                      | 12          | 14,6     |
|                                         | Dış pazar                     | 8           | 9,8      |
|                                         | İç ve dış pazar               | 62          | 75,6     |
| Müşteri Sayısı                          | 1-9                           | 3           | 3,7      |
|                                         | 10-19                         | 16          | 19,5     |
|                                         | 20-49                         | 15          | 18,3     |
|                                         | 50-100                        | 8           | 9,8      |
|                                         | 100+                          | 40          | 48,8     |

Anketi cevaplayan kişilerin firmalardaki görevlerine göre dağılımları şu şekildedir; Şirket sahibi %35,4 (n=29), Müdür/Yönetici %29,3 (n=24), Mühendis %26,8 (n=22), Destek Personeli %8,5 (n=7). Firmaların çalışan sayısına göre dağılımları şu şekildedir; 1-9 çalışan %17,1 (n=14), 10-19 çalışan %26,8 (n=22), 20-49 çalışan %31,7 (n=26), 50-100 çalışan %12,2 (n=10), 100-249 çalışan %9,8 (n=8), 250 ve üzeri çalışan %2,4 (n=2). Firmaların geçen yıl ki toplam gelirlerine göre frekans dağılımları şu şekildedir; 500bin TL'den az %20,7 (n=17), 500bin TL- 1 milyon TL %13,4 (n=11), 1 milyon TL- 8 milyon TL %34,1 (n=28), 8 milyon TL-25 milyon TL %15,9 (n=13), 25 milyon TL- 40 milyon TL %3,7 (n=3), 40 milyon TL üzeri %12,2 (n=10). Firmaların faaliyet alanlarına göre dağılımları şu şekildedir; Ambalaj - Plastik %8,5 (n=7), Gıda %14,6 (n=12), İnşaat Yapı Malzemeleri %29,3 (n=24), Makina %8,5 (n=7), Mobilya-

Ahşap Ürünler %13,4 (n=11), Tekstil %2,4 (n=2), Döküm %6,1 (n=5), Mermer %12,2 (n=10), İklimlendirme %4,9 (n=4). Firmaların hedef pazarlarına göre dağılımları şu şekildedir; İç pazar %14,6 (n=12), Dış pazar %9,8 (n=8), İç ve dış pazar %75,6 (n=62). Firmaların hizmet veya ürün sundukları müşteri sayılarına göre dağılımları ise şu şekildedir; 5-9 %3,7 (n=3), 10-19 %19,5 (n=16), 20-49 %18,3 (n=15), 50-100 %9,8 (n=8), 100 ve üzeri %48,8 (n=40).

### 5.6. Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizi

Ankette yer alan likert tipli ölçeklere Cronbach's Alpha güvenilirlik analizi uygulanmıştır. Cronbach's Alpha değeri; bir ölçekteki soruların varyanslarının toplamı, genel varyansa bölünerek elde edilir. Alfa katsayısı ile bir ölçekteki soruların, belirli gruplar halinde, türdeş bir yapıyı oluşturup oluşturmadıkları belirlenmeye çalışılır (Karagöz, 2016:941). Cronbach's alpha güvenilirlik analizi için kriter değerler Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12.** Referans Cronbach's Alpha Katsayıları

| Katsayı Aralığı   | Güvenirlilik Düzeyi                 |
|-------------------|-------------------------------------|
| $X < 0,50$        | Yetersiz Güvenirlilik Seviyesi      |
| $0,60 > X > 0,50$ | Genel Kabul Gören Düzeyde Güvenilir |
| $0,70 > X > 0,60$ | İyi Derecede Güvenilir              |
| $0,9 > X > 0,70$  | Çok İyi Derecede Güvenilir          |
| $1 > X > 0,90$    | Mükemmel Derecede Güvenilir         |

Kaynak: Özdamar, Ölçek ve Test Geliştirme, 2016

Anketi oluşturan maddelerin güvenilirlik katsayısı Tablo 13'de verilmiştir.

**Tablo 13.** Ölçek Güvenirlilik İstatistikleri

| Madde Sayısı | Cronbach's Alpha<br>Güvenirlilik Katsayısı |
|--------------|--------------------------------------------|
| 36           | 0,945                                      |

Anket sorularının güvenilirlik değeri incelendiğinde Cronbach's Alpha Güvenirlilik Katsayısı 0,90-1,00 arasında olduğundan anketin mükemmel derecede güvenilir olduğu görülmüştür. Anketi oluşturan bölümlerin Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayıları Tablo 14'de verilmiştir.

**Tablo 14.** Ölçek Alt Bölümlerine Ait Güvenirlilik İstatistikleri

| Ölçek                                                                | Madde Sayısı | Cronbach's Alpha Güvenirlilik Katsayısı |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------|
| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | 8            | 0,884                                   |
| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | 7            | 0,905                                   |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | 4            | 0,803                                   |
| Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | 5            | 0,964                                   |
| Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | 12           | 0,935                                   |

Faktör analizinde, öncelikle veriler faktör analizine uygunluk açısından test edilmelidir. Bu testlerden biri Kaiser-Meyer-Olkin örnekleme yeterliliğinin ölçer, diğeri ise Bartlett testidir. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett Testi, değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü ölçen testlerdir. Kaiser, Meyer ve Olkin tarafından önerilen kriter değerleri Tablo 15'de verilmiştir.

**Tablo 15.** KMO Değer Aralığı

| KMO Değeri        | Açıklaması |
|-------------------|------------|
| $X < 0,50$        | Faktör Yok |
| $0,60 > X > 0,50$ | Zayıf      |
| $0,70 > X > 0,60$ | Orta       |
| $0,8 > X > 0,70$  | İyi        |
| $0,90 > X > 0,80$ | Çok iyi    |
| $1 > X > 0,90$    | Mükemmel   |

Kaynak: Altunışık vd., Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, Sakarya Kitabevi, 2005

Anketi oluşturan ölçeklerin geçerliliğini belirlemek için en yaygın kullanılan yöntem KMO testidir. Bu test ölçeğe ait örneklem değerlerinin yeterliliğini ölçer ve örneklem büyüklüğünün uygun olup olmadığına karar verir. Ölçeği oluşturan değerlere ait KMO test sonuçları Tablo 16'da verilmiştir.

**Tablo 16.** Ölçek KMO Sonuçları

| KMO and Bartlett's Test                          |                    |          |
|--------------------------------------------------|--------------------|----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. |                    | 0,804    |
| Bartlett's Test of Sphericity                    | Approx. Chi-Square | 2818,912 |
|                                                  | df                 | 630      |
|                                                  | Sig.               | 0,000    |

Tabloya bakıldığında,  $p(\text{sig})=0,000<0,05$  olduğundan Bartlett testinin sonucu anlamlıdır. Bu da değerler arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermektedir. KMO katsayısı 0,804 olduğundan sonuç çok iyidir. Yani araştırma örnek büyüklüğü yeterlidir.

Analize ait diğer bir sonuç ise Ortak varyans (Communalıty) sonuçlarıdır. Bu değerler bir değişkenin analizde kullanılan diğer maddelerle paylaştığı varyans miktarını göstermektedir. Tablo 17’de analize sokulan tüm maddelerin faktör yük değerleri verilmiştir.

**Tablo 17.** Ortak Varyans Değerleri

| Maddeler                                                                                                       | Faktör Yük Değerleri |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim.                                                                         | 0,861                |
| Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim.                                                           | 0,869                |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 platformu hakkında bilgi sahibidir.                                                    | 0,786                |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0’ın, bulunduğumuz sanayi alanını ne ölçüde etkileyeceğini bilmektedir.                 | 0,761                |
| Endüstri 4.0 kapsamında ürün/hizmet geliştirmek, işimizin geleceği ile ilgili olarak büyük öneme sahiptir.     | 0,826                |
| Sanayide dijital dönüşüm şirketlerin rekabetçiliğini artıracaktır.                                             | 0,758                |
| Endüstri 4.0’ın gelişmesi için şirketlerin kendi başına çaba göstermeleri yeterlidir.                          | 0,787                |
| Türkiye’de Endüstri 4.0 kavramı hükümet tarafından yeterince desteklenmektedir.                                | 0,644                |
| Endüstri 4.0 kapsamında, şirket olarak hedef ve amaçlarımız bulunmaktadır.                                     | 0,722                |
| Şirketimiz uzun dönemde Endüstri 4.0 teknolojileri üzerinde çalışmalar yapmayı planlamaktadır.                 | 0,737                |
| Şirketimizin farklı departmanlarında, Endüstri 4.0 kapsamında yenilikçi proje üreten çalışanlar bulunmaktadır. | 0,826                |
| Mevcut ürünlerimiz/hizmetlerimiz yenilikçi dijital iş modelleri ile uyumludur.                                 | 0,742                |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0 ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde teknolojik gelişmeleri takip etmektedir.    | 0,847                |
| Şirketimiz dijital dönüşüm ile ilgili olarak düzenlenen, seminer, konferans gibi etkinliklere katılmaktadır.   | 0,638                |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda rehberlik, danışmanlık hizmeti almaktadır.                     | 0,708                |
| Üniversiteler                                                                                                  | 0,633                |
| Ekonomik kalkınma kuruluşları (KOSGEB, Ulusal Kalkınma Ajansı vs.)                                             | 0,721                |
| Teknoparkta yer alan diğer şirketler                                                                           | 0,745                |

|                                                               |       |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Danışmanlık şirketleri                                        | 0,736 |
| Rekabet avantajını artırmak                                   | 0,784 |
| Müşteri tabanını geliştirmek                                  | 0,911 |
| Satışları artırmak                                            | 0,945 |
| Karlılığı artırmak                                            | 0,874 |
| Pazar payını büyütmek                                         | 0,921 |
| Modelleme ve Simülasyon teknolojileri                         | 0,564 |
| Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik teknolojileri        | 0,761 |
| Bilgisayar ağları                                             | 0,777 |
| Gömülü sistemler                                              | 0,637 |
| Kablosuz İletişim Teknolojileri                               | 0,659 |
| Sayısal modelleme teknolojileri                               | 0,692 |
| Internet Of Things ( Nesnelerin İnterneti )                   | 0,593 |
| Yapay zeka                                                    | 0,783 |
| Veri madenciliği                                              | 0,779 |
| IT(Information Technology)'nin yani Enformasyon Teknolojileri | 0,832 |
| Bulut Hesaplama (Cloud Computing)                             | 0,880 |
| 3-D Yazıcı                                                    | 0,680 |

### 5.7. Normallik Analizi

Anketi oluşturan maddelere ait basıklık (Kurtosis) ile çarpıklık (Skewness) değerleri  $\pm 1$  arasında olması durumunda normallik varsayımının gerçekleştiği söylenebilir ( Joseph vd.,2014:39). Normallik varsayımı için kullanılacak diğer bir değer ise Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testlerinin anlamlılık (significant) değerlerinin 0.05'den büyük olmasıdır. Veri sayısı 29'dan az ise Shapiro-Wilk, 29 ve daha fazla ise Kolmogorov-Smirnov testi kullanılır (Kalaycı vd., 2006:10). Literatürde kabul gören diğer bir görüş ise çarpıklık ve basıklık katsayılarının standart hatalarına bölündüğünde çıkan değerler -1,96 ile +1,96 arasında ise veriler normal dağılım gösteriyor demektir (Kim, 2013:53). Anketi oluşturan grupların normallik analizlerinin sonucu Tablo 18'de verilmiştir.

**Tablo 18.** Ölçek Normal Dağılım Test İstatistikleri

|                                                                      | Kolmogorov-Smirnov |    |                 | Shapiro-Wilk |    |                 |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------|----|-----------------|--------------|----|-----------------|
|                                                                      | İstatistik         | df | Anlamlık Değeri | İstatistik   | df | Anlamlık Değeri |
| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | 0,090              | 82 | 0,095           | 0,952        | 82 | 0,004           |
| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | 0,067              | 82 | 0,200           | 0,964        | 82 | 0,021           |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | 0,117              | 82 | 0,008           | 0,935        | 82 | 0,000           |
| Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | 0,231              | 82 | 0,000           | 0,768        | 82 | 0,000           |
| Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | 0,083              | 82 | 0,200           | 0,954        | 82 | 0,005           |

Normallik testleri olan Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testlerinin 0.05'den büyük significant (anlamlılık) değerlerine sahip olması gerekmektedir. Tablo incelendiğinde Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım, Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım, Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi ölçeği için hesaplanan normal dağılım testleri anlamlılık değerlerinin 0,05'den büyük olduğu görülür. Bu durumda %5 anlamlılık düzeyinde bu ölçeklerin normal dağıldığı söylenebilir. Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi ile Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda ölçekleri için hesaplanan normal dağılım test istatistikleri anlamlılık değerleri 0,05'den küçüktür. Bu durum ölçeklerin normal dağılım göstermediği anlamına gelmektedir. Ölçeklere ait alt boyutların normallik dağılımları tabloda verilmiştir.

**Tablo 19.** Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım Ölçeği Normallik Dağılımı

| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım Ölçeği Maddeleri                                                             | Kolmogorov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                                                                                                            | Statistic          | df | Sig.  | Statistic    | df | Sig.  |
| Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim.                                                                     | 0,163              | 82 | 0,000 | 0,880        | 82 | 0,000 |
| Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim.                                                       | 0,147              | 82 | 0,000 | 0,900        | 82 | 0,000 |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 platformu hakkında bilgi sahibidir.                                                | 0,169              | 82 | 0,000 | 0,903        | 82 | 0,000 |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0'ın, bulunduğumuz sanayi alanını ne ölçüde etkileyeceğini bilmektedir.             | 0,174              | 82 | 0,000 | 0,898        | 82 | 0,000 |
| Endüstri 4.0 kapsamında ürün/hizmet geliştirmek, işimizin geleceği ile ilgili olarak büyük öneme sahiptir. | 0,223              | 82 | 0,000 | 0,822        | 82 | 0,000 |
| Sanayide dijital dönüşüm şirketlerin rekabetçiliğini artıracaktır.                                         | 0,249              | 82 | 0,000 | 0,798        | 82 | 0,000 |
| Endüstri 4.0'ın gelişmesi için şirketlerin kendi başına çaba göstermeleri yeterlidir.                      | 0,280              | 82 | 0,000 | 0,772        | 82 | 0,000 |
| Türkiye'de Endüstri 4.0 kavramı hükümet tarafından yeterince desteklenmektedir.                            | 0,191              | 82 | 0,000 | 0,872        | 82 | 0,000 |

**Tablo 20.** Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Ölçeği Normallik Dağılımı

| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Ölçeği Maddeleri                                                       | Kolmogorov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                                                                                                                | Statistic          | df | Sig.  | Statistic    | df | Sig.  |
| Endüstri 4.0 kapsamında, şirket olarak hedef ve amaçlarımız bulunmaktadır.                                     | 0,180              | 82 | 0,000 | 0,864        | 82 | 0,000 |
| Şirketimiz uzun dönemde Endüstri 4.0 teknolojileri üzerinde çalışmalar yapmayı planlamaktadır.                 | 0,169              | 82 | 0,000 | 0,852        | 82 | 0,000 |
| Şirketimizin farklı departmanlarında, Endüstri 4.0 kapsamında yenilikçi proje üreten çalışanlar bulunmaktadır. | 0,190              | 82 | 0,000 | 0,860        | 82 | 0,000 |
| Mevcut ürünlerimiz/hizmetlerimiz yenilikçi dijital iş modelleri ile uyumludur.                                 | 0,165              | 82 | 0,000 | 0,894        | 82 | 0,000 |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0 ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde teknolojik gelişmeleri takip etmektedir.    | 0,150              | 82 | 0,000 | 0,903        | 82 | 0,000 |
| Şirketimiz dijital dönüşüm ile ilgili olarak düzenlenen, seminer, konferans gibi etkinliklere katılmaktadır.   | 0,203              | 82 | 0,000 | 0,855        | 82 | 0,000 |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda rehberlik, danışmanlık hizmeti almaktadır.                     | 0,314              | 82 | 0,000 | 0,743        | 82 | 0,000 |

**Tablo 21.** Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi Ölçeği Normallik Dağılımı

| Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi Ölçeği Maddeleri               | Kolmogorov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                                                                    | Statistic          | df | Sig.  | Statistic    | df | Sig.  |
| Üniversiteler                                                      | 0,286              | 82 | 0,000 | 0,785        | 82 | 0,000 |
| Ekonomik kalkınma kuruluşları (KOSGEB, Ulusal Kalkınma Ajansı vs.) | 0,188              | 82 | 0,000 | 0,866        | 82 | 0,000 |
| Teknoparkta yer alan diğer şirketler                               | 0,288              | 82 | 0,000 | 0,803        | 82 | 0,000 |
| Danışmanlık şirketleri                                             | 0,234              | 82 | 0,000 | 0,851        | 82 | 0,000 |

**Tablo 22.** Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda Ölçeği Normallik Dağılımı

| Beklenen Fayda Ölçeği Maddeleri | Kolmogorov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|---------------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                                 | Statistic          | df | Sig.  | Statistic    | df | Sig.  |
| Rekabet avantajını artırmak     | 0,305              | 82 | 0,000 | 0,733        | 82 | 0,000 |
| Müşteri tabanını geliştirmek    | 0,323              | 82 | 0,000 | 0,748        | 82 | 0,000 |
| Satışları artırmak              | 0,345              | 82 | 0,000 | 0,721        | 82 | 0,000 |
| Karlılığı artırmak              | 0,344              | 82 | 0,000 | 0,722        | 82 | 0,000 |
| Pazar payını büyütmek           | 0,342              | 82 | 0,000 | 0,689        | 82 | 0,000 |

**Tablo 23.** Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi Ölçeği Normallik Dağılımı

| Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi Ölçeği Maddeleri  | Kolmogorov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                                                               | Statistic          | df | Sig.  | Statistic    | df | Sig.  |
| Modelleme ve Simülasyon Teknolojileri                         | 0,178              | 82 | 0,000 | 0,880        | 82 | 0,000 |
| Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik Teknolojileri        | 0,243              | 82 | 0,000 | 0,840        | 82 | 0,000 |
| Bilgisayar ağları                                             | 0,155              | 82 | 0,000 | 0,889        | 82 | 0,000 |
| Gömülü sistemler                                              | 0,207              | 82 | 0,000 | 0,845        | 82 | 0,000 |
| Kablosuz İletişim Teknolojileri                               | 0,175              | 82 | 0,000 | 0,885        | 82 | 0,000 |
| Sayısal modelleme Teknolojileri                               | 0,170              | 82 | 0,000 | 0,885        | 82 | 0,000 |
| Internet Of Things ( Nesnelerin İnterneti )                   | 0,190              | 82 | 0,000 | 0,856        | 82 | 0,000 |
| Yapay zeka                                                    | 0,254              | 82 | 0,000 | 0,815        | 82 | 0,000 |
| Veri madenciliği                                              | 0,267              | 82 | 0,000 | 0,814        | 82 | 0,000 |
| IT(Information Technology)'nin yani Enformasyon Teknolojileri | 0,220              | 82 | 0,000 | 0,849        | 82 | 0,000 |
| Bulut Hesaplama (Cloud Computing)                             | 0,216              | 82 | 0,000 | 0,845        | 82 | 0,000 |
| 3-D Yazıcı                                                    | 0,297              | 82 | 0,000 | 0,798        | 82 | 0,000 |

Söz konusu ölçeklerin %5 anlamlılık düzeyinde normal dağılıma sahip olmadığı söylenebilir. Araştırmada küçük örneklem özellikleri ve değişkenlerin bir tanesi hariç diğerlerinin normal dağılmaması sebebiyle parametrik olmayan (non-parametrik) test istatistiklerinden faydalanılmasına karar verilmiştir. Bununla birlikte Morgan'a göre çarpıklık değeri -1 +1 arasında olmadığı durumlarda da two-tailed t-test ve ANOVA testlerinin uygulanmasında sakınca olmadığı belirtilmiştir ( Morgan vd. 2013:51).

### 5.8. Betimsel İstatistikler

Araştırmanın bu kısmında ölçek değişkenlerine ait betimsel istatistikler dağılım testleri yer almaktadır. Ölçek değişkenlerine ait betimsel istatistikler Tablo 24'de sunulmuştur.

**Tablo 24.** Ölçek Betimsel İstatistikleri

| Ölçekler                                                             | N  | Minimum | Maksimum | Ortalama | Standart Sapma |
|----------------------------------------------------------------------|----|---------|----------|----------|----------------|
| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | 82 | 1,00    | 5,00     | 3,01     | 1,00           |
| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | 82 | 1,00    | 5,00     | 2,87     | 1,15           |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | 82 | 1,00    | 5,00     | 2,36     | 1,08           |
| Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | 82 | 1,00    | 5,00     | 4,15     | 1,11           |
| Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | 82 | 1,00    | 5,00     | 2,58     | 1,05           |

Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ölçeği minimum 1, maksimum 5, ortalama 3,01 ve 1,00 standart sapma değerine sahiptir. Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ölçeği minimum 1, maksimum 5, ortalama 2,87 ve 1,15 standart sapma değerine sahiptir. Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi ölçeği minimum 1, maksimum 5, ortalama 2,36 ve 1,08 standart sapma değerine sahiptir. Endüstri 4.0'dan beklenen fayda ölçeği minimum 1, maksimum 5,00, ortalama 4,15 ve 1,08 standart sapma değerine sahiptir. Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi ölçeği minimum 1, maksimum 5, ortalama 2,58 ve 1,05 standart sapma değerine sahiptir.

### 5.9. Frekans Analizleri

Ölçekte yer alan cevapların aritmetik ortalamalarını karşılaştırırken Tablo 25'te ki puanlar kullanılmıştır.

**Tablo 25.** Aritmetik Ortalama Aralığı

| Görüşler                 | Puanlar   |
|--------------------------|-----------|
| Keskinlikle Katılmıyorum | 1,00-1,79 |
| Katılmıyorum             | 1,80-2,59 |
| Kararsızım               | 2,60-3,39 |
| Katılıyorum              | 3,40-4,19 |
| Keskinlikle Katılıyorum  | 4,20-5,00 |

Araştırmanın bu kısmında ölçeklere ait maddelere verilen cevapların frekans dağılımları yer almaktadır. Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ölçeği maddelerine ait frekans dağılımları, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 26'daki gibidir.

**Tablo 26.** Genel Yaklaşım Ölçeği Frekans Analizi

| Maddeler                                                                                                   | Kesinlikle Katılmıyorum |      | Katılmıyorum |      | Kararsızım |      | Katılıyorum |      | Kesinlikle Katılıyorum |      | Ortalama | Standart Sapma |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|--------------|------|------------|------|-------------|------|------------------------|------|----------|----------------|
|                                                                                                            | n                       | %    | n            | %    | n          | %    | n           | %    | n                      | %    |          |                |
| Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim.                                                                     | 16                      | 19,5 | 8            | 9,8  | 24         | 29,3 | 15          | 18,3 | 19                     | 23,2 | 3,16     | 1,41           |
| Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim.                                                       | 13                      | 15,9 | 13           | 15,9 | 23         | 28,0 | 17          | 20,7 | 16                     | 19,5 | 3,12     | 1,34           |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 platformu hakkında bilgi sahibidir.                                                | 14                      | 17,1 | 17           | 20,7 | 26         | 31,7 | 12          | 14,6 | 13                     | 15,9 | 2,91     | 1,30           |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0'ın, bulunduğumuz sanayi alanını ne ölçüde etkileyeceğini bilmektedir.             | 14                      | 17,1 | 13           | 15,9 | 28         | 34,1 | 12          | 14,6 | 15                     | 18,3 | 3,01     | 1,32           |
| Endüstri 4.0 kapsamında ürün/hizmet geliştirmek, işimizin geleceği ile ilgili olarak büyük öneme sahiptir. | 13                      | 15,9 | 6            | 7,3  | 15         | 18,3 | 16          | 19,5 | 32                     | 39,0 | 3,59     | 1,47           |
| Sanayide dijital dönüşüm şirketlerin rekabetçiliğini artıracaktır.                                         | 10                      | 12,2 | 4            | 4,9  | 15         | 18,3 | 17          | 20,7 | 36                     | 43,9 | 3,79     | 1,38           |
| Endüstri 4.0'ın gelişmesi için şirketlerin kendi başına çaba göstermeleri yeterlidir.                      | 40                      | 48,8 | 15           | 18,3 | 12         | 14,6 | 5           | 6,1  | 10                     | 12,2 | 2,15     | 1,41           |
| Türkiye'de Endüstri 4.0 kavramı hükümet tarafından yeterince desteklenmektedir.                            | 26                      | 31,7 | 16           | 19,5 | 26         | 31,7 | 8           | 9,8  | 6                      | 7,3  | 2,41     | 1,24           |

“Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim.” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %19,5 kesinlikle katılmıyorum (n=16), %9,8 katılmıyorum (n=8), %29,3 kararsızım (n=24), %18,3 katılıyorum (n=15), %23,2 kesinlikle katılıyorum(n=19). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,16\pm1,41$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim.” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %15,9 kesinlikle katılmıyorum (n=13), %15,9 katılmıyorum (n=13), %28,0 kararsızım (n=23), %20,7 katılıyorum (n=16), %19,5 kesinlikle katılıyorum(n=16). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,12\pm1,34$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“Şirketimiz Endüstri 4.0 platformu hakkında bilgi sahibidir.” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %17,1 kesinlikle katılmıyorum (n=14), %20,7 katılmıyorum (n=17), %31,7 kararsızım (n=26), %14,6 katılıyorum (n=12), %15,9

kesinlikle katılıyorum(n=13). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,91\pm1,30$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Şirketimiz, Endüstri 4.0’ın, bulunduğumuz sanayi alanını ne ölçüde etkileyeceğini bilmektedir.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %17,1 kesinlikle katılmıyorum (n=14), %15,9 katılmıyorum (n=13), %34,1 kararsızım (n=28), %14,6 katılıyorum (n=12), %18,3 kesinlikle katılıyorum(n=15). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,01\pm1,32$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Endüstri 4.0 kapsamında ürün/hizmet geliştirmek, işimizin geleceği ile ilgili olarak büyük öneme sahiptir.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %15,9 kesinlikle katılmıyorum (n=13), %7,3 katılmıyorum (n=6), %18,3 kararsızım (n=15), %19,5 katılıyorum (n=16), %39,0 kesinlikle katılıyorum(32). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,59\pm1,47$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **katılıyorum** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Sanayide dijital dönüşüm şirketlerin rekabetçiliğini artıracaktır.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %12,2 kesinlikle katılmıyorum (n=10), %4,9 katılmıyorum (n=4), %18,3 kararsızım (n=15), %20,7 katılıyorum (n=17), %43,9 kesinlikle katılıyorum(n=36). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,79\pm1,38$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **katılıyorum** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Endüstri 4.0’ın gelişmesi için şirketlerin kendi başına çaba göstermeleri yeterlidir.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %48,8 kesinlikle katılmıyorum (n=40), %18,3 katılmıyorum (n=15), %14,6 kararsızım (n=12), %6,1 katılıyorum (n=5), %12,2 kesinlikle katılıyorum(n=10). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,15\pm1,41$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **katılmıyorum** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Türkiye’de Endüstri 4.0 kavramı hükümet tarafından yeterince desteklenmektedir.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %31,7 kesinlikle katılmıyorum (n=26), %19,5 katılmıyorum (n=16), %31,7 kararsızım (n=26), %9,8 katılıyorum (n=8), %7,3 kesinlikle katılıyorum(n=6). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,41\pm1,24$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **katılmıyorum** düzeyine yakın olduğu görülür.

Endüstri 4.0’a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ölçeği maddeleri frekans analizleri Tablo 27’deki gibidir.

**Tablo 27.** Endüstri 4.0’a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım Ölçeği Frekans Analizi

| Maddeler                                                                                                       | Kesinlikle Katılmıyorum |      | Katılmıyorum |      | Kararsızım |      | Katılıyorum |      | Kesinlikle Katılıyorum |      | Ortalama | Standart Sapma |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|--------------|------|------------|------|-------------|------|------------------------|------|----------|----------------|
|                                                                                                                | n                       | %    | n            | %    | n          | %    | n           | %    | n                      | %    |          |                |
| Endüstri 4.0 kapsamında, şirket olarak hedef ve amaçlarımız bulunmaktadır.                                     | 16                      | 19,5 | 13           | 15,9 | 17         | 20,7 | 12          | 14,6 | 24                     | 29,3 | 3,18     | 1,50           |
| Şirketimiz uzun dönemde Endüstri 4.0 teknolojileri üzerinde çalışmalar yapmayı planlamaktadır.                 | 17                      | 20,7 | 5            | 6,1  | 20         | 24,4 | 16          | 19,5 | 24                     | 29,3 | 3,30     | 1,48           |
| Şirketimizin farklı departmanlarında, Endüstri 4.0 kapsamında yenilikçi proje üreten çalışanlar bulunmaktadır. | 25                      | 30,5 | 10           | 12,2 | 19         | 23,2 | 12          | 14,6 | 16                     | 19,5 | 2,80     | 1,50           |
| Mevcut ürünlerimiz/hizmetlerimiz yenilikçi dijital iş modelleri ile uyumludur.                                 | 15                      | 18,3 | 11           | 13,4 | 26         | 31,7 | 14          | 17,1 | 16                     | 19,5 | 3,06     | 1,35           |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0 ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde teknolojik gelişmeleri takip etmektedir.    | 14                      | 17,1 | 17           | 20,7 | 20         | 24,4 | 17          | 20,7 | 14                     | 17,1 | 3,00     | 1,34           |
| Şirketimiz dijital dönüşüm ile ilgili olarak düzenlenen, seminer, konferans gibi etkinliklere katılmaktadır.   | 27                      | 32,9 | 11           | 13,4 | 16         | 19,5 | 14          | 17,1 | 14                     | 17,1 | 2,72     | 1,50           |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda rehberlik, danışmanlık hizmeti almaktadır.                     | 44                      | 53,7 | 12           | 14,6 | 11         | 13,4 | 5           | 6,1  | 10                     | 12,2 | 2,09     | 1,42           |

“Endüstri 4.0 kapsamında, şirket olarak hedef ve amaçlarımız bulunmaktadır.” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %19,5 kesinlikle katılmıyorum (n=16), %15,9 katılmıyorum (n=13), %20,7 kararsızım (n=17), %14,6 katılıyorum (n=12), %29,3 kesinlikle katılıyorum(n=24). Maddenin ortalaması incelendiğinde( $\bar{X}=3,18\pm1,50$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“Şirketimiz uzun dönemde Endüstri 4.0 teknolojileri üzerinde çalışmalar yapmayı planlamaktadır.” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %20,7 kesinlikle katılmıyorum (n=17), %6,1 katılmıyorum (n=5), %24,4 kararsızım (n=20), %19,5 katılıyorum (n=16), %29,3 kesinlikle katılıyorum(n=24). Maddenin ortalaması

incelendiğinde ( $\bar{X}=3,30\pm1,48$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Şirketimizin farklı departmanlarında, Endüstri 4.0 kapsamında yenilikçi proje üreten çalışanlar bulunmaktadır.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %30,5 kesinlikle katılmıyorum (n=25), %12,2 katılmıyorum (n=10), %23,2 kararsızım (n=19), %14,6 katılıyorum (n=12), %19,5 kesinlikle katılıyorum(n=16). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,80\pm1,50$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Mevcut ürünlerimiz/hizmetlerimiz yenilikçi dijital iş modelleri ile uyumludur.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %18,3 kesinlikle katılmıyorum (n=15), %13,4 katılmıyorum (n=11), %31,7 kararsızım (n=26), %17,1 katılıyorum (n=14), %19,5 kesinlikle katılıyorum(n=16). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,06\pm1,35$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Şirketimiz, Endüstri 4.0 ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde teknolojik gelişmeleri takip etmektedir.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %17,1 kesinlikle katılmıyorum (n=14), %20,7 katılmıyorum (n=17), %24,4 kararsızım (n=20), %20,7 katılıyorum (n=17), %17,1 kesinlikle katılıyorum(n=14). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,00\pm1,34$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Şirketimiz dijital dönüşüm ile ilgili olarak düzenlenen, seminer, konferans gibi etkinliklere katılmaktadır.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %32,9 kesinlikle katılmıyorum (n=27), %13,4 katılmıyorum (n=11), %19,5 kararsızım (n=16), %17,1 katılıyorum (n=14), %17,1 kesinlikle katılıyorum(n=14). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,72\pm1,50$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **kararsızım** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Şirketimiz Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda rehberlik, danışmanlık hizmeti almaktadır.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %53,7 kesinlikle katılmıyorum (n=44), %14,6 katılmıyorum (n=12), %13,4 kararsızım (n=11), %6,1 katılıyorum (n=5), %12,2 kesinlikle katılıyorum(n=10). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,09\pm1,42$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **katılmıyorum** düzeyine yakın olduğu görülür.

Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi ölçeği maddelerine ait frekans analizleri Tablo 28'deki gibidir.

**Tablo 28.** Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi Ölçeği Frekans Analizi

| Maddeler                                                           | Hiç |      | Nadiren |      | Bazen |      | Sıklıkla |      | Sürekli |      | Ortalama | Standart Sapma |
|--------------------------------------------------------------------|-----|------|---------|------|-------|------|----------|------|---------|------|----------|----------------|
|                                                                    | n   | %    | n       | %    | n     | %    | n        | %    | n       | %    |          |                |
| Üniversiteler                                                      | 40  | 48,8 | 13      | 15,9 | 15    | 18,3 | 6        | 7,3  | 8       | 9,8  | 2,13     | 1,36           |
| Ekonomik kalkınma kuruluşları (KOSGEB, Ulusal Kalkınma Ajansı vs.) | 25  | 30,5 | 11      | 13,4 | 20    | 24,4 | 12       | 14,6 | 14      | 17,1 | 2,74     | 1,46           |
| Teknoparkta yer alan diğer şirketler                               | 39  | 47,6 | 10      | 12,2 | 19    | 23,2 | 8        | 9,8  | 6       | 7,3  | 2,17     | 1,32           |
| Danışmanlık şirketleri                                             | 31  | 37,8 | 11      | 13,4 | 20    | 24,4 | 14       | 17,1 | 6       | 7,3  | 2,43     | 1,34           |

“*Üniversiteler.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %48,8 hiç (n=40), %15,9 nadiren (n=13), %18,3 bazen (n=15), %7,3 sıklıkla (n=6), %9,8 sürekli(n=8). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,13\pm1,36$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **nadiren** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Ekonomik kalkınma kuruluşları (KOSGEB, Ulusal Kalkınma Ajansı vs.)*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %30,5 hiç (n=25), %13,4 nadiren (n=11), %24,4 bazen (n=20), %14,6 sıklıkla (n=12), %17,1 sürekli(n=14). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,74\pm1,46$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **bazen** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Teknoparkta yer alan diğer şirketler.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %47,6 hiç (n=39), %12,2 nadiren (n=10), %23,2 bazen (n=19), %9,8 sıklıkla (n=8), %7,3 sürekli(n=6). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,17\pm1,34$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **nadiren** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Danışmanlık şirketleri.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %37,8 hiç (n=31), %13,4 nadiren (n=11), %24,4 bazen (n=20), %17,1 sıklıkla

(n=14), %7,3 sürekli(n=6). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,43\pm1,34$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *nadiren* düzeyine yakın olduğu görülür.

Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda ölçeği maddeleri frekans analizleri Tablo 29'daki gibidir.

**Tablo 29.** Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda Ölçeği Frekans Analizi

| Maddeler                     | Hiç Önemli Değil |     | Önemli Değil |     | Ne Önemli Ne De Önemsiz |      | Önemli |      | Çok Önemli |      | Ortalama | Standart Sapma |
|------------------------------|------------------|-----|--------------|-----|-------------------------|------|--------|------|------------|------|----------|----------------|
|                              | n                | %   | n            | %   | n                       | %    | n      | %    | n          | %    |          |                |
| Rekabet avantajını artırmak  | 7                | 8,5 | 2            | 2,4 | 12                      | 14,6 | 17     | 20,7 | 44         | 53,7 | 4,09     | 1,25           |
| Müşteri tabanını geliştirmek | 4                | 4,9 | 3            | 3,7 | 16                      | 19,5 | 14     | 17,1 | 45         | 54,9 | 4,13     | 1,15           |
| Satışları artırmak           | 5                | 6,1 | 3            | 3,7 | 15                      | 18,3 | 11     | 13,4 | 48         | 58,5 | 4,15     | 1,21           |
| Karlılığı artırmak           | 5                | 6,1 | 5            | 6,1 | 12                      | 14,6 | 12     | 14,6 | 48         | 58,5 | 4,13     | 1,23           |
| Pazar payını büyütmek        | 5                | 6,1 | 1            | 1,2 | 11                      | 13,4 | 16     | 19,5 | 49         | 59,8 | 4,26     | 1,13           |

“*Rekabet avantajını artırmak.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %8,5 hiç önemli değil (n=7), %2,4 önemli değil (n=2), %14,6 ne önemli ne de önemsiz (n=12), %20,7 önemli (n=17), %53,7 çok önemli(n=44). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=4,09\pm1,25$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *önemli* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Müşteri tabanını geliştirmek.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %4,9 hiç önemli değil (n=4), %3,7 önemli değil (n=3), %19,5 ne önemli ne de önemsiz (n=16), %17,1 önemli (n=14), %54,9 çok önemli(n=45). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=4,13\pm1,15$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *önemli* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Satışları artırmak .*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %6,1 hiç önemli değil (n=5), %3,7 önemli değil (n=3), %18,3 ne önemli ne de önemsiz (n=15), %13,4 önemli (n=11), %58,5 çok önemli(n=48). Maddenin ortalaması

incelendiğinde ( $\bar{X}=4,15\pm1,21$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **önemli** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Karlılığı artırmak.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %6,1 hiç önemli değil (n=5), %6,1 önemli değil (n=5), %14,6 ne önemli ne de önemsiz (n=12), %14,6 önemli (n=12), %58,5 çok önemli(n=48). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=4,13\pm1,23$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **önemli** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Pazar payını büyütmek.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %6,1 hiç önemli değil (n=5), %1,2 önemli değil (n=1), %13,4 ne önemli ne de önemsiz (n=11), %19,5 önemli (n=16), %59,8 çok önemli(n=49). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=4,26\pm1,13$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **çok önemli** düzeyine yakın olduğu görülür.

Endüstri 4.0’ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi ölçeği maddelerine ait frekans analizleri Tablo 30’daki gibidir.

**Tablo 30.** Endüstri 4.0’ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi Ölçeği Frekans Analizleri

| Maddeler                                                      | Çok Zayıf |      | Zayıf |      | Orta |      | Güçlü |      | Çok Güçlü |      | Ortalama | Standart Sapma |
|---------------------------------------------------------------|-----------|------|-------|------|------|------|-------|------|-----------|------|----------|----------------|
|                                                               | n         | %    | n     | %    | n    | %    | n     | %    | n         | %    |          |                |
| Modelleme ve Simülasyon teknolojileri                         | 22        | 26,8 | 9     | 11,0 | 26   | 31,7 | 13    | 15,9 | 12        | 14,6 | 2,80     | 1,38           |
| Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik teknolojileri        | 33        | 40,2 | 12    | 14,6 | 21   | 25,6 | 9     | 11,0 | 7         | 8,5  | 2,33     | 1,33           |
| Bilgisayar ağları                                             | 17        | 20,7 | 11    | 13,4 | 24   | 29,3 | 14    | 17,1 | 16        | 19,5 | 3,01     | 1,39           |
| Gömülü sistemler                                              | 28        | 34,1 | 10    | 12,2 | 28   | 34,1 | 4     | 4,9  | 12        | 14,6 | 2,54     | 1,39           |
| Kablosuz İletişim Teknolojileri                               | 15        | 18,3 | 9     | 11,0 | 28   | 34,1 | 12    | 14,6 | 18        | 22,0 | 3,11     | 1,37           |
| Sayısal modelleme teknolojileri                               | 20        | 24,4 | 16    | 19,5 | 26   | 31,7 | 8     | 9,8  | 12        | 14,6 | 2,71     | 1,34           |
| Internet Of Things ( Nesnelerin İnterneti )                   | 26        | 31,7 | 12    | 14,6 | 22   | 26,8 | 7     | 8,5  | 15        | 18,3 | 2,67     | 1,47           |
| Yapay zeka                                                    | 35        | 42,7 | 11    | 13,4 | 20   | 24,4 | 5     | 6,1  | 11        | 13,4 | 2,34     | 1,42           |
| Veri madenciliği                                              | 36        | 43,9 | 8     | 9,8  | 22   | 26,8 | 6     | 7,3  | 10        | 12,2 | 2,34     | 1,42           |
| IT(Information Technology)'nin yani Enformasyon Teknolojileri | 30        | 36,6 | 12    | 14,6 | 24   | 29,3 | 7     | 8,5  | 9         | 11,0 | 2,43     | 1,35           |
| Bulut Hesaplama (Cloud Computing)                             | 30        | 36,6 | 14    | 17,1 | 24   | 29,3 | 5     | 6,1  | 9         | 11,0 | 2,38     | 1,33           |
| 3-D Yazıcı                                                    | 39        | 47,6 | 4     | 4,9  | 22   | 26,8 | 8     | 9,8  | 9         | 11,0 | 2,32     | 1,43           |

“*Modelleme ve Simülasyon teknolojileri.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %26,8 çok zayıf (n=22), %11,0 zayıf (n=9), %31,7 orta (n=26), %15,9 güçlü (n=13), %14,6 çok güçlü(n=12). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,80\pm1,38$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **orta** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik teknolojileri.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %40,2 çok zayıf (n=33), %14,6 zayıf (n=12), %25,6 orta (n=21), %11,0 güçlü (n=9), %8,5 çok güçlü(n=7). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,33\pm1,33$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **zayıf** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Bilgisayar ağları .*”maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %20,7 çok zayıf (n=17), %13,4 zayıf (n=11), %29,3 orta (n=24), %17,1 güçlü (n=14), %19,5 çok güçlü(n=16). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,01\pm1,39$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **orta** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Gömülü sistemler.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %34,1 çok zayıf (n=28), %12,2 zayıf (n=10), %34,1 orta (n=28), %4,9 güçlü (n=4), %14,6 çok güçlü(n=12). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,54\pm1,39$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **zayıf** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Kablosuz İletişim Teknolojileri.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %18,3 çok zayıf (n=15), %11,0 zayıf (n=9), %34,1 orta (n=28), %14,6 güçlü (n=12), %22,0 çok güçlü(n=18). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=3,11\pm1,37$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **orta** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Sayısal modelleme teknolojileri.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %24,4 çok zayıf (n=20), %19,5 zayıf (n=16), %31,7 orta (n=26), %9,8 güçlü (n=8), %14,6 çok güçlü(n=12). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,71\pm1,34$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının **orta** düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Internet Of Things (Nesnelerin İnterneti) .*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %31,7 çok zayıf (n=26), %14,6 zayıf (n=12), %26,8 orta

(n=22), %8,5 güçlü (n=7), %18,3 çok güçlü(n=15). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,67\pm1,47$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *orta* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Yapay zeka.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %42,7 çok zayıf (n=35), %13,4 zayıf (n=11), %24,4 orta (n=20), %6,1 güçlü (n=5), %13,4 çok güçlü(n=11). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,34\pm1,42$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *zayıf* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Veri madenciliği.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %43,9 çok zayıf (n=36), %9,8 zayıf (n=8), %26,8 orta (n=22), %7,3 güçlü (n=6), %12,2 çok güçlü(n=10). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,34\pm1,42$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *zayıf* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*IT(Information Technology)'nin yani Enformasyon Teknolojileri.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %36,6 çok zayıf (n=30), %14,6 zayıf (n=12), %29,3 orta (n=24), %8,5 güçlü (n=7), %11,0 çok güçlü(n=9). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,43\pm1,35$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *zayıf* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*Bulut Hesaplama (Cloud Computing).*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %36,6 çok zayıf (n=30), %17,1 zayıf (n=14), %29,3 orta (n=24), %6,1 güçlü (n=5), %11,0 çok güçlü(n=9). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,38\pm1,33$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *zayıf* düzeyine yakın olduğu görülür.

“*3-D Yazıcı.*” maddesine verilen yanıtların frekans dağılımları şu şekildedir; %47,6 çok zayıf (n=39), %4,9 zayıf (n=4), %26,8 orta (n=22), %9,8 güçlü (n=8), %11,0 çok güçlü(n=9). Maddenin ortalaması incelendiğinde ( $\bar{X}=2,32\pm1,43$ ) firmaların bu maddeye verdikleri cevapların ortalamasının *zayıf* düzeyine yakın olduğu görülür.

### 5.10. Hipotez Testleri

Araştırmanın bu kısmında araştırma hipotezleri uygun test teknikleri ile sınanıp, bulgular tablo ve yorumlar ile birlikte sunulmuştur. Toplanan veriler üzerinde yapılan normallik analizi sonucunda verilerin normal dağılım göstermemesinden dolayı parametrik olmayan istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır.

Korelasyon analizi değişkenler arasında birlikte değişikliğin bir ölçüsüdür. Birlikte değişirliğin yönünü ve şiddetini belirlemekle beraber söz konusu ilişkinin nedenselliği hakkında bir çıkarım yapmaz. Korelasyon katsayıları için korelasyon ilişkisinin şiddeti hakkında yorumlar aşağıdaki aralıkla tanımlanabilir

**Tablo 31.** Korelasyon İlişkisinin Şiddeti

| Korelasyon ilişkisi               | Değer aralığı        |
|-----------------------------------|----------------------|
| Çok zayıf korelasyon ilişkisi     | $0 < r \leq 0,25$    |
| Zayıf korelasyon ilişkisi         | $0,25 < r \leq 0,49$ |
| Orta dereceli korelasyon ilişkisi | $0,50 < r \leq 0,69$ |
| Kuvvetli korelasyon ilişkisi      | $0,70 < r \leq 0,89$ |
| Çok kuvvetli korelasyon ilişkisi  | $0,90 < r \leq 1$    |

Kaynak: Akgül vd., İstatiksel Analiz Teknikleri, 2003:358

Diğer yandan korelasyon katsayısının işareti ilişkinin yönünü tayin eder, pozitif işaretli korelasyon katsayısı iki değişkenin birlikte aynı yönde değiştiğini ifade ederken, negatif korelasyon katsayısı iki değişkenin birlikte ters yönlerde değiştiğini ifade eder (Karagöz, 2016:557).

Gruplar arası farklılık incelemesini içeren araştırma sorularında iki grup arası farklar Mann Whitney U testi, ikiden fazla grup arasındaki farklar ise Kruskal Wallis H testi ile irdelenmiştir. Mann Whitney u testi sonucu gruplar arasında anlamlı farklılık bulgulanması halinde grupların sıra ortalamaları karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Diğer yandan Kruskal Wallis H testi sonucu anlamlı farklılık bulgulanması durumunda ise farklılığın kaynağı olan grup veya grupların tespiti amacıyla her grup birbiri ile Mann Whitney u testi ile karşılaştırılmıştır. Gruplar arası farkların non parametrik sınamalar ile fark sınaması esnasında ortalama medyan eşitliği sağlamayan çarpık verilerin analizine imkân sağlayan Mann Whitney U ve Kruskal Wallis H testleri ortalama değerler değil, sıra ortalamaları üzerinden istatistik üretmesine rağmen, gruplara ait ölçek düzeyleri konusunda fikir verebilmesi amacıyla grupların ortalama değerleri de hesaplanıp tabloya aktarılmıştır. Ortalama sıra ile yapılacak yorumlara destek oluşturabilmesi açısından da ortalama değerlerin sunulması faydalı olmuştur.

Mann Whitney U testi, grupların medyanlarını karşılaştırır. Sürekli değişkenlerin, iki grup içerisinde değerlerini sıralı hale dönüştürür. Böylece, iki grup arasındaki sıralamanın farklı olup olmadığını değerlendirir. Değerler sıralı hale dönüştürüldüğü için değerlerin asıl dağılımı önemli değildir. Verilerin en azından ordinal ölçek olması

yeterlidir (Kalaycı vd. 2006:99). Mann Whitney U testi için sıfır hipotezi ve alternatif bir hipotezi şu şekildedir;

$H_0$ : Örnekler aynı ana kütleden alınmıştır veya örneklerin alındıkları ana kütleler birbirinden farklı değildir. (Bu durumda örneklemeler arasında farklılık yoktur.)

$H_1$ : Örnekler farklı ana kütleden alınmıştır veya örneklerin alındıkları ana kütleler birbirinden farklıdır. (Bu durumda örneklemeler arasında farklılık vardır.)

Kruskall Wallis H testi ise ikiden fazla bağımsız örneğin aynı ana kütleden çekilmiş olduğunu ifade eden sıfır hipotezinin testinde en çok kullanılan ve tek yönlü varyans (anova) analizine iyi bir alternatif olan bir testtir. Kruskall Wallis H testi için hipotezler ise şu şekildedir;

$H_0$ : Örnekler aynı ana kütleden alınmıştır veya örneklerin alındıkları ana kütleler birbirinden farklı değildir. (Bu durumda örneklemeler arasında farklılık yoktur.)

$H_1$ : Örnekler farklı ana kütleden alınmıştır veya örneklerin alındıkları ana kütleler birbirinden farklıdır. (Bu durumda örneklemeler arasında farklılık vardır.)

Gerek Kruskall Wallis H testi gerekse Mann Whitney U testinde hesaplanan asimptotik  $p$  değeri %5 anlamlılık düzeyi için 0.05 ile karşılaştırılıp,  $p > 0,05$  ise sıfır hipotezi,  $p < 0,05$  ise alternatif hipotez kabul edilmelidir ( Karagöz, 2016: 598-599).

$H_1$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında ilişki vardır.

$H_2$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki vardır.

$H_3$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.

$H_4$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

$H_5$ : Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki vardır.

$H_6$ : Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.

$H_7$ : Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

H<sub>8</sub>: Firmaların Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.

H<sub>9</sub>: Firmaların Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

H<sub>10</sub>: Firmaların Endüstri 4.0'dan bekledikleri fayda ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.

Söz konusu hipotezlerin sınanması amacıyla oluşturulan değişkenler arası spearman korelasyon matrisi Tablo 32'de sunulmuştur.

**Tablo 32.** Spearman Korelasyon Matrisi

| Değişken                                                               | İstatistik | 1 | 2     | 3      | 4      | 5      |
|------------------------------------------------------------------------|------------|---|-------|--------|--------|--------|
| 1.Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | r          | 1 | 0,658 | 0,299  | 0,374  | 0,349  |
|                                                                        | P          |   | 0     | 0,006* | 0,001* | 0,001* |
|                                                                        | N          |   | 82    | 82     | 82     | 82     |
| 2.Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | r          |   | 1     | 0,526  | 0,400  | 0,529  |
|                                                                        | P          |   |       | 0,000* | 0,011* | 0,000* |
|                                                                        | N          |   |       | 82     | 82     | 82     |
| 3.Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | r          |   |       | 1      | 0,230  | 0,468  |
|                                                                        | P          |   |       |        | 0,037* | 0      |
|                                                                        | N          |   |       |        | 82     | 82     |
| 4.Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | r          |   |       |        | 1      | 0,059  |
|                                                                        | P          |   |       |        |        | 0,601  |
|                                                                        | N          |   |       |        |        | 82     |
| 5.Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | r          |   |       |        |        | 1,000  |
|                                                                        | P          |   |       |        |        |        |
|                                                                        | N          |   |       |        |        |        |

\* %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ilişkiyi ifade eder.

Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve güçlüye yakın fakat orta dereceli pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur ( $r=0,658$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmalarda Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım arasında aynı yönde orta kuvvette bir ilişki söz konusudur. Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımlarındaki tutumları olumlu yönde

artıkça, firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki tutumları da olumlu yönde artmaktadır. Firmaların 4.0'a genel yaklaşımlarındaki olumlu tutumun söz konusu firmalarda Endüstri 4.0'ı strateji ve organizasyonlarındaki uygulamalara orta derecede yansıdığı gözlenmiştir. Bu durumda ***H<sub>1</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur ( $r=0,299$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmaların Endüstri 4.0'a karşı olan genel tutumlarındaki olumlu yaklaşımlar artıkça firmalarda Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi de artmaktadır. Söz konusu ilişkinin zayıf olmasına rağmen ***H<sub>2</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0'dan beklenen fayda arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur ( $r=0,374$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmalarda Endüstri 4.0'a genel tutumlarındaki olumlu yaklaşımlar artıkça Endüstri 4.0'dan beklenen fayda da artmaktadır. Korelasyon ilişkisinin zayıf olmasına rağmen ***H<sub>3</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'a genel yaklaşım Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur ( $r=0,349$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmalarda Endüstri 4.0'a genel tutumlarındaki olumlu yaklaşımlar artıkça Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi de artmaktadır. Korelasyon ilişkisinin zayıf olmasına rağmen ***H<sub>4</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ile Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı orta kuvvette ve pozitif bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır ( $r=0,526$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmaların Endüstri 4.0'a yaklaşımlarındaki olumlu tutumlar artıkça firmaların Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi de arttığından ***H<sub>5</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ile Endüstri 4.0'dan beklenen fayda düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı zayıf ve pozitif bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır ( $r=0,400$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmaların Endüstri 4.0'a yaklaşımlarındaki olumlu tutumlar artıkça Endüstri 4.0'dan beklenen fayda düzeyi de artmaktadır. Sonuç olarak ***H<sub>6</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı orta kuvvette ve pozitif bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır ( $r=0,529$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmaların Endüstri 4.0'a yaklaşımlarındaki olumlu tutumlar artıkça endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi de artmaktadır. Sonuç olarak ***H<sub>7</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi ile Endüstri 4.0'dan beklenen fayda arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı zayıf ve pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur ( $r=0,230$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmalarda endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi artıkça Endüstri 4.0'dan beklenen fayda da artmaktadır. Bu durumda ***H<sub>8</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı zayıf ve pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur ( $r=0,68$ ,  $p<0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmalarda Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi artıkça Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arttığı tespit edilmiş ve ***H<sub>9</sub> hipotezi kabul edilmiştir.***

Endüstri 4.0'dan beklenen fayda ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir ilişki saptanamamıştır ( $r=0,059$ ,  $p>0,05$ ). Daha açık bir ifade ile firmalarda beklenen fayda ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi ilişkisiz olarak bulgulanmış ve ***H<sub>10</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Firmaların geçen yılki toplam gelirlerine göre farklılıkların irdelenmesine dayalı hipotezler şu şekildedir;

H<sub>11</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>12</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>13</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıklıkları bakımından fark vardır.

H<sub>14</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.

H<sub>15</sub>: Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.

Firmaların toplam gelir dağılımlarına ait frekans değerleri dağınık olduğundan güvenilir bir analiz imkânı vermemektedir. Frekans dağılımında oluşan bu çarpıklığı gidermek için tutar aralıkları yeniden kategorize edilmiştir. Firma gelir dağılımları iki gruba ayrılarak Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Bu yeni oluşturulan grupların sınır değerleri gelir düzeyi olarak 8.000.000 TL'den az ve 8.000.000 TL'den çok olarak belirlenmiştir. Yeniden kategorileme sonucu elde edilen gelir değişkeni ile yapılan Mann Whitney U Testi İstatistikleri Tablo 33'de sunulmuştur.

**Tablo 33.** Geçen Yılkı Toplam Gelire Göre Farklılıkları Sınayan Mann Whitney U Test İstatistikleri

| Değişken                                                             | Geçen Yılkı Toplam Gelir | N  | Ortalama | Ortalama Sıra | Mann-Whitney U | Z      | p     |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|----------|---------------|----------------|--------|-------|
| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | 8.000.000 TL'den Az      | 56 | 3,0647   | 42,95         | 647,000        | -0,808 | 0,419 |
|                                                                      | 8.000.000 TL'den Fazla   | 26 | 2,9183   | 38,38         |                |        |       |
| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | 8.000.000 TL'den Az      | 56 | 2,949    | 42,97         | 645,500        | -0,823 | 0,410 |
|                                                                      | 8.000.000 TL'den Fazla   | 26 | 2,7308   | 38,33         |                |        |       |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | 8.000.000 TL'den Az      | 56 | 2,442    | 43,04         | 641,500        | -0,866 | 0,387 |
|                                                                      | 8.000.000 TL'den Fazla   | 26 | 2,2115   | 38,17         |                |        |       |
| Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | 8.000.000 TL'den Az      | 56 | 4,2179   | 43,36         | 624,000        | -1,080 | 0,280 |
|                                                                      | 8.000.000 TL'den Fazla   | 26 | 4,0077   | 37,5          |                |        |       |
| Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | 8.000.000 TL'den Az      | 56 | 2,6101   | 42,26         | 685,500        | -0,424 | 0,672 |
|                                                                      | 8.000.000 TL'den Fazla   | 26 | 2,5192   | 39,87         |                |        |       |

8.000.000 TL'den az gelire sahip firmalar ile 8.000.000 TL'den fazla gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>11</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

8.000.000 TL'den az gelire sahip firmalar ile 8.000.000 TL'den fazla gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>12</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

8.000.000 TL'den az gelire sahip firmalar ile 8.000.000 TL'den fazla gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>13</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

8.000.000 TL'den az gelire sahip firmalar ile 8.000.000 TL'den fazla gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>14</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

8.000.000 TL'den az gelire sahip firmalar ile 8.000.000 TL'den fazla gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>15</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Firmaların çalışan sayısına göre farklılıkların irdelenmesine dayalı hipotezler şu şekildedir;

H<sub>16</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>17</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>18</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıklaıkları bakımından fark vardır.

H<sub>19</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.

H<sub>20</sub>: Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.

Farklı sayıda çalışan aralıklarında olan firmalardaki tutarsızlığın giderilmesi amacıyla çalışan sayısı değişkeni 1-19 arası çalışan (n=36), 20-49 arası çalışan (n=26) ve 50 ve üzeri sayıda çalışan (n=20) olarak yeniden kategorize edilmiştir. Yeniden kategorileme sonucu elde edilen çalışan sayısı değişkeni ile yapılan Kruskal Wallis H Testi İstatistikleri Tablo 34’de sunulmuştur.

**Tablo 34.** Çalışan Sayısına Göre Farklılıkları Sınayan Kruskal Wallis H Test İstatistikleri

| Değişken                                                             | Çalışan Sayısı | N  | Ortalama | Ortalama Sıra | Ki-Kare | p     |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|----|----------|---------------|---------|-------|
| Endüstri 4.0’a Genel Yaklaşım                                        | 1-19 Arası     | 36 | 2,9757   | 39,264        | 1,085   | 0,581 |
|                                                                      | 20-49 Arası    | 26 | 3,0962   | 45,462        |         |       |
|                                                                      | 50 Ve Üzeri    | 20 | 2,9938   | 40,375        |         |       |
|                                                                      | Toplam         | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0’a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | 1-19 Arası     | 36 | 2,6865   | 37,625        | 2,155   | 0,340 |
|                                                                      | 20-49 Arası    | 26 | 3,0934   | 46,596        |         |       |
|                                                                      | 50 Ve Üzeri    | 20 | 2,9500   | 41,850        |         |       |
|                                                                      | Toplam         | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | 1-19 Arası     | 36 | 2,2639   | 39,361        | 2,242   | 0,326 |
|                                                                      | 20-49 Arası    | 26 | 2,6442   | 47,192        |         |       |
|                                                                      | 50 Ve Üzeri    | 20 | 2,2000   | 37,950        |         |       |
|                                                                      | Toplam         | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0’dan Beklenen Fayda                                      | 1-19 Arası     | 36 | 4,2444   | 43,792        | 2,432   | 0,296 |
|                                                                      | 20-49 Arası    | 26 | 4,1154   | 43,654        |         |       |
|                                                                      | 50 Ve Üzeri    | 20 | 4,0300   | 34,575        |         |       |
|                                                                      | Toplam         | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0’ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | 1-19 Arası     | 36 | 2,4120   | 37,500        | 3,444   | 0,179 |
|                                                                      | 20-49 Arası    | 26 | 2,9391   | 48,558        |         |       |
|                                                                      | 50 Ve Üzeri    | 20 | 2,4208   | 39,525        |         |       |
|                                                                      | Toplam         | 82 |          |               |         |       |

Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0’a genel yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>16</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0’a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel

olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>17</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi boyutunda yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>18</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>19</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>20</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Firmaların ürün ve hizmetlerini sunduğu müşteri sayılarına göre farklılıkların irdelenmesine dayalı hipotezler şu şekildedir;

H<sub>21</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>22</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.

H<sub>23</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıkları bakımından fark vardır.

H<sub>24</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.

H<sub>25</sub>: Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.

Müşteri sayısı değişkeni tekrar kodlanarak 1-50 arası ( $n=34$ ) ve 50 ve üzeri ( $n=48$ ) olarak yeniden oluşturulmuştur. Firmaların ürün ve hizmetlerini sunduğu müşteri sayılarına göre farklılıkların incelenmesi amacıyla yapılan Mann Whitney U Testi İstatistikleri Tablo 35'deki gibidir.

**Tablo 35.** Müşteri Sayısına Göre Farklılıkları Sınayan Mann Whitney U Test İstatistikleri

| Değişken                                                             | Müşteri sayısı | N  | Ortalama | Ortalama Sıra | Mann-Whitney U | Z      | p     |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|----|----------|---------------|----------------|--------|-------|
| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | 1-50 Arası     | 34 | 3,059    | 42,750        | 773,500        | -0,401 | 0,689 |
|                                                                      | 50 ve Üzeri    | 48 | 2,990    | 40,610        |                |        |       |
| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | 1-50 Arası     | 34 | 2,836    | 40,380        | 778,000        | -0,358 | 0,72  |
|                                                                      | 50 ve Üzeri    | 48 | 2,911    | 42,290        |                |        |       |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | 1-50 Arası     | 34 | 2,213    | 38,090        | 700,000        | -1     | 0,273 |
|                                                                      | 50 ve Üzeri    | 48 | 2,479    | 43,920        |                |        |       |
| Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | 1-50 Arası     | 34 | 4,141    | 40,460        | 780,500        | -0,348 | 0,728 |
|                                                                      | 50 ve Üzeri    | 48 | 4,158    | 42,240        |                |        |       |
| Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | 1-50 Arası     | 34 | 2,608    | 41,910        | 802,000        | -0,132 | 0,895 |
|                                                                      | 50 ve Üzeri    | 48 | 2,563    | 41,210        |                |        |       |

Farklı sayıda müşteriye sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Analiz sonuçlarına bakıldığında ***H<sub>21</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda müşteriye sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>22</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda müşteriye sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***H<sub>23</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda müşteriye sahip firmalar Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Analiz bulguları tarafından ***H<sub>24</sub> hipotezi reddedilmiştir.***

Farklı sayıda müşteriye sahip firmalar Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumda ***hipotezi reddedilmiştir.***

H<sub>26</sub>: Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>27</sub>: Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>28</sub>: Firmaların hedef pazarına göre kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>29</sub>: Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

H<sub>30</sub>: Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

**Tablo 36.** Firmaların Hedef Pazarına Göre Farklılıkları Sınayan Kruskal Wallis H Test İstatistikleri

| Değişken                                                             | Hedef Pazar     | N  | Ortalama | Ortalama Sıra | Ki-Kare | p     |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------|----|----------|---------------|---------|-------|
| Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım                                        | İç Pazar        | 12 | 2,5208   | 30,13         | 3,385   | 0,184 |
|                                                                      | Dış Pazar       | 8  | 3,1563   | 46,69         |         |       |
|                                                                      | İç ve Dış Pazar | 62 | 3,0968   | 43,03         |         |       |
|                                                                      | Toplam          | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım           | İç Pazar        | 12 | 2,5595   | 35,38         | 7,697   | 0,021 |
|                                                                      | Dış Pazar       | 8  | 3,875    | 63,13         |         |       |
|                                                                      | İç ve Dış Pazar | 62 | 2,8134   | 39,9          |         |       |
|                                                                      | Toplam          | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi           | İç Pazar        | 12 | 2,5417   | 47,25         | 1,009   | 0,604 |
|                                                                      | Dış Pazar       | 8  | 2,4063   | 43,88         |         |       |
|                                                                      | İç ve Dış Pazar | 62 | 2,3306   | 40,08         |         |       |
|                                                                      | Toplam          | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda                                      | İç Pazar        | 12 | 4,3667   | 45,08         | 0,423   | 0,809 |
|                                                                      | Dış Pazar       | 8  | 4,35     | 43            |         |       |
|                                                                      | İç ve Dış Pazar | 62 | 4,0839   | 40,61         |         |       |
|                                                                      | Toplam          | 82 |          |               |         |       |
| Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi | İç Pazar        | 12 | 2        | 28,54         | 5,298   | 0,071 |
|                                                                      | Dış Pazar       | 8  | 2,9792   | 52,13         |         |       |
|                                                                      | İç ve Dış Pazar | 62 | 2,6425   | 42,64         |         |       |
|                                                                      | Toplam          | 82 |          |               |         |       |

Tablo 36'daki Kruskal-Wallis Testi sonuçlarına göre firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile firmaların hedef pazarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır hipotezine ait anlamlılık değeri  $p=0,021$  olduğundan  $H_{27}$  hipotezi kabul edilmiştir. Diğer hipotezlere ait anlamlılık değerleri  $p>0,05$  olduğunda reddedilmişlerdir.

Kurulan hipotezler Spearman Korelasyon analizi ile test edilmiştir. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Ana değişkenler arasındaki  $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7, H_8, H_9$  hipotezleri bulgular tarafından desteklenmiş  $H_{10}$  hipotezi ise reddedilmiştir. Ancak değişkenlerin boyutlarına ilişkin yapılan analizlerde kurulan 20 hipotezin 1 tanesi analiz bulguları tarafından desteklenmiş, 19 tanesi ise desteklenmemiştir. Hipotezlere ilişkin özet sonuçlar Tablo 37'da sunulmuştur.

**Tablo 37.** Hipotezlere İlişkin Özet Tablo

|                | Hipotezler                                                                                                                                                                                        | Desteklendi/<br>Desteklenmedi | Anlamlılık<br>Değeri ( $p$ ) |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Genel Yaklaşım | $H_1$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında ilişki vardır.                                                                | Desteklendi                   | 0,000                        |
|                | $H_2$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki vardır.                               | Desteklendi                   | 0,006                        |
|                | $H_3$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.                                                                             | Desteklendi                   | 0,001                        |
|                | $H_4$ : Firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.                                          | Desteklendi                   | 0,001                        |
| Organizasyon   | $H_5$ : Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki vardır | Desteklendi                   | 0.000                        |
|                | $H_6$ : Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.                                              | Desteklendi                   | 0.011                        |
|                | $H_7$ : Firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.           | Desteklendi                   | 0.000                        |
| İşbirliği      | $H_8$ : Firmaların Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ilişki vardır.                                                          | Desteklendi                   | 0,037                        |
|                | $H_9$ : Firmaların Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.                       | Desteklendi                   | 0.000                        |

|                         |                                                                                                                                                                               |               |       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|
| Altyapı                 | H <sub>10</sub> : Firmaların Endüstri 4.0'dan bekledikleri fayda ile Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında ilişki vardır.          | Desteklenmedi | 0,601 |
| Firma Ciro Büyüklüğü    | H <sub>11</sub> : Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.                                                        | Desteklenmedi | 0,419 |
|                         | H <sub>12</sub> : Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.                           | Desteklenmedi | 0,410 |
|                         | H <sub>13</sub> : Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıklıkları bakımından fark vardır.              | Desteklenmedi | 0,387 |
|                         | H <sub>14</sub> : Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.                                                      | Desteklenmedi | 0,280 |
|                         | H <sub>15</sub> : Farklı miktarda gelire sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.                             | Desteklenmedi | 0,672 |
| İşletme Büyüklük Ölçeği | H <sub>16</sub> : Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.                                                        | Desteklenmedi | 0,581 |
|                         | H <sub>17</sub> : Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.                           | Desteklenmedi | 0,340 |
|                         | H <sub>18</sub> : Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıklıkları bakımından fark vardır.              | Desteklenmedi | 0,326 |
|                         | H <sub>19</sub> : Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.                                                      | Desteklenmedi | 0,296 |
|                         | H <sub>20</sub> : Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.                             | Desteklenmedi | 0,179 |
| Müşteri Boyutu          | H <sub>21</sub> : Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından fark vardır.                                        | Desteklenmedi | 0,689 |
|                         | H <sub>22</sub> : Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'a organizasyon ve strateji boyutunda yaklaşım bakımından fark vardır.           | Desteklenmedi | 0,72  |
|                         | H <sub>23</sub> : Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla sağlanan ilişki sıklıkları bakımından fark vardır. | Desteklenmedi | 0,273 |
|                         | H <sub>24</sub> : Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından fark vardır.                                      | Desteklenmedi | 0,728 |
|                         | H <sub>25</sub> : Farklı sayıda müşteriye ürün ve hizmet sunan firmalar arasında Endüstri 4.0 altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından fark vardır.             | Desteklenmedi | 0,895 |
| Hedef Pazar             | H <sub>26</sub> : Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.                                   | Desteklenmedi | 0,184 |
|                         | H <sub>27</sub> : Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.    | Desteklendi   | 0,021 |
|                         | H <sub>28</sub> : Firmaların hedef pazarına göre kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.   | Desteklenmedi | 0,604 |

|  |                                                                                                                                                                                   |               |       |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|
|  | H <sub>29</sub> : Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.                                    | Desteklenmedi | 0,809 |
|  | H <sub>30</sub> : Firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. | Desteklenmedi | 0,071 |



## SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasında, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan üretim modelinin EOSB içerisinde hizmet veren firmalar tarafından ne ölçüde benimsendiğini belirlemek ve bu teknolojiye ait ileriye dönük ne tür bir yatırım yapma düşünceleri olduğunu belirlemek için bir anket çalışması yapılmıştır.

Hazırlanan anketin EOSB’de faaliyet gösteren 138 firma üzerine uygulanması planlanmıştır. Fakat katılımcıların anket maddelerini oluşturan sorulara tam hâkim olmamaları ve anketi doldurmada tereddütler yaşamalarından dolayı analizler 82 firmadan alınan geçerli veriler üzerine uygulanmıştır.

Anket çalışması yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Anketin ilk bölümünde firmaya ait demografik yapıyı belirlemek amacıyla 8 soru sorulmuştur. Firmaların Endüstri 4.0’a genel yaklaşımlarını belirlemek için 8 adet, strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımlarını belirlemek için 7 adet, Endüstri 4.0 konusunda işbirliği düzeylerini belirlemek için 4 adet, Endüstri 4.0’dan bekledikleri fayda düzeyini ölçmek için 5 soru ve Endüstri 4.0’ı oluşturan altyapı teknolojilerini kullanma seviyelerini belirlemek için 12 adet soru olmak üzere toplam 44 soru firmalara yöneltilmiştir.

Anketi dolduranların, %35,4’ü Şirket Sahibi, %29,3’ü Müdür/Yönetici, %26,8’i Mühendis ve %8,5’de Destek Personelidir.

Araştırmayı oluşturan anket sorularının güvenirlik analizleri yapılmıştır. Güvenirlik analizi için literatürde en çok kullanılan yöntem olarak Cronbach Alfa istatistiği uygulanmıştır.

Endüstri 4.0 genel yaklaşım ölçeğindeki maddeler firma yetkililerinin dijital dönüşüm konusundaki bilgi düzeylerini tespit etmek için hazırlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarında Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim maddesine verilen cevapların ortalaması kararsızım düzeyinde çıkmıştır. Bu tespit Özkurt (2016) tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlar ile uyumludur.

H<sub>1</sub> hipotezi ile firmaların Endüstri 4.0’a genel yaklaşımları ile strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları arasında ilişki incelenmiştir. Söz konusu hipotezlerin sınanması amacıyla oluşturulan değişkenler arası spearman korelasyon matrisi oluşturulmuştur. %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve orta dereceli pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur. ( $r=0,658$ ,  $p<0,05$ ). Bu durumda H<sub>1</sub> hipotezinin analiz bulguları tarafından desteklenerek kabul edilmiştir. Hipotezin kabul edilmesinin anlamı

firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımlarındaki tutumları olumlu yönde artıkça, firmaların Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki tutumları da olumlu yönde artmaktadır.

H<sub>2</sub> hipotezi ile firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile diğer kurum ve kuruluşlar ile Endüstri 4.0 konusunda sağlanan işbirliği sıklıkları arasında ilişki incelendiğinde ( $r=0,299$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan H<sub>2</sub> hipotezinin kabul edilmiştir.

H<sub>3</sub> hipotezi firmaların Endüstri 4.0'a genel yaklaşımları ile Endüstri 4.0'dan beklenen avantajlar arasında ( $r=0,374$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan firmalarda Endüstri 4.0'a genel tutumlarındaki olumlu yaklaşımlar artıkça Endüstri 4.0'dan beklenen fayda da artmaktadır hipotezi kabul edilmiştir.

H<sub>4</sub> hipotezi için ( $r=0,349$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan firmaların Endüstri 4.0'a genel tutumlarındaki olumlu yaklaşımlar artıkça Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi de artmaktadır. Korelasyon ilişkisinin zayıf olmasına rağmen H<sub>4</sub> hipotezinin analiz bulguları tarafından desteklenerek kabul edilmiştir.

H<sub>5</sub> hipotezinin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak ( $r=0,526$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan orta kuvvette ve pozitif bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır. Daha açık bir ifade ile firmaların Endüstri 4.0'a yaklaşımlarındaki olumlu tutumlar artıkça firmaların Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi de artmaktadır. Bu durumda hipotez kabul edilmiştir.

H<sub>6</sub> hipotezinin değerleri ( $r=0,400$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan hipotezin kabul edildiği söylenebilir. Buda firmaların Endüstri 4.0'a yaklaşımlarındaki olumlu tutumlar artıkça Endüstri 4.0'dan beklenen fayda düzeyi de artmaktadır.

H<sub>7</sub> hipotezinin değerleri ( $r=0,529$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan firmaların Endüstri 4.0'a yaklaşımlarındaki olumlu tutumlar artıkça Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi de artmaktadır ifadesinin kabul edilmiştir.

Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi ile Endüstri 4.0'dan beklenen fayda arasında ( $r=0,230$ ,  $p<0,05$ ) olduğundan pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur. Firmalarda Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi artıkça Endüstri 4.0'dan beklenen fayda da artmaktadır. Bu durumda H<sub>8</sub> hipotezinin kabul edilmiştir.

H<sub>9</sub> hipotezinin ( $r=0,468$ ,  $p<0,05$ ) değerlerini bakıldığında firmalarda Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi artıkça Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi artmaktadır hipotezinin kabul edilmiştir.

H<sub>27</sub> hipotezinin kabul anlamlılık değeri  $p=0,021$  olduğundan firmaların hedef pazarına göre Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutundaki yaklaşımları ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Anket analiz sonuçları incelendiğinde Endüstri 4.0'a ait genel yaklaşım kavramlarına ait verilen cevapların kararsız düzeyinde olması bu teknolojinin EOSB içerisindeki firmalar tarafından tam olarak anlaşılmadığı ve firmalar tarafından önemsenmediği algısını oluşturmaktadır. Bunun temel sebebi ise bölgesel olarak faaliyet gösteren bu firmaların küresel rakipleri hakkında bilgi sahibi olmamaları ve bu konuda gerekli olan bilgilendirme faaliyetlerine katılmamalarıdır. Bu sorunu çözebilmek için özellikle EOSB yönetiminin bilgilendirme toplantılarına gerekli önemi göstermeleri gerekmektedir.

Dell Technologies Dijital Dönüşüm Endeksi sonuçlarına işletme yöneticilerinin %82'si dijital dönüşümün şirketler açısından hayati öneme sahip olduğunu ve bu dönüşümün gelecekte sektörlerinde ayakta durmalarını sağlayacak önemli bir yenilik olduğunu belirtmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada EOSB içerisindeki işletme yöneticilerinin %40,3 dijital dönüşüm gerekliliği konusunda olumlu cevaplar vermiştir. Bu oran işletme yetkililerince bu dönüşümün tam olarak algılanmadığını ve uzun dönem içerisinde işletmelerinin karşılaşacağı zorluklara hazırlıklı olmadıklarını göstermektedir.

Dülger'in (2006) Adana OSB, Sungur'un (2007) TR61 bölgesi ve Ünlü (2012) Kayseri OSB için yapmış oldukları çalışmalarda da yerel işbirliği düzeyinin düşük olduğu belirtilmiştir. EOSB bünyesindeki firmaların yerel aktörlerden üniversiteler ve teknoparklar ile işbirliği analizleri sonucu nadiren düzeyinde çıkmıştır. Firmaların üniversiteler ile tam anlamıyla işbirliği sağlayamamış olmaları dijital dönüşüm sürecinde geri kalmalarının en önemli unsurları arasındadır.

Sanayideki bu devrim şuan halen başlangıç seviyesindedir. Başlangıç aşamasında olmasına rağmen çok hızlı bir teknolojik ilerleme göstermektedir. Endüstri 4.0 gerçek manada hayata geçtiği zaman sektörlerdeki birçok yapıyı tamamen değiştirecektir. Firmaların Endüstri 4.0'ın getireceği teknolojik yeniliklere en kısa zamanda uyum sağlayabilmeleri için teknik destek sağlanmalıdır.

EOSB'deki firmaların mevcut alt yapıları incelendiğinde yeni üretim modelleri açısından yetersiz olduğu görülmüştür. Özellikle yurtdışı rakiplerinin kullanmış olduğu teknolojiler incelendiğinde bu firmaların uzun vadede mevcut sistemleri ile rekabet etme güçlerini kaybedecekleri görülmüştür. Sürdürülebilir bir rekabet ortamını sağlayabilmek için teknolojik gelişmelerin firma yetkilerine doğru bir şekilde paylaşılabileceği platformlar oluşturulmalıdır.

Endüstri 4.0 kavramı ele alınırken sadece bu teknolojiyi oluşturan dijital sistemlere yönelik çalışmaları tek başına ele almak yeterli değildir. Bununla birlikte bu yeni üretim modelinin gereksinim duyacağı yeni iş kollarında da yeterli işgücünü sağlayabilmek için gerekli adımlar atılmalıdır. Bu kapsamda öncelikle üniversitelerdeki eğitimin bu yeni meslek dallarını kapsayacak şekilde yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Dünya siyasetinde söz sahibi ülkeler ekonomik yönden güçlü olan ülkelerdir. Ülke ekonomilerinin istikrarlı şekilde büyümeye devam etmesi sanayi alanındaki gelişmelere uyum sağlaması ile mümkündür. Erken dönem sanayi devrimlerine ilk uyum sağlayan ülkeler ekonomik olarak baskın duruma geçmiştir. Türkiye olarak bulunduğumuz zorlu coğrafya içerisinde mevcut durumumuzu korumak ve daha ileriye taşımak için teknolojik gelişmeleri en üst seviyede yakalamak zorundayız. Bunun içinde 21.yüzyılın üretim teknolojisi olan Endüstri 4.0 kapsamlı bir şekilde ele alınmalı ve toplumun her kademesinde tartışılarak kapsamlı bir stratejik plan hazırlanmalıdır.

Araştırmanın yalnızca Elazığ OSB'de 82 firma üzerinde gerçekleştirilmiş olması önemli bir kısıtı oluşturmaktadır. Bu kapsamda farklı illerde bulunan OSB'ler üzerine yapılacak benzer araştırmalar ile araştırma sonucumuz karşılaştırılarak farklılıklar tespit edilebilir. Araştırmanın yeni modellerle Endüstri 4.0 oluşturan farklı yapılar üzerine odaklanarak yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda araştırmada kullanılan ölçeği oluşturan maddeler Endüstri 4.0'a ait detaylı teknik bilgileri kapsayacak şekilde genişletilerek, sadece OSB içerisindeki firmalar ile sınırlı kalmayarak Türkiye genelinde daha büyük ölçekli firmalara uygulanarak Türkiye'nin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyi tespit edilebilir.

## KAYNAKLAR

- Ak, D., Endüstri 4.0'ın Çalışma İlişkileri ve Emek Sürecine Etkileri Üzerine Bir İnceleme, (Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi ), Antalya, 2018, s.70.
- Ak, U., Endüstri 4.0 Uygulamalarının Makine Verimliliğine Etkisi ve Beyaz Eşya Üretim Sektöründe Bir Uygulama, (İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018, s.239.
- Akbaba, A. İ., Dördüncü Endüstri Devrimine Geçiş Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımının Teknoloji Kabul Modeliyle Ölçümlenmesi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Araştırma, (Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi), Erzurum, 2018, s.161.
- Akgül A., Çevik O., İstatiksel Analiz Teknikleri, Emek Ofset, Ankara, 2003.
- Akyıldız I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E., “Wireless sensor networks: a survey”, Computer Networks 38, 2002 s.393–422.
- Albertin, L. A., Albertin, M. R. M., “A internet das coisas irá muito além das coisas.”, Gvexecutivo, 16 (2), 2017 s.13-17.
- Alipour S. P., Ustundag A., Cevikcan E., Kaya I., Cebi S., "Technology Road map for Industry 4.0." In Industry 4.0: Managing The Digital Transformation, 2018, s. 95-103.
- Altunışık R., Coşkun R., Bayraktaroğlu S., Yıldırım E., “Sosyal Bilimlerde araştırma Yöntemleri”, Sakarya Kitabevi, Sakarya, 2005.
- Andaç, S., The comparison of industry 4.0 implementations between Turkey and EU countries, (Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2019 s.95.
- Aras, A., Endüstri 4.0 Ve Robotik Sistemlerde Sanal Gerçeklik Uygulaması, (Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli, 2018, s.89
- Arkan, Ö., Endüstri 4.0 Kavramı Ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi, (İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul ,2018, s.81
- ARML, "ARML 2.0 SWG". Open Geospatial Consortium website, 2013.
- Ashraf A. H., “Implementing cloud computing in Ministry of Justice in Jordan”, Journal of Information Engineering and Applications, 2015.

- Atak, G., Impact Factors And Current Issues On Technology Development For Industry 4.0 Transformation In Technopark Companies: The Case Of Turkey,( İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018, s.215
- Ataman, A. C., Savunma Sanayinde Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Tereddütlü Bulanık Ahp Yöntemi İle Önceliklendirilmesi, (Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018 s.102
- ATDE,Accenture Türkiye Dijitalleşme Endeksi 2016
- Azuma R., Bailiot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B., “Recent Advances in Augmented Reality”, Computers & Graphics, 2001.
- Baenaa F., Guarina A., Moraa J., Sauzab J., Retatc S., “Learning Factory: The Path to Industry 4.0”, Procedia Manufacturing 9, 2017, s.73 – 80
- Baheti R., Gill H., “Cyber-physical Systems”, The Impact of Control Technology, 2011
- Bahrin M.A.K., Othman M. F., Azli N.H.N., Talib M.F., “Industry 4.0: A Review On Industrial Automation And Robotic”, 2016, s.137–143
- Barile S., Piciocchi P., Bassano C., Spohrer J., Pietronudo M. C., “Re-defining the Role of Artificial Intelligence (AI) in Wiser Service Systems”, Advances in Intelligent Systems and Computing 787,2018, s. 159-170.
- Berkusun, E., Sanayide Endüstri 4.0 Süreçleri: Çorum Sanayisinde Bir Uygulama, (Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), Çorum 2018 s.69
- Bilim,Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,“İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası”,2017.
- Bordeleau F., Mosconi E., Antonio De Santa-Eulalia L., “Business Intelligence in Industry 4.0: State of the art and research opportunities”, Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, 2018, s.3944-3953
- Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M., “How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective”, International Scholarly and Scientific Research & Innovation 8(1), 2014, s.37-44
- Cansız M., “Türkiye’de Organize Sanayi Bölgeleri Politikaları ve Uygulamaları.” Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, 2010.
- Carr J., “An Introduction to Genetic Algorithms”, 2014, s.1
- Cesare A., “ Intelligence for Embedded Systems”, Springer Verlag, 2014.

- Chen L. D., Sakaguchi T., Frolick M. N., “Data Mining Methods, Applications, and Tools”, Information Systems Management, 2006,5
- Chui M., Löffler M., Roger. R., "The Internet of Things". McKinsey Quarterly. McKinsey & Company, 2014.
- CRO Forum, “The Smart Factory – Risk Management Perspectives “,2015.
- Contreras J.D. , Garcia J.I., Pastrana J.D., “ Developing of Industry 4.0 Applications”, iJOE – Vol. 13, No. 10, 2017, s.30-47
- Çakmak, M., Impacts Of Industry 4.0 On Labour Force And Business Organizations: A Qualitative Analysis Of Consultants, Experts And Unions’ Introspections,( İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018 s.153
- Çalışkan D., Cezeri’nin Olağanüstü Makineleri, , Papersense Yayınevi, 2015
- Çevik, G. Z., Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye’nin Yerine İlişkin Güncel Ve Gelecek Eksenli Bir Analiz, (Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018, s.97
- Çıkдын, M. B., İşletmelerin Organizasyon Yapısı Ve Kaynakları Açısından Endüstri 4.0 Eğiliminin Değerlendirilmesi: Antalya İli Örneği, (Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi ), Antalya, 2018 s.114
- Dağdemir Ö. , “A New Strategy Within The Industrialization Of Turkey:Collaboration Of Export-Led Industrialization With IMPO”, 24th International Academic Conference, 2016.
- Delicato F.C., Al-Anbuky A., Wang, K., "Smart Cyber-Physical Systems: towards Pervasive Intelligence systems". Future Generation Computer Systems. Elsevier, 2018.
- Deng L., Liu Y., “A Joint Introduction to Natural Language Processing and to Deep Learning”, Deep Learning in Natural Language Processing, 2018, s.2
- Dilberoglu U.M., Gharehpapagha B., Yamana U., Dolena M., “The role of additive manufacturing in the era of Industry 4.0”, Procedia Manufacturing 11, 2017,s.545 – 554
- Dinler Z., Bölgesel İktisat, Ekin Kitabevi Yayınlar, 2001, s. 61,62
- Doug L., "3B data management: Controlling data volume, velocity and variety". META Group Research Note, 2001

- Drath R., Horch, A., “Industrie 4.0: Hit or Hype?”, IEEE Industrial Electronics Magazine, 8(2), 2014..
- Echos L., "Les Echos – Big Data car Low-Density Data ? La faible densité en information comme facteur discriminant – Archives". Lesechos, 2017.
- Effiom L., Udah E. B., “Industrialization and Economic Development in A Multicultural Milieu: Lessons for Nigeria” , British Journal of Economics, Management & Trade, 2014.
- Erçağ, G., 4. Endüstri Devrimi İçin Yol Haritası Belirlenmesinde Farklı Ülke Örneklerinin İncelenmesi Ve Türkiye İçin Model Önerisi, (Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), Sakarya, 2017, s.92
- Erl T., Khattak W., Buhler P., “Big Data Fundamentals Concepts, Drivers & Techniques”, Prentice Hall PTG, 2016, s.61
- Ersue M., Romascanu D., Schoenwaelder J., Sehgal A., "Management of Networks with Constrained Devices: Use Cases". IETF Internet Draft, 2014.
- ESF, “Domain Group 3B Printing Workshop Notes”, European social fund, 2013
- Eyüboğlu D., 2000’li Yıllarda Organize Sanayi Bölgelerimiz, 2001.
- Fitzgerald J., Larsen, P. G., Verhoef M., “Collaborative Design for Embedded Systems”, Springer Verlag, 2014.
- Furht B., Villanustre F., “Big Data Technologies and Applications”, 2016, s.3.
- Gattulloa M., Scuratib G. W., Fiorentinoa M., Uvaa A. E., Ferrise F., Bordegonib M., “Towards augmented reality manuals for industry 4.0: A methodology”, Robotics and Computer Integrated Manufacturing 56, 2019, s. 276–286
- GCR, The Global Competitiveness Report 2015–2016
- GCR, The Global Competitiveness Report 2018
- Gerlitz L., “Design Management As A Domain Of Smart And Sustainable Enterprise: Business Modelling For Innovation And Smart Growth In Industry 4.0”, The International Journal, 2016, s.244-268
- GITR, The Global Information Technology Report 2016
- Grzybowska K., Łupicka A., “Key competencies for Industry 4.0”, Economics & Management Innovations (ICEMI) 1(1), 2017, s.250-253
- Gubbia J., Buyyab R., Marusic S., Palaniswami M., “Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions”, Future Generation Computer Systems 29, 2013 s.1645–1660.

- Guo Y., Hu X., Hu B., Cheng J., Zhou M., Kwok Ri. Y. K., “Mobile Cyber Physical Systems: Current Challenges and Future Networking Applications”, IEEE 2017
- Guyon I., Amine R., Tamayo S., Fontane F., “Analysis of the opportunities of industry 4.0 in the aeronautical sector”, hal-02063948, 2019
- H2020 CREMA – “Cloud-based Rapid Elastic Manufacturing”. Crema-project.eu. , 2016
- Hakak N. M., Mohd M., Kirmani M., Mohd M., “Emotion analysis: A survey”, International Conference on Computer, Communications and Electronics, 2017, s.397-402
- Hermann M., Pentek T., Otto B., “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios”, 49th Hawaii International Conference on System Sciences, 2016, s.3929.
- Huang Z., Li W., Hui, P., Peylo, C., “CloudRidAR: A Cloud-based Architecture for Mobile” Augmented Reality Proceeding of MARS'14, 2014, s.2.
- Ibtihaj A., Zarrar M. K., Takreem S., Saad R., “Security Aspects of Cyber Physical Systems”, 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS), 2018, s.5.
- Ivanov, D., Dolgui A., Sokolov B., Werner F., Ivanova M., “ A dynamic model and an algorithm for shortterm supply chain scheduling in the smart factory Industry 4.0”, International Journal of Production Research, 2016, s.386–402
- İnternet 1: “Industrial Revolution”, <http://www.history.com/topics/industrial-revolution>, erişim: 28.09 2018.
- İnternet 2: Oxford Dictionaries: [www.oxforddictionaries.com/definition/big-data](http://www.oxforddictionaries.com/definition/big-data), erişim:27.08.2018.
- İnternet 3: <https://www.btgunlugu.com/dell-technologies-dijital-donusum-endeksi/>
- İnternet 4: <http://www.endustriotomasyon.com/tr/icerik/sayfa/farkli-acilardan-endustri-4.0> erişim:3.09.2018.
- Johnson R., “Cyber Risk”, A Joint Hull Committee paper in conjunction with Stephenson Harwood, 2015.
- Joseph F. Hair Jr. William C. Black, Barry J. Babin Rolph E. Anderson, “ Multivariate Data Analysis”, 2014, s.39
- Juan C., Castilla R., Simon W. “Planetary Skin: A Global Platform for a New Era of Collaboration,” Cisco IBSG, 2009.
- Kagermann H., Lukas W., Wahlster W., “Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution“, VDI nachrichten 13, 2011.

- Kagermann H., Wahlster W., Helbig J., "Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group", Frankfurt, 2013.
- Kalaycı Şeref vd., "SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri", 2006
- Kalloniatis C., "Increasing Internet Users Trust in the Cloud Computing Era: The Role of Privacy", *Journal of Mass Communication & Journalism*, 2016.
- Kang W. M., Moon S. Y., Park J. H., "An enhanced security framework for home appliances in smart home". *Human-centric Computing and Information Sciences*. 7, 2017, s:1-12.
- Karagöl B., "3B Printing: What does it oer and for whom?", *Science And Technology Policies Research Center*, 2016.
- Karagöz Y., "SPSS ve AMOS Uygulamalı İstatistiksel Analizler", Nobel Yayınevi, 2016
- Kasımoğlu, B., Endüstri 4.0'ın İnteralojistik Sistemler Üzerine Getireceği Etkiler, (Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018 s.74
- Khaitan S. K., McCalley J. D., "Design Techniques and Applications of Cyber ", *IEEE Systems Journal*, 2014.
- Khine K. L. L., Nyunt T. T. S., "Predictive Big Data Analytics Using Multiple Linear Regression Model", *Advances in Intelligent Systems and Computing* 744, 2019, s.11
- Kim, H.-Y., "Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis.", *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(1), 2013, s.52-54.
- Kim G. B., Lee S., Kim H., Yang D. H., Kim Y. H., Kyung Y. S., Kim C. S., Choi S. H., Kim B. J., Ha H., Kwon S. U., Kim N., "Three-Dimensional Printing: Basic Principles and Applications in Medicine and Radiology", *Korean J Radiol* 17(2), 2016, s.182-197
- Kodama H., "Automatic Method for Fabricating a Three Dimensional Plastic Model with Photo Hardening Polymer", *Rev Sci Instrum*, 1981, s.1770-1773.
- Kohavi R., Longbotham R., "Online Controlled Experiments and A/B Tests", *Machine Learning and Data Mining*, 2015, s.4

- Konta A. A., Pina M. G., Serrano D. R., "Personalised 3D Printed Medicines: Which Techniques and Polymers Are More Successful?", *Bioengineering* 4, 2017, s.2-16
- Kruth J- P., Mercelis P., Vaerenbergh V. J., Froyen L., Rombouts M., "Binding mechanisms in selective laser sintering and selective laser melting", *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 11, 2005, s.26-36.
- Laney, D. , "3D data management: Controlling data volume, velocity, and variety", Meta Group, Stamford, Connecticut, 2001
- Lee E. "Cyber Physical Systems: Design Challenges". University of California, Berkeley Technical Report No. UCB/EECS-2008-8, 2008.
- Lee J., Bagheri B., Kao H., "Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics", *Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN)* ,2014. s.3.
- Lee J., "Smart Factory Systems", *Informatik Spektrum*, 2015, s.230-235.
- Lee J., Bagheri B., Kao H., "A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems", *Manufacturing Letters* 3, 2015, s.18–23
- Lelli F., "Interoperability of the Time of Industry 4.0 and the Internet of Things", *Future Internet* 2019, s.36; 1-13
- Liu Y., Xu X., "Industry 4.0 and Cloud Manufacturing: A Comparative Analysis", *Journal of Manufacturing Science and Engineering* Vol. 139, 2017, s.1-8
- Lom M., Pribyl O., Svitek M., "Industry 4.0 as a Part of Smart Cities", *Smart Cities Symposium Prague*, 2016
- Lu Y., " Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues", *Journal of Industrial Information Integration* 6, 2017, s.1–10
- Mabkhot M. M., Al-Ahmari A. M., Salah B., Alkhalefah H., "Requirements of the Smart Factory System: A Survey and Perspective", *Machines — Open Access Journal of Engineering*, 2018, s.4.
- Malik A., "Creating Competitive Advantage through Source Basic Capital Strategic Humanity in the Industrial Age 4.0", *Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Volume 4, 2019, s. 209-215
- Mann C. C., "The End of Moore's Law?" , *Technology Review*, 2000

- Mansuri A. M., Rathore P. S., "Cloud Computing: A New Era in the Field of Information Technology Applications and its Services", American Journal of Information Systems. 2014
- Manyika J., Chui M., Brown B., Bughin J., Dobbs R., Roxburgh C., Byers A. H., "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity" , McKinsey Global Institute, 2011, s.27-31.
- Marcon P., Zezulka F., Vesely I., Szabo Z., Roubal Z., "Communication Technology for Industry 4.0", Progress In Electromagnetics Research Symposium, 2017, s.1694-1697
- Mattern F., Floerkemeier C., "From the Internet of Computers to the Internet of Things", Distributed Systems Group, Institute for Pervasive Computing, ETH Zurich, 2010, s.1.
- McNeese T. , "The Industrial Revolution", Milliken Publishing Company, 2000, s.8.
- Mell P., Grance T., The NIST Definition of Cloud Computing, National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-145, 2011
- Meola A., "Why IoT, big data & smart farming are the future of agriculture". Business Insider. Insider, Inc. 2016.
- Mijwel M. M., "History of Artificial Intelligence", Researchgate, 2015, s.1-7.
- Miorandi D., Sicari S., Pellegrini F., Chlamtac I., "Internet of things: Vision, applications and research challenges", Ad Hoc Networks 10, 2012 s.1497–1516.
- Mittal S., "Cloud Computing", International Journal of Academic Research and Development, 2018.
- Mueller E., Chen X. L., Riedel R., "Challenges and Requirements for the Application of Industry 4.0: A Special Insight with the Usage of Cyber-Physical System", Chin. J. Mech. Eng., 2017, s. 1050–1057.
- Morgan, G.A., Leech, N.L., Gloeckner, G.W., ve Barrett, K.C., "IBM SPSS for Introductory Statistics", 5th ed. New York and London: Routledge, 2013.
- Nadarajan G. "Islamic Automation: A Reading Of Al-Jazari's The Book Of Knowledge Of Ingenious Mechanical Devices (1206)", Foundation for Science Technology and Civilisation, 2007, s.1-16.
- Niggemann O., Jasperneite J., "Intelligente Assistenzsysteme zur Beherrschung der Systemkomplexität in der Automation", atp edition 9 , 2012, s.39.

- Onat E., “Organize Sanayi Bölgeleri (Fiziki Planlama Esaslar-)", Ankara: T.T.S.D.O.B.B. Yayın, 1969, s. 9.
- Özdamar K. “Ölçek Ve Test Geliştirme", Nisan Yayınevi, 2016.
- Özkurt, C., Endüstri 4.0 Perspektifinden Türkiye’de İmalat Sanayinin Durumu: Sakarya İmalat Sanayi Üzerine Bir Anket Çalışması, (Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), Sakarya, 2016,s.137.
- Öztürk, M. G., Integration of logistics to Industry 4.0: A logistics firm case, (Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi) , İzmir, 2018 s.112
- Padmapriya G., “Cloud Computing”, International Journal of Engineering Science Invention , 2013.
- Panigrahi R., Ghose M.K., Pramanik M., “Cloud Computing: A new Era of Computing in the Field of Information Management”, International Journal of Computer Science Engineering (IJCSE), 2013 s.189-195
- Pieroni A., Scarpato N., Brilli M., “Industry 4.0 Revolution In Autonomous And Connected Vehicle A Non-Conventional Approach To Manage Big Data”, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2018. Vol.96. No 1
- Prinza C., Morlocka F., Freitha S., Kreggenfelda N., Kreimeiera D., Kuhlenköttera B., “Learning Factory modules for smart factories in Industrie 4.0”, Procedia CIRP 54, 2016, s.113 – 118
- Rachel M., “Augmented Reality Is Finally Getting Real” 2012, erişim:3.09.2018.
- Rad C., Hancu O., Takacs I., Gheorghe O., "Smart Monitoring of Potato Crop: A Cyber-Physical System Architecture Model in the Field of Precision Agriculture". Conference Agriculture for Life, Life for Agriculture. 6: 2015 s.73–79.
- Radanliev P., Roure D.C., Nurse J.R.C.; Montalvo R.M., Burnap P., “ Supply Chain Design for the Industrial Internet of Things and the Industry 4.0”, Oxford e-Research Centre, 2019, s.1-10
- Rajkamal R., Rajenderan P., “Cloud Computing Technology”, International Journal of Engineering and Techniques, 2015.
- Rajkumar R., Lee I., Sha L., Champaign U., Stankovic J.,“Cyber-Physical Systems: The Next Computing Revolution”, Design Automation Conference, 2010.
- Reinsel D., Gantz J., Rydning J., “Data Age 2025:The Evolution of Data to Life-Critical Don’t Focus on Big Data; Focus on the Data That’s Big”, An IDC White Paper,2017, s.3.

- Roblek V., Meško M., Krapež A., “ A Complex View of Industry 4.0”, SAGE Open, 2016, s.1-11
- Rossit D. A., Tohmé F., Frutos M., “Industry 4.0: Smart Scheduling”, International Journal of Production Research, 2018, s.1-13
- Sackey S.M., Bester A., “Industrial Engineering Curriculum In Industry 4.0 In A South African Context”, South African Journal of Industrial Engineering , 2016, s.101-114
- Sang Y., Shen H., Inoguchi Y., Tan Y., Xiong N., “Secure Data Aggregation in Wireless Sensor Networks: A Survey”, 2006, s. 315–320.
- Sarıkulak, Ö., Endüstri Devrimlerinin Performans Göstergelerine Etkilerinin İncelenmesi İle Endüstri 4.0 Analizi, (Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), Ankara, 2018 s.306
- Schwab K. , “The Fourth Industrial Revolution”, World Economic Forum, 2016, s.7-12.
- Schoenberger C.R., “The internet of things”. Forbes Magazine, March 18, 2002.
- Schueffel P., “The Concise Fintech Compendium”. School of Management ,2017, s.2.
- Sedefçi, K., Endüstri 4.0 Bakış Açısıyla Nesnelerin İnterneti Ve Müşteri Deneyimi Açısından İncelenmesi, (Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi ), İstanbul, 2018, s.154
- Sercan, M. R., Türkiye’nin Endüstri 4.0 Potansiyeli Ve Seçilmiş Ülkeler İle Karşılaştırılması, (Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi) , Ankara, 2019 s.151
- Shrouf F., Ordieres J., Miragliotta G., “Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy”, IEEE Proceedings , 2014, s.697-701
- Siemens, “3B printing Facts & Forecasts”, 2014.
- Simandan D., “Industrialization”, Elsevier 2009.
- Skilton M., Hovsepian F., “The 4th Industrial Revolution”, Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business, 2018 s.69.
- Ślusarczyk B., “Industry 4.0 – Are We Ready?”, Polish Journal Of Management Studies Vol.17 No.1, 2018, s.232-248
- Stachová K., Papula J., Stacho Z., Kohnová L., “External Partnerships in Employee Education and Development as the Key to Facing Industry 4.0 Challenges”, Sustainability, 2019, s.345 1-19

- Stauba S., Karaman E., Kaya S., Karapınara H., Güvena E., “Artificial Neural Network and Agility”, *Social and Behavioral Sciences* 195, 2015, s.1477-1485.
- Stearns P. N. , “The Industrial Revolution in World History”, Westview Press, 2013, s.21-26.
- Steuer J., “Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence”, *Journal of Communication*; 1992, s.74.
- Sofia C., Silva R., Fonseca M., “Advanced Analytics: Moving Forward Artificial Intelligence (AI), Algorithm Intelligent Systems (AIS) and General Impressions from the Field” *Advances in Intelligent Systems and Computing* 764, 2018, s. 308-317.
- Sommer L., “Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?”, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2015, s.1512-1532
- Sukode S., Gite S., Agrawal H., “Context Aware Framework In Iot: A Survey”, *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, Volume 4, No.1, 2015, s.1-9
- Sung T.K., “Industry 4.0: A Korea perspective”, *Technological Forecasting & Social Change* 132, 2018, s. 40–45
- Tabuada P., “Cyber-Physical Systems: Position Paper”, 2018.
- Thomas H.-J., Lehmann C., Steinhilper R., “The Digital Twin: Realizing the Cyber-Physical Production System for Industry 4.0”, *Procedia CIRP* 61, 2017, s.335 – 340
- Tuğlu, M. E., *Endüstri 4.0’ın Bir Alüminyum Döküm Fabrikasında Uygulanması*, (Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2017, s.137.
- Tupa J., Simota J., Steiner F., “Aspects of risk management implementation for Industry 4.0”, *Procedia Manufacturing* 11, 2017, s.1223 – 1230
- TÜBİSAD, *Türkiye’nin Dijital Ekonomiye Dönüşüm Raporunu*, 2018
- Türkoğlu, E., *Firmaların Endüstri 4.0’a Hazırlık Çalışmalarının Değerlendirilmesi: Bursa İlindeki Uygulaması*, (Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2018 s.74
- Velte A. T., Velte T. J., Elsenpeter R., “Cloud Computing: A Practical Approach”, 2010 s.16

- Vermesan O., Friess P., Guillemin P., Sundmaeker H., Eisenhauer M., Moessner K., Gall F., Cousin P., “ Internet of Things: Converging Technologies for Smart”, Environments and Integrated Ecosystems, 2013 s.7.
- Vyas K., “How the First and Second Industrial Revolutions Changed Our World” ,2018 internet: <https://interestingengineering.com/how-the-first-and-second-industrial-revolutions-changed-our-world> erişim:29.08.2018.
- Wolter M. I., Mönnig A., Hummel M., Schneemann C., Weber E. Zika G., Helmrich R., Maier T., Neuber-Pohl C., “Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft”, IAB Forschungsbericht 8, 2015.
- Weiser M.: “The Computer for the 21st Century”, Scientific American 265(9), 1991:s.66–75.
- Weiss A., Huber A., Minichberger J., Ikeda M., “First Application of Robot Teaching in an Existing Industry 4.0 Environment: Does It Really Work?”, Societies 6, 20, 2016, s.1-21
- Woodruff M. A., Hutmacher D. W., “The Return Of A Forgotten Polymer Polycaprolactone in The 21st century”, Progress in Polymer Science 35, 2010, s. 1217–1256
- Wyatt L. T. , “The Industrial Revolution”, Greenwood Press,2009, s.1.
- Yılmaz, K., Awareness Analysis Of Industry 4.0, (Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans), İzmir, 2018 s.171
- Yin Y., Qin S., “A smart performance measurement approach for collaborative design in Industry 4.0”, Advances in Mechanical Engineering, 2019, s.1–15
- Yoşumaz, İ., Endüstri 4.0'a Geçiş Sürecinde Kurumsal Hafızanın Rolü, (Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi), Afyonkarahisar 2018 s.184
- Yurdakul E.,”Türkiye’de Sanayileşme Sürecinde Organize Sanayi Bölgeleri ve Eskişehir OSB UYGULAMASI”, Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ağustos, 2005, s.44.
- Zambon I., Cecchini M., Egidi G., Grazia M.S., Colantoni A., “Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs”, Processes 7, 2019, s.1-16
- Zorzi M., Gluhak A., Lange S., Bassi A., “From today’s Intranet of Things to a future Internet of Things: a wireless- and mobility-related view”, IEEE Wireless Communications 17, 2010 s.43–51.

## EKLER

## Ek 1. Orijinallik Raporu



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

| ÖĞRENCİ BİLGİLERİ             |                                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Adı-Soyadı                    | Serkan METİN                                                        |
| Öğrenci Numarası              | 141217203                                                           |
| Enstitü Anabilim Dalı         | Teknoloji ve Bilgi Yönetimi                                         |
| Programı                      | Teknoloji ve Bilgi Yönetimi                                         |
| Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı | Prof.Dr. İbrahim TÜRKOĞLU                                           |
| Tez Başlığı (Türkçe)          | İşletmeler İçin Bilgi Yönetimi Modeline Dayalı Karar Destek Sistemi |

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 164 sayfalık kısmına ilişkin, 19 /04 /2019 tarihinde Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %15'tir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç
- 3- Alıntılar hariç/dâhil
- 4- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Yukarıda bilgileri verilen öğrencinin doktora tezi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen azami benzerlik oranlarını aşmadığını ve tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

  
 Prof.Dr. İbrahim TÜRKOĞLU  
 Danışmanın Adı-Soyadı

  
 Dr. Öğr. Üyesi Cem AYDEN  
 Anabilim Dalı Başkanı

Lisansüstü tezler, savunma öncesinde **intihal program raporu** ile birlikte enstitüye teslim edilir.

İntihal raporu ile ilgili olarak etik kurallar dâhilindeki benzerlik oranları ilgili Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenir. (Enstitü Yönetim Kurulu tarafından tezin, intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için TURNITIN'den alınan raporda "benzerlik oranı"nın, "alıntılar hariç" en fazla %10, "alıntılar dâhil" % 30'u geçmemesi şeklinde kabul edilmiştir).

## Ek-2. Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 28/01/2019-308672

T.C.



### FIRAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı :97132852/302.14.01/  
Konu :Etik Kurul Değerlendirmesi

#### YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINA

Anabilim Dalınız öğretim üyesi Prof.Dr.İbrahim TÜRKOĞLU'nun yönetiminde doktora öğrencisi Serkan METİN'e ait "Elazığ Organize Sanayi Bölgesindeki İşletmelerin 4.Sanayi Devrimine Geçiş Alt Yapılarının Değerlendirilmesi" konulu çalışma ile ilgili Etik Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır.  
Prof. Dr. Mehmet Nuri GÖMLEKSİZ  
Kurul Başkanı

Firat Üniversitesi Rektörlüğü 23119 ELAZIĞ/TÜRKİYE

Ayrıntılı bilgi için irtibat : Şenur TATAR

Tel: 0 (424) 237 00 00

Faks: 0 424 2122717

E-Posta: :

Elektronik a@http://www.firat.edu.tr

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

**ETİK KURUL KARARI**

| TOPLANTI TARİHİ | TOPLANTI SAYISI | KARAR NO | ÇALIŞMACININ ADI SOYADI  |
|-----------------|-----------------|----------|--------------------------|
| 24.01.2019      | 17              | 2        | Prof.Dr.İbrahim TÜRKOĞLU |

**KARAR**

**"Elazığ Organize Sanayi Bölgesindeki İşletmelerin 4.Sanayi Devrimine Geçiş Alt Yapılarının Değerlendirilmesi"** konulu çalışma etik kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

|                                             |            |                                                                                     |            |
|---------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Prof. Dr. Mehmet Nuri GÖMLEKSİZ<br>(Başkan) |            |  |            |
| Doç. Dr. Sebahattin DEVECİOĞLU<br>(Üye)     | Bulunamadı | Doç. Dr. Rıfat BİLGİN<br>(Üye)                                                      | İmza       |
| Doç. Dr. Süleyman İLHAN<br>(Üye)            | İmza       | Doç.Dr. Haki PEŞMAN<br>(Üye)                                                        | İmza       |
| Doç. Dr. İrfan EMRE<br>(Üye)                | İmza       | Dr. Öğr. Üyesi Serkan BİÇER<br>(Üye)                                                | İmza       |
| Doç. Dr. Taner YILDIRIM<br>(Üye)            | İmza       | Dr.Öğr. Üyesi Ayşe Ülkü KAN<br>(Üye)                                                | İmza       |
| Doç.Dr. Erkan Turan DEMİREL<br>(Üye)        | İmza       | Dr.Öğr. Üyesi Yunus Emre KARAKAYA<br>(Üye)                                          | Bulunamadı |

### Ek 3. Anket Soruları

#### 4. SANAYİ DEVRİMİ (ENDÜSTRİ 4.0) BİLGİ ÖLÇÜM ANKETİ

Sayın Firma Yetkilisi,

Bu anket formu, Fırat Üniversitesi Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Anabilimdalı doktora çalışmasında kullanılmak üzere İşletmelerin 4. Sanayi Devrimine Geçiş Altyapılarının Değerlendirilmesi ne yönelik veri toplamak amacıyla hazırlanmıştır. Elde edilen veriler bilimsel amacı dışında kullanılmayacaktır. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Saygılarımızla.

Öğr.Görv.Serkan METİN

Prof.Dr. İbrahim TÜRKOĞLU

##### FİRMANIZ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Lütfen şirketinizin adını belirtiniz.

Lütfen kuruluş yılınızı belirtiniz:

Şirketteki pozisyonunuzu en iyi temsil eden aşağıdakilerden hangisidir?

- |                                         |                                           |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Şirket sahibi  | <input type="checkbox"/> Yazılım Uzmanı   |
| <input type="checkbox"/> Müdür/Yönetici | <input type="checkbox"/> Destek Personeli |
| <input type="checkbox"/> Mühendis       | <input type="checkbox"/> Diğer:.....      |

Şirketinizin toplam çalışan sayısı nedir?

- |                                |                                 |                                  |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1-9   | <input type="checkbox"/> 20-49  | <input type="checkbox"/> 100-249 |
| <input type="checkbox"/> 10-19 | <input type="checkbox"/> 50-100 | <input type="checkbox"/> 250+    |

Geçen yılki toplam geliriniz aşağıdakilerden hangisidir?

- |                                                      |                                                       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 500bin TL'den az            | <input type="checkbox"/> 8 milyon TL-24,9 milyon TL   |
| <input type="checkbox"/> 500bin TL- 0,99 milyon TL   | <input type="checkbox"/> 25 milyon TL- 39,9 milyon TL |
| <input type="checkbox"/> 1 milyon TL- 7,99 milyon TL | <input type="checkbox"/> 40 milyon TL üzeri           |

Dahil olduğunuz sektör grubu aşağıdakilerden hangisidir?

- |                                                  |                                                |                                      |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ambalaj - Plastik       | <input type="checkbox"/> Metal Ürünler         | <input type="checkbox"/> Döküm       |
| <input type="checkbox"/> Gıda                    | <input type="checkbox"/> Mobilya-Ahşap Ürünler | <input type="checkbox"/> Beton       |
| <input type="checkbox"/> İnşaat Yapı Malzemeleri | <input type="checkbox"/> Otomotiv Yan Sanayi   | <input type="checkbox"/> Mermer      |
| <input type="checkbox"/> Makina                  | <input type="checkbox"/> Tekstil               | <input type="checkbox"/> Diğer:..... |

Hedef pazarınız aşağıdakilerden hangisidir?

- ☐ İç pazar  
☐ Dış pazar  
☐ Hem iç hem dış pazar

Lütfen ürün ya da hizmetlerinizi sunduğunuz toplam müşteri sayısını belirtiniz.

- |                                |                                 |                               |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1-9   | <input type="checkbox"/> 20-49  | <input type="checkbox"/> 100+ |
| <input type="checkbox"/> 10-19 | <input type="checkbox"/> 50-100 |                               |

## BÖLÜM 1: Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

|                                                                                                            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim.                                                                     |   |   |   |   |   |
| Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi sahibiyim.                                                       |   |   |   |   |   |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 platformu hakkında bilgi sahibidir.                                                |   |   |   |   |   |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0'ın, bulunduğumuz sanayi alanını ne ölçüde etkileyeceğini bilmektedir.             |   |   |   |   |   |
| Endüstri 4.0 kapsamında ürün/hizmet geliştirmek, işimizin geleceği ile ilgili olarak büyük öneme sahiptir. |   |   |   |   |   |
| Sanayide dijital dönüşüm şirketlerin rekabetçiliğini artıracaktır.                                         |   |   |   |   |   |
| Endüstri 4.0'ın gelişmesi için şirketlerin kendi başına çaba göstermeleri yeterlidir.                      |   |   |   |   |   |
| Türkiye'de Endüstri 4.0 kavramı hükümet tarafından yeterince desteklenmektedir                             |   |   |   |   |   |

## BÖLÜM 2: Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım

Aşağıdaki ifadelere ne ölçüde katıldığınızı en doğru şekilde açıklayan rakamı işaretleyiniz.

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

|                                                                                                                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Endüstri 4.0 kapsamında, şirket olarak hedef ve amaçlarımız bulunmaktadır.                                     |   |   |   |   |   |
| Şirketimiz uzun dönemde Endüstri 4.0 teknolojileri üzerinde çalışmalar yapmayı planlamaktadır.                 |   |   |   |   |   |
| Şirketimizin farklı departmanlarında, Endüstri 4.0 kapsamında yenilikçi proje üreten çalışanlar bulunmaktadır. |   |   |   |   |   |
| Mevcut ürünlerimiz/hizmetlerimiz yenilikçi dijital iş modelleri ile uyumludur.                                 |   |   |   |   |   |
| Şirketimiz, Endüstri 4.0 ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde teknolojik gelişmeleri takip etmektedir.    |   |   |   |   |   |
| Şirketimiz dijital dönüşüm ile ilgili olarak düzenlenen, seminer, konferans gibi etkinliklere katılmaktadır.   |   |   |   |   |   |
| Şirketimiz Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda rehberlik, danışmanlık hizmeti almaktadır.                     |   |   |   |   |   |

## BÖLÜM 3: Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi

Şirketinizin, Endüstri 4.0 faaliyetleri kapsamında aşağıda belirtilen kurum/kuruluşlar ile iş birliğini ne ölçüde gerçekleştirdiğini belirtiniz. (1) Hiç (5) Çok Sık

|                                                                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Üniversiteler                                                      |   |   |   |   |   |
| Ekonomik kalkınma kuruluşları (KOSGEB, Ulusal Kalkınma Ajansı vs.) |   |   |   |   |   |
| Teknoparkta yer alan diğer şirketler                               |   |   |   |   |   |
| Danışmanlık şirketleri                                             |   |   |   |   |   |

#### BÖLÜM 4: Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda

Endüstri 4.0 kapsamındaki ürünlerinizi/hizmetleri geliştirirken aşağıdaki kriterlerin şirketiniz için ne ölçüde önemli olduğuna ilişkin beklentilerinizi belirtiniz.

(1) Hiç Önemli Değil (5) Çok önemli

|                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|---|---|---|---|---|
| Rekabet avantajını artırmak  |   |   |   |   |   |
| Müşteri tabanını geliştirmek |   |   |   |   |   |
| Satışları artırmak           |   |   |   |   |   |
| Karlılığı artırmak           |   |   |   |   |   |
| Pazar payını büyütmek        |   |   |   |   |   |

#### BÖLÜM 5: Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi

Aşağıda verilen Siber-Fiziksel Sistem (SFS) teknolojilerini kullanma dereceniz nedir?

(1) Çok Zayıf (5) Çok Güçlü

|                                                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Modelleme ve Simülasyon teknolojileri                         |   |   |   |   |   |
| Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik teknolojileri        |   |   |   |   |   |
| Bilgisayar ağları                                             |   |   |   |   |   |
| Gömülü sistemler                                              |   |   |   |   |   |
| Kablosuz İletişim Teknolojileri                               |   |   |   |   |   |
| Sayısal modelleme teknolojileri                               |   |   |   |   |   |
| Internet Of Things ( Nesnelerin İnterneti )                   |   |   |   |   |   |
| Yapay zeka                                                    |   |   |   |   |   |
| Veri madenciliği                                              |   |   |   |   |   |
| IT(Information Technology)'nin yani Enformasyon Teknolojileri |   |   |   |   |   |
| Bulut Hesaplama (Cloud Computing)                             |   |   |   |   |   |
| 3-D Yazıcı                                                    |   |   |   |   |   |

## ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Elazığ'da doğdu. 2001 yılında Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar Öğretmenliğinden mezun oldu. 2012 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı'nda "Akıllı Sistemlerle Yüz İfadesi Tanıma ve Sistem Otomasyonu" adlı çalışmasıyla yüksek lisansı tamamladı. 2014 yılında Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Anabilim Dalı'nda doktora başladı.

