



**BEYKOZ ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ PROGRAMLAR ENSTİTÜSÜ**  
**ULUSLARARASI TİCARET ANABİLİM DALI**

**ENDÜSTRİ 4.0' IN ETKİSİYLE DEPO YÖNETİMİ VE LOJİSTİK:**  
**LOJİSTİK 4.0' IN İSTANBUL BÖLGESİNDE UYGULANMA**  
**SEVİYESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Cengizhan SEZGİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İstanbul, Haziran 2021**



**Cengizhan SEZGİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ULUSLARARASI TİCARET ANABİLİM DALI**  
**ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK TEZLİ YÜKSEK**  
**LİSANS PROGRAMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZ DANIŞMANI**

Dr. Öğr. Üyesi Neslihan BALCI VAROL

**YÜKSEK LİSANS TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ**

Doç. Dr. Ezgi UZEL AYDINOCAK

Dr. Öğr. Üyesi Halim YURDAKUL



# ÖNSÖZ

Beykoz Üniversitesi Lisansüstü Programlar Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans eğitimi kapsamında hazırlanan bu çalışma ile Endüstri 4.0' ın lojistik sektörüne yansımaları olarak meydana gelen Lojistik 4.0' ın lojistik sektör çalışanlarınca uygulanma seviyesi ile farkındalık düzeyleri araştırılmıştır.

Tez çalışmam süresince görüş ve önerileriyle beni yönlendiren, her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Neslihan BALCI VAROL'a sonsuz teşekkür ederim. Aynı şekilde tez jürimde yer alan Sayın Doç. Dr. Ezgi Uzel AYDINOCAK ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Halim YURDAKUL hocalarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte benden hiç bir yardımlarını sakınmayan İstanbul PTT Bölge Başmüdürlüğü ile Lojistik Hizmetleri Müdürlüğü personeli ve yöneticilerine, özverili katkıları ile yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşım Sayın Bülent DOĞAN' a verdikleri destekten dolayı çok teşekkür ederim.

Ayrıca ankete katkı ve katılım sağlayan tüm lojistik firma çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Son olarak hayatımın her döneminde yanımda olup benden desteğini esirgemeyen aileme, her daim yanımda olan sevgili eşim **Burcu KOCACIK SEZGİN**'e ve oğlum **Can**' a en derin sevgilerimi, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Cengizhan SEZGİN  
İSTANBUL, 2021

# İÇİNDEKİLER

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET .....                                                   | v         |
| ABSTRACT .....                                               | vi        |
| KISALTMALAR .....                                            | vii       |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                          | viii      |
| TABLO LİSTESİ .....                                          | x         |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>                                        | <b>1</b>  |
| <b>2. LOJİSTİK KAVRAMI.....</b>                              | <b>5</b>  |
| 2.1. LOJİSTİK KAVRAMI VE GELİŞİMİ.....                       | 5         |
| 2.2. LOJİSTİĞİN ÖNEMİ .....                                  | 9         |
| 2.3. TEMEL LOJİSTİK FAALİYETLER.....                         | 12        |
| 2.3.1. Taşımacılık .....                                     | 12        |
| 2.3.2. Depolama.....                                         | 15        |
| 2.3.3. Stok Yönetimi .....                                   | 15        |
| 2.3.4. Elleçleme .....                                       | 16        |
| 2.3.5. Satınalma .....                                       | 16        |
| 2.3.6. Paketleme.....                                        | 16        |
| 2.3.7. Talep Yönetimi .....                                  | 17        |
| 2.3.8. Müşteri Hizmetleri .....                              | 17        |
| <b>3. DEPO VE DEPOLAMA KAVRAMI.....</b>                      | <b>18</b> |
| 3.1. DEPO VE DEPOLAMA.....                                   | 18        |
| 3.2. DEPOLAMANIN ÖNEMİ .....                                 | 19        |
| 3.3. DEPO ÇEŞİTLERİ.....                                     | 21        |
| 3.3.1. Mülkiyet Durumuna Göre Depo Çeşitleri .....           | 21        |
| 3.3.2. İşleyişine Göre Depo Çeşitleri.....                   | 22        |
| 3.3.3. Ürünün Türü ve Özelliklerine Göre Depo Çeşitleri..... | 22        |

|           |                                                                |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.4.    | Otomasyon Düzeyine Göre Depo Çeşitleri .....                   | 23        |
| 3.4.      | DEPO OPERASYON SÜREÇLERİ .....                                 | 24        |
| 3.4.1.    | Ürün Kabul .....                                               | 25        |
| 3.4.2.    | Ürün Yerleştirme.....                                          | 26        |
| 3.4.3.    | Sipariş Toplama .....                                          | 26        |
| 3.4.4.    | Sevkiyat .....                                                 | 27        |
| <b>4.</b> | <b>ENDÜSTRİ KAVRAMI - ENDÜSTRİ 4.0 VE LOJİSTİK 4.0 SÜRECİ.</b> | <b>28</b> |
| 4.1.      | ENDÜSTRİ KAVRAMI.....                                          | 28        |
| 4.2.      | ENDÜSTRİ KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ.....                     | 28        |
| 4.2.1.    | Birinci Endüstri Devrimi .....                                 | 30        |
| 4.2.2.    | İkinci Endüstri Devrimi.....                                   | 30        |
| 4.2.3.    | Üçüncü Endüstri Devrimi.....                                   | 31        |
| 4.2.4.    | Dördüncü Endüstri Devrimi .....                                | 32        |
| 4.3.      | ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ ETKİSİNDE LOJİSTİK .....                   | 37        |
| 4.3.1.    | Lojistik 1.0.....                                              | 39        |
| 4.3.2.    | Lojistik 2.0.....                                              | 39        |
| 4.3.3.    | Lojistik 3.0.....                                              | 40        |
| 4.3.4.    | Lojistik 4.0.....                                              | 40        |
| 4.4.      | Lojistik 4.0’ da Kullanılan Bilgi Teknolojileri.....           | 43        |
| 4.4.1.    | Nesnelerin İnterneti (IoT).....                                | 44        |
| 4.4.2.    | Siber Fiziksel Sistemler .....                                 | 46        |
| 4.4.3.    | Büyük Veri .....                                               | 47        |
| 4.4.4.    | Bulut Lojistiği .....                                          | 48        |
| 4.4.5.    | Otonom Robotlar ve Yapay Zeka .....                            | 49        |
| 4.4.6.    | Araç Takip Sistemi.....                                        | 56        |
| 4.4.7.    | Barkod ve Radyo Frekans Tanımlama .....                        | 57        |
| 4.4.8.    | Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik.....                        | 60        |

|           |                                                         |           |
|-----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.9.    | 3D Yazıcılar .....                                      | 61        |
| <b>5.</b> | <b>ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ .....</b>                  | <b>63</b> |
| 5.1.      | ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ .....                       | 63        |
| 5.2.      | ARAŞTIRMANIN KAPSAMI .....                              | 63        |
| 5.3.      | ARAŞTIRMANIN ÖRNEKLEMİ ve KISITLARI .....               | 64        |
| 5.4.      | VERİLERİN ANALİZİ VE BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ ..... | 65        |
| 5.4.1.    | Genel Bilgiler Değerlendirilmesi .....                  | 65        |
| 5.4.2.    | Farkındalık Düzeyi Değerlendirilmesi .....              | 69        |
| 5.4.3.    | Uygulama Düzeyi Değerlendirmesi .....                   | 74        |
| 5.5.      | ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ .....                          | 78        |
| 5.5.1.    | Farkındalık Düzeyinin Analizi ve Sonuçları .....        | 80        |
| <b>6.</b> | <b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>                           | <b>88</b> |
|           | KAYNAKÇA .....                                          | 92        |
|           | A. BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURUL KARARI ..... | 97        |
|           | B. ANKET FORMU .....                                    | 98        |
|           | ÖZGEÇMİŞ .....                                          | 103       |

# ÖZET

## ENDÜSTRİ 4.0' IN ETKİSİYLE DEPO YÖNETİMİ VE LOJİSTİK:

### LOJİSTİK 4.0' IN İSTANBUL BÖLGESİNDE UYGULANMA SEVİYESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

2011 Hannover Fuarı ile Almanya'da ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramı; ileri teknoloji ve otomasyon sistemlerinin kullanıldığı yeni bir üretim metodu meydana getirmiştir. Böylece bütün dünyada etkisini gösteren yeni bir sanayi devrimi başlamıştır. Daha önceki endüstri devrimlerinde olduğu gibi, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan bu devrim ile yaşanan teknolojik gelişmeler, sadece üretim sektöründe değil, bir çok hizmet alanında köklü değişimlere neden olmuştur. Lojistik hizmetlere bir yansıması olarak da Lojistik 4.0' ı meydana getirmiştir. Akıllı veya Dijital Lojistik olarak adlandırılan Lojistik 4.0' da; yapay zeka üzerinden insan kaynaklı hataların en aza indirildiği, nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistem teknolojilerinde aralarında bulunduğu bir çok yeni teknolojik uygulama yer almaktadır. Bu yeni uygulamalar ile tedarik zinciri süreçleri arasında şeffaflık ve izlenebilirliğin arttığı yeni bir tedarik zinciri yapısı ortaya çıkarmıştır. Çalışma ile lojistik, depolama, Endüstri 4.0 süreci ile uygulamaları ve Lojistik 4.0' a dönüşüm süreci açıklanmıştır. Günümüz piyasa koşullarındaki rekabet ortamında rakiplerin önünde yer almak ve küresel pazarda varlıklarını koruyabilmeleri için lojistik firmalarının, Lojistik 4.0 olarak tabir edilen bu teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeleri ve uygulamaları gerekmektedir. İstanbul bölgesinin, önde gelen lojistik firma çalışanları üzerinde yapılan anketler ile Lojistik 4.0 uygulanma düzeyi ve Lojistik 4.0 farkındalığı hakkında bilgi toplanmış, gerekli analizler yapılmış ve raporlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Lojistik, Depolama, Endüstri 4.0, Lojistik 4.0

**Tarih:** Haziran, 2021

# **ABSTRACT**

## **WAREHOUSE MANAGEMENT AND LOGISTICS WITH THE EFFECT OF INDUSTRY 4.0: A RESEARCH ON THE APPLICATION LEVEL OF LOGISTICS 4.0 IN İSTANBUL AREA**

The term, Industry 4.0, which emerged in Germany with the 2011 Hannover Fair has created a new production method using advanced technology and automation systems. Thus, a new industrial revolution has begun that has had an impact all over the world. As in former industrial revolutions, the technological developments experienced with this revolution, called Industry 4.0, have created breakthrough changes not only in the production sector, but also in many service industries. It has created Logistics 4.0 as a reflection of logistics services. In Logistics 4.0, which is called Smart or Digital Logistics; There are many new technological applications, including the stuff, internet and cyber-physical system technologies, where human-induced errors are minimized through artificial intelligence. With these new practices, a new supply chain structure has emerged with increased transparency and traceability between supply chain processes. With the study, logistics, warehousing, Industry 4.0 process and its treatment and the transformation process to Logistics 4.0 are explained. In order to keep ahead of their competitors in the competitive environment of today's market conditions and to maintain their presence in the global market, logistics companies need to closely follow and implement these technological developments, called Logistics 4.0. Information about the level of implementation of Logistics 4.0 and awareness of Logistics 4.0 was collected through a survey conducted on the employees of the leading logistics companies in the Istanbul region, necessary analyzes were made and reported.

**Keywords:** Logistics, Warehousing, Industry 4.0, Logistics 4.0

**Date:** June, 2021

## KISALTMALAR

|       |                                               |
|-------|-----------------------------------------------|
| CSCMP | : Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri    |
| TZY   | : Tedarik Zinciri Yönetimi                    |
| GSYH  | : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla                   |
| AS/RS | : Otomatik Toplama ve Geri Alma Sistemi       |
| AGV   | : İnsansız Taşıma Aracı                       |
| ATV   | : Otonom Taşıma Aracı                         |
| AMR   | : Otonom Mobil Robit                          |
| WMS   | : Depo Yönetim Sistemi                        |
| TMS   | : Taşımacılık Yönetim Sistemi                 |
| GPS   | : Küresel Konumlama Sistemi                   |
| RFID  | : Radyo Frekans ile Tanımlama Teknolojisi     |
| IoT   | : Nesnelerin İnterneti                        |
| CPS   | : Siber Fiziksel Sistemler                    |
| AI    | : Yapay Zeka                                  |
| AR    | : Artırılmış Gerçeklik                        |
| VR    | : Sanal Gerçeklik                             |
| SPSS  | : Statistical Package for the Social Sciences |

# ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 Depolamanın Tarihsel Gelişimi.....                                                               | 19 |
| Şekil 3.1 Temel Depo Süreçleri.....                                                                        | 24 |
| Şekil 3.2 Depolama Operasyon Süreçleri.....                                                                | 25 |
| Şekil 3.3 Depoya Kabul Sonrası Akış Seçenekleri.....                                                       | 26 |
| Şekil 4.1 Endüstri 1.0 – Endüstri 4.0.....                                                                 | 29 |
| Şekil 4.2 Endüstrinin Tarihsel Gelişimi.....                                                               | 29 |
| Şekil 4.3 Endüstri 4.0’ ı Tetikleyen Teknolojik Unsurlar.....                                              | 34 |
| Şekil 4.4. Akıllı Fabrikalar.....                                                                          | 34 |
| Şekil 4.5 Endüstri 4.0’ ın İşletmeler Bazında Sağlayacağı Öngörülen Kazanımlar.....                        | 37 |
| Şekil 4.6 Lojistik Evrim Süreci.....                                                                       | 38 |
| Şekil 4.7 Lojistik’ in Gelişim Evreleri.....                                                               | 42 |
| Şekil 4.8 Nesnelerin İnternetine Bağlı Cihaz Sayısı.....                                                   | 45 |
| Şekil 4.9 Robotik Sistemler Süreci.....                                                                    | 51 |
| Şekil 4.10 Araç Takip Sistemi Çalışma Mantığı.....                                                         | 57 |
| Şekil 5.1 Katılımcıların Çalıştıkları Firma-İstihdam Bilgileri.....                                        | 67 |
| Şekil 5.2 Lojistik Hizmet Verilen Ticari Faaliyetler.....                                                  | 68 |
| Şekil 5.3 Lojistik Hizmet Verilen Sektörler.....                                                           | 68 |
| Şekil 5.4 Firmanızda Kullandığınız Taşımacılık Türleri.....                                                | 69 |
| Şekil 5.5 Lojistik 4.0 Bilgi Düzeyi.....                                                                   | 69 |
| Şekil 5.6 Firmalarca Yürütülen Lojistik 4.0 Faaliyetleri.....                                              | 70 |
| Şekil 5.7 Stok Maliyetlerinin Lojistik 4.0 Etkisi ile Düşeceği Beklentisi.....                             | 70 |
| Şekil 5.8 Lojistik Hizmetlerde Lojistik 4.0 ile Hız, Verimlilik ve Karlılık.....                           | 71 |
| Şekil 5.9 Lojistik 4.0 Uygulamaları Yatırım Maliyetinin Yüksek Olacağı Beklentisi...71                     |    |
| Şekil 5.10 Lojistik 4.0’ a Yatırım Yapılması Halinde Uzun Vadede Kazançlı Çıkılması.....                   | 72 |
| Şekil 5.11 Yük Taşımada İş Gücünün Lojistik 4.0 ile Azalması.....                                          | 72 |
| Şekil 5.12 Lojistik 4.0 ile Teknoloji Yetkin Personel Sayısının Artması.....                               | 73 |
| Şekil 5.13 Lojistik 4.0 ile Lojistik Hizmetlerde Müşteri – Tedarikçi Entegre Sistemlerin Kullanılması..... | 73 |
| Şekil 5.14 Lojistik 4.0 Uyum Sürecinde Firmaların Desteklenmesi.....                                       | 74 |

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.15 Lojistik 4.0 ile Kullanılan Sistem/Yazılımın Müşteri-Tedarikçi Sistem/Yazılımı ile Entegrasyonu..... | 75 |
| Şekil 5.16 Kullanılan Takip-İzleme Sistemleri.....                                                              | 75 |
| Şekil 5.17 Lojistik 4.0 ile Kullanılan Dijital Teknolojik Uygulamalar.....                                      | 76 |
| Şekil 5.18 Lojistik 4.0 Otomasyon ve Dijital Uygulamalarının En Çok Faydalı Olacağı Alan.....                   | 77 |
| Şekil 5.19 Lojistik 4.0 Uygulamalarından En Çok Tercih Edilen Uygulama.....                                     | 77 |



# TABLO LİSTESİ

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1 Lojistiğin Tarihsel Gelişim Aşamaları.....                                                                             | 7  |
| Tablo 2.2 Lojistiğin Gelişim Süreci.....                                                                                         | 8  |
| Tablo 2.3 Lojistiğin Ülke Ekonomilerine Katkısı.....                                                                             | 10 |
| Tablo 2.4 Lojistik Modlara Göre Maliyetler.....                                                                                  | 13 |
| Tablo 2.5 Taşıma Modlarının Bazı Faktörlere Göre Sıralanması.....                                                                | 15 |
| Tablo 4.1 Teknolojinin Geleceği.....                                                                                             | 35 |
| Tablo 4.2 Büyük Veri İçin Ana Fırsatlar ve Anahtar Zorluklar.....                                                                | 47 |
| Tablo 4.3 RFID ve Barkod Teknolojisinin Karşılaştırılması.....                                                                   | 58 |
| Tablo 5.1 Frekans Analizi.....                                                                                                   | 65 |
| Tablo 5.2 Kullanılan Ölçeğin Güvenirlik Analizi Sonuçları.....                                                                   | 80 |
| Tablo 5.3 Kullanılan Ölçeğin Tanımlayıcı İstatistikleri.....                                                                     | 80 |
| Tablo 5.4 Kullanılan Ölçeğin Normallik Analizi Sonuçları.....                                                                    | 80 |
| Tablo 5.5 Firma Çalışan Sayısı Açısından Farkındalık Düzeyi Karşılaştırılması.....                                               | 81 |
| Tablo 5.6 Kullanılan Ölçeğin Ticari Faaliyetler Açısından Karşılaştırılması.....                                                 | 81 |
| Tablo 5.7 Kullanılan Ölçeğin Hizmet Verilen Sektörler Açısından Karşılaştırılması...                                             | 82 |
| Tablo 5.8 Kullanılan Ölçeğin Taşımacılık Türleri Açısından Karşılaştırılması.....                                                | 83 |
| Tablo 5.9 Katılımcıların Kullandıkları Sistemler ile Müşterilerin Kullandıkları Sistemler arasındaki Uyum Karşılaştırılması..... | 83 |
| Tablo 5.10 Kullanılan Ölçeğin Takip Sistemleri Açısından Karşılaştırılması.....                                                  | 84 |
| Tablo 5.11 Katılımcıların Otomasyon ve Dijital Teknolojik Uygulamalarının Farkındalık Ölçeği ile Karşılaştırılması.....          | 85 |
| Tablo 5.12 Katılımcıların Tecih Ettikleri Dijital Teknolojik Uygulamaların Farkındalık Ölçeği ile Karşılaştırılması.....         | 85 |
| Tablo 5.13 Kullanılan Ölçeğin Kullanılan Dijital Teknolojiler ile Karşılaştırılması.....                                         | 86 |

# 1. GİRİŞ

İşletmeler günümüzde bir çok farklı alanda üstünlük sağlamak amacıyla rekabet gücü elde etmeye çalışsalarda en önemli varlıkları insan kaynağıdır. İşletmelerde tüm yönetim ve teknoloji sistemlerinin uygulayıcısı, bilgisi, tecrübesi ve yetenekleri ile insan olduğu için işletmelerin en değerli varlıkları da çalışanlarıdır. Bu çalışma ile, Lojistik 4.0' ın işletmeler açısından günümüz küresel sistemdeki yeri ve önemine değinilmiş, Endüstri 4.0 dijital teknolojilerinin etkisinde lojistik sektörüne akıllı ve dijital yansıması olarak meydana gelen Lojistik 4.0' ın, özellikle depo ve depolama hizmeti veren lojistik firma çalışanları farkındalığının hangi düzeyde olduğu, Lojistik 4.0 uygulamalarından en çok hangisinin işletmelere yarar sağlayabileceği ve hangi yönlerden faydalı olabileceği gibi sorulara cevap aramak ve Lojistik 4.0 ile ilgili görüşleri hakkında bilgi edinme amaçlanmıştır.

Araştırmanın evreni İstanbul bölgesinde özellikle depo ve depolama hizmeti veren lojistik firmalarıdır. Kolayda örnekleme yöntemi kullanılmış olup, örnekleme ise lojistik ve depolama hizmetlerinde operasyon sorumlusu beyaz yaka iş görenlerdir. Çalışmada kullanılan bilgi ve veriler 40 farklı firmanın çalışanları olmak üzere, yaklaşık 200 beyaz yaka çalışana gönderilmiş ve 182 katılım sağlanmıştır. Ancak anlamlı veri olarak kabul edilen toplam 180 anket geçerli ve uygun kabul edilmiştir.

İlk defa Almanya' da bir teknoloji fuarında dile getirilen “Endüstri 4.0” kavramı ile üretim sistemlerinde dijital teknolojik devrimin kapıları açılmıştır. Nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka (AI) ve siber fiziksel sistemler (CPS) olmak üzere 3 önemli teknolojiden temel alan yeni bir sanayi devrimini başlatmış ve üretim sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasıyla akıllı fabrikalar ortaya çıkmıştır. Bu üretim metodunda siber fiziksel sistemler vasıtasıyla fiziksel işlemler takip edilir, nesnelerin interneti aracılığıyla siber fiziksel sistemler hem birbirleriyle hemde insanlarla gerçek zamanlı etkileşim halinde üretimi gerçekleştirebilmektedir. İnsansız üretim için gerekli olan makine öğreniminide yapay zeka sağlamıştır. Bunun sonucunda tamamen insansız üretim yapabilen karanlık fabrikalar ortaya çıkmıştır.

Bütün bu teknolojilerin üretim sektöründe kullanılmaya başlanmasıyla, üretim sektörü ile entegre olan bütün sektörleri çok kısa sürede etkisi altına almıştır. Ürün ve hizmetlerin üretilmesinden dağıtılmasına kadar bütün süreçlerde yer alan tedarik zinciri ile lojistik sektöründe etkisini göstermeye başlamıştır. Lojistik hizmetlerdeki dijitalleşme,

inovasyon ve yeni bilgi teknolojilerinin kullanılması sonucunda Lojistik 4.0 meydana gelmiştir. Gerçekleşen bu dijital dönüşüm ile lojistik sektöründe köklü değişimler yaşanmış ve lojistik sektörünün geleceği şekillenmeye başlamıştır. Yeni dünya düzeni ve küreselleşmenin etkisi, artan rekabet ortamı ve teknolojik gelişmeler, işletmeleri rakiplerinin önüne geçirecek en önemli etken olarak teknolojiyi yakından takip etmeleri ve uygulamaları olacaktır. Günümüz yerel ve küresel ekonomik sisteminde işletmelerin ayakta kalabilmeleri, bu teknolojik dönüşümü uygulayabilme yeteneklerine bağlı kalmıştır.

Araştırma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde lojistik kavramı ve gelişimi, lojistiğin önemi ve temel lojistik faaliyetlere değinilmiştir. İlk olarak askeri bir terim olarak karşımıza çıkan lojistik kavramı, askeri literatürde çok eski bir geçmişe sahiptir. İnsanlık tarihi; yerleşik hayata geçiş, tekerleğin icadı, tarım devrimi, endüstri devrimleri gibi köklü değişimler ile ilerleme kaydetmiştir. Bu gelişmeler ile hayatın her alanında değişim ve dönüşümler yaşanmıştır. Lojistik kavramındaki ilk dönüşüm ise günümüz uluslararası lojistik sisteminin temellerini, 16. yüzyılda İtalyan şehir devletleri arasında başlayıp zamanla aralarında bir çok ülkenin bulunduğu yerel ve ulusal posta hizmeti sağlamasıyla Franz Von Taxis atmıştır. Zamanla işletme ve ekonomi alanında daha fazla kabul gören Lojistik kavramı, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, müşteri memnuniyeti odaklı üretim, satış ve tüketim süresi boyunca mal ve malzemelerin, etkin ve verimli bir şekilde depolanmasını, planlanmasını ve uygulanmasını kontrol eden tedarik zinciri sürecinin bir parçası olmuştur.

İkinci dünya savaşı sonrası toplumsal, ekonomik ve beraberinde yaşanan teknolojik gelişmeler ile askeri lojistikten işletme lojistiğine dönüşüm başlamıştır. Günümüzdede bütün alanlarda olduğu gibi lojistik hizmetlerde büyük bir hızla gelişim ve dönüşüm devam etmektedir. İkinci dünya savaşının hemen sonrasında, 1950' li yıllarda lojistik hizmetlerden sadece malların bir yerden bir yere fiziksel olarak dağıtımına odaklanılmıştır. 1970' li yıllarda küreselleşme ile beraber “Yeni Ekonomik Düzen” ortaya çıkmış, küresel ölçekte ülkelerin üretim yapıları, üretim politikaları, uluslararası ticaret, ihracat, istihdam gibi birçok konuda köklü değişiklikler meydana gelmiştir. İki kutuplu dünyadan tek kutuplu bir dünyaya geçişin yaşandığı 1990'lı yıllarda ise küreselleşmenin hız kazanması, devletlerce serbest piyasa ekonomilerine geçiş ile birlikte çok uluslu işletmeler meydana gelmiş, “Tedarik Zinciri Yönetimi” nin ortaya çıktığı bu dönemde işletmeler arası daha fazla ithalat ve ihracat yapılmaya başlanmıştır. Bunun

sonucunda bütün dünya ülkeri ve işletmeleri açısından uluslararası ticaret çok önemli bir hale gelmiştir.

Araştırmanın üçüncü bölümünde; depo ve depolama kavramları, depolamanın önemi, depo çeşitleri ve depo operasyon süreçlerine değinilmiştir. Lojistik firmaları açısından depo-depolama hizmeti firmaların birbirine üstünlük sağlayabildiği, ürünlerin katma değerini artıran iş ve işlemlerin yapıldığı alanlar olmuştur. Depolama hizmeti her ne kadar işletmeler açısından maliyet oluştursada Lojistik 4.0 ile beraber lojistik süreçlere hız ve esneklik kazandırmıştır. Akıllı depo sistemleri ile birlikte birbirine entegre teknolojiler kullanılmasıyla, ürünlerin tedarikçiden nihai müşteriye ulaşımaya kadarki tüm işlemleri minimum hatalarla otomatikleşmesini sağlamıştır.

Araştırmanın dördüncü bölümünde; endüstri kavramı, Endüstri 4.0' ın, lojistik hizmetlere bir yansıması olarak oluşturduğu Lojistik 4.0 süreci ve uygulamalarına değinilmiştir. Lojistik hizmetlerin değişim ve dönüşümü endüstri devrimleri ile devam etmiştir. Endüstri devrimleri neticesinde toplumların refahı artmış, sosyal, kültürel ve ekonomik yapıları temelden değişmiştir. Lojistiğin geçmişten günümüze kadar geçirdiği dönüşümde olduğu gibi, gelecekte geçireceği dönüşümde de en önemli etken endüstri devrimleri olacaktır. Her bir endüstri devrimi, insanlık tarihine yeni teknik buluşlar kazandırmış ve bu kazanımlar üretim artışına dolayısıyla refah seviyesinin yükselmesine neden olmuştur. Birinci endüstri devrimine yol açan su ve buhar gücüyle çalışan makinelerin icadının, Lojistik 1.0' a yansıması; taşımacılıkta hayvansal gücün kullanılması yerine, buharlı motorlara sahip (tren, vapur, kamyon vs.) araçların kullanımına geçilmesine olanak sağlamıştır. İkinci endüstri devrimine en önemli etken olan elektrik enerjisinin kullanılması; Lojistik 2.0' da daha çok bir devrimden ziyade bir evrime sebep olmuş ve lojistik hizmetlerde kargo elleçleme ve otomatik depolarda mekanizasyon sistemlerinin kullanılmaya başlanması olmuştur. Elektrik ve petrol gibi güç kaynağı kullanımının yaygınlaşmasıyla demir yolu, deniz yolu (konteyner taşımacılığı) yaygınlaşmıştır. Üçüncü endüstri devrimi ile üretim-imalatla otomasyon sistemlerinin kullanılmaya başlanması, Lojistik 3.0' da, alt yapı sistemlerinin ve bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle lojistik yönetim sistemleri (depo yönetim sistemi, taşımacılık yönetim sistemi vs.) gibi yazılımlar ile bilişim teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır.

Akıllı Lojistik veya Dijital lojistik olarak ifade edilen Lojistik 4.0; yapay zeka ile lojistik süreçlerde insanlardan kaynaklı hataları en aza indirmesi, başta IoT teknolojisi

tedarik zinciri süreçleri arasında izlenebilirliği ve şeffaflığı sağlaması, teslimatların doğru zamanda, doğru kaynakla ve doğru bir biçimde yapılması amaçlanmıştır. Nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistem teknolojilerinin kullanıldığı bir trafik altyapısı ile akıllı, otonom araçların yer alması, günümüz lojistik hizmetlere esnek çözümler getirmektedir.

Araştırmanın beşinci bölümünde; anket tekniği ile elde edilen bulgular doğrultusunda hipotezler oluşturulmuş ve değerlendirilmiştir. Veriler İstanbul bölgesinde faaliyet gösteren özellikle depo ve depolama hizmeti veren lojistik firma çalışanlarınca temin edilmiştir.



## 2. LOJİSTİK KAVRAMI

Bu bölümde Lojistik kavramı ve tarihsel gelişimi, lojistiğin önemi ile temel lojistik faaliyetler anlatılmıştır. Öncelikle “lojistik” kelimesinin kökeni ve sözlük anlamına değinilecek, lojistiğin bir disiplin haline dönüştüğü askeri lojistik kullanımı ile günümüz ticari lojistik uygulamalarına geçişi ele alınacaktır.

### 2.1. LOJİSTİK KAVRAMI VE GELİŞİMİ

Lojistik teriminin etimolojik tarihine bakacak olursak, Antik Yunanca’ da “Logistikus” kelimesinden günümüze ulaştığı ve Türkçe karşılığı olarak da; “aritimik ilişkilendirme, hesaplamada becerikli” gibi anlamlar çıkmaktadır. Bir başka görüşe göre ise “logic” ve “statics” kelimelerinin birleşmesinden meydana geldiği, Türkçe’ de ise “istatistiksel mantık” olarak tanımlanmaktadır (Orhan, 2014).

Türkçe’ ye “lojistik” olarak giren terim, diğer dillerde; İngilizce “logistics”, Fransızca “logistique” ve Yunanca “logistikos” olarak kullanılmaktadır. Lojistik kelimesi askeri bir terim olarak Antik Yunan ve Roma İmparatorluğu’ nda “ulaştırma, tedarik ve askeri birlikleri doğru yerlere uygun bir şekilde yerleştirme sanatı” anlamında kullanılmaktadır (Wolf ve Yıldız, 2018). Antik Yunan ve Roma İmaratorluğu’ nda “Logistikas” adı verilen, malzeme tedariki ve dağıtımından sorumlu askeri ünvanlı komutanlar bulunmaktadır. Bu sistem, ana üsler ve diğer üsler arasında koordinasyonu sağlamak ve gerekli durumlarda hızlı bir şekilde birbirleri ile iletişim sağlamak için kullanılmıştır. Sistem aynı zamanda düşmanın tedarik alt yapısına zarar vermek ve kendi tedarik zincirini korumak için çalışmaktadır. Napolyon Bonaparte zamanında ise askerlerin sefer sırasında konaklayıp kamp yapabileceği yerleri belirlemekten sorumlu “logistician” denen askeri ünvanlı komutanlar bulunmaktadır (Koçak, 2020). Bu tanımlar, lojistik sözcüğünün atası olarak Yunan ve Latin dilleri olduğunu, günümüze kadar ise ulusların dil-lehçe farklılıklarına göre toplumların anadillerine uyum sağladığını göstermektedir.

Askeri bir kavram olarak ortaya çıkan lojistik, küreselleşmesinde etkisiyle zamanla ekonomik alana kaymıştır. 1800’ lerde başlayan Endüstri Devrimi ile beraber, hammaddelerin üretim alanına taşınması, mamül haline getirilen ürünün satış amaçlı pazar noktalarına iletilmesi süreci ulaşım ve taşıma sektörünü de etkilemiştir. Karayolu,

Denizyolu, ve Demiryolu taşıma sistemlerinde gelişmeler zorunlu hale gelmiş ve taşıma sistemleri lojistik sistemin devrimsel dönüşümüne öncülük etmiştir (Koçak, 2020).

“Lojistik”, tarihinde ilk kez askeri terim olarak kullanımıyla karşımıza çıkmış olsada kurucusu olarak Franz Von Taxis kabul edilen ve 1300’ lü yıllarda İtalyan Şehir Devletleri arasında kurye hizmeti sağlayan “Thurn and Taxis” posta sistemi günümüz uluslararası lojistik sisteminin temellerini atmıştır. 16. Yüzyıldaki Thurn and Taxis posta sisteminde Almanya, İspanya, Avusturya ve İtalya’ nın yerel ve ulusal posta hizmetini sağlayan lojistik bir ağ kurulmuş, zamanla hizmet ağına Macaristan, Hollanda, Belçika ve Lüksemburg’ u da dahil ederek çalışan sayısını 20.000 personele kadar çıkarmıştır. İspanya Kralı I. Philip’ ın belli bir ücret karşılığı hem Krallık posta hizmetlerini hemde özel postaları taşıma yetkisini vermesi ile de ilk kamu erişimli özel posta hizmeti Franz Von Taxis tarafından kurulmuştur (Britannica, 2020).

Türk Dil Kurumu’ na göre ise askeriye ile ilgili tanımı “geri hizmet” olarak tanımlanırken genel anlamda; kişilerin ihtiyaçları doğrultusunda herhangi bir emtianın üretim sürecinden sonra, tüketim noktasına kadar olan taşıma sürecinin etkili ve verimli bir şekilde planlanması ve uygulanmasıdır (TDK, 2020).

Lojistik tanımını günümüzde bütün dünyada kabul görecektir şekilde tanımlayan CSCMP-Council of Supply Chain Management Professions - Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri (önceki adı ile Lojistik Yönetim Konseyi) şu şekilde yapmıştır: “Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretildiği noktadan, nihai tüketim noktasına kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin etkin ve verimli bir şekilde iki yöne doğru hareketini, depolanmasını, planlanmasını ve uygulanmasını kontrol eden, tedarik zinciri sürecinin bir parçasıdır” (CSCMP, 2020).

Bütün bu lojistik tanımlarının ortak paydada bulunduğu nokta; lojistiğin müşteri memnuniyeti odaklı üretim, satış, tüketim süreci ve sonrasında oluşan atıkların geri dönüştürülmesi sırasındaki faaliyetlerde lojistik süreçlere dahildir. Üretim sürecinin en başından en sonuna kadar mal ve malzemelerin taşınmasında lojistik süreci kapsamaktadır. Bu süreçte ihtiyaç duyulan müşteri isteklerini tahmin etme, bu istekleri yerine getirmek için gerekli sermayeyi, malzemeleri, insanları, teknoloji ve bilgiyi kullanarak mal ve hizmet üreten ağı optimize edilmesi, müşteri ihtiyaç ve isteklerini zamanında yerine getirmek için ağı kullanmasıdır. Kısa ve basitçe söylemek gerekirse “Lojistik, müşteri odaklı operasyon yönetimidir” (Tseng ve Yue, 2005).

II. Dünya Savaşı sırasında (1939-1945) sayısal olarak çok büyük miktarlardaki asker ve teçhizatların kıtalar arası savaşması, bütün bilimsel alanlarda olduğu gibi lojistiğin bilimsel yönden de gelişimine katkı sağlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri ve müttefikleri ordu lojistiğini son derece etkin kullanarak; doğru ürünü, doğru zamanda, doğru yerde sağlamasıyla lojistik sistemleri çok daha verimli kullanmışlardır. Halen aynı lojistik sistemler daha da geliştirilmiş ve zamanımıza uyarlanmış haliyle günümüz devletleri tarafından kullanılmaktadır (Koçak, 2020). Tablo 2.1 ile lojistiğin tarihsel gelişimi sunulmuştur.

**Tablo 2. 1 Lojistiğin Tarihsel Gelişim Aşamaları**

| Dönem           | Gelişim                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------|
| 1940-1960 Arası | Lojistik Fikrinin Kurulumu                          |
| 1960-1970 Arası | Lojistik Fikrinin Yerleşmesi ve Yaygınlaşması       |
| 1970-1980 Arası | Lojistik Önceliklerinde Değişim ve Dönüşüm          |
| 1980-Günümüz    | Lojistiğin Ekonomik ve Teknik Dönüşüm ile Yeni Çağı |

**Kaynak:** M.Bakkal, U. Demir, Lojistik Yönetimi ve E-Lojistik, İstanbul, Hiperlink, 2011, s.4

Lojistiğin esas önemi ise II. Dünya Savaşı sonrasında askeri lojistikte ikmal, ulaştırma ve bakım faaliyetlerini koordineli bir şekilde yürütülmesinin önemi ile anlaşılmıştır (Keskin, 2015). Muharebe sırasında askerlerin sevkiyatından, ihtiyaçların gerekli yerlere ikmaline kadar, bakım tedarik zincirinin planlanmasının ve uygulanmasının önemi savaş sonunda ortaya çıkmıştır.

Savaş sonrası 1950' li yıllardan sonra toplumlar arasında yaşanan gelişmeler ile beraber, toplumsal, ekonomik ve beraberindeki teknolojik gelişmeler bütün alanlarda olduğu gibi lojistik alanında da gelişme göstermiş, savaş lojistiğinde edinilen bilgi ve tecrübelerin katkısıyla, savaş lojistiğinden ticaret lojistiğine geçiş başlamıştır. Toplumsal ve ekonomik alanda oluşan bütün bu gelişmeler 1970'li yıllarda küreselleşmeyi yani “Yeni Ekonomik Düzen” i ortaya çıkarmıştır. Yeni ekonomik düzen ile birlikte bütün ülkelerde üretim yapısı, üretim politikaları, uluslararası ticaret, ihracat, istihdam gibi bir çok konuda köklü değişiklikler meydana gelmiştir (Gümüş, 2013).

Dönemsel olarak lojistiğin gelişim süreci tabo 2.2' de görülebilir (Gülenç ve Karagöz, 2008).

**Tablo 2.2 Lojistiğin Gelişim Süreci**

| AŞAMALAR                      | YÖNETİM MERKEZİ                                                                                                                                                                                                                                           | ÖRGÜTSEL TASARIM                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1960 Yılları</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Depolama ve Ulaştırma         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satış</li> <li>• Pazarlama</li> <li>• Depolama</li> <li>• Stok Denetimi</li> <li>• Ulaştırma Etkinliği</li> </ul>                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dağınık Lojistik Faaliyetler</li> <li>• Lojistik Faaliyet Etkileşimlerinin Yetersiz Olması</li> <li>• İşletmemenin Başarılı Olabilmesi İçin Lojistik Yönetim Otoritesinin Düşük Olması</li> </ul> |
| <b>1980 Yılları</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Toplam Maliyet Yönetimi       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lojistiğin Merkezileştirilmesi</li> <li>• Toplam Maliyet Yönetimi</li> <li>• Süreçlerin Optimize Edilmesi</li> <li>• Lojistiğin Rekabet Üstünlüğü Açısından kullanılması</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lojistik Faaliyetlerde Merkezi Özellik</li> <li>• Büyüyen Lojistik Yönetimi Otoritesi</li> <li>• Bilgisayar Uygulamaları</li> </ul>                                                               |
| <b>1990 Yılları</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Entegre Lojistik Yönetimi     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lojistik Planlama</li> <li>• Tedarik Zinciri Stratejileri</li> <li>• İşletme Faaliyetleri ile Bütünleşme</li> <li>• Süreç Kanalları ile Bütünleşme</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lojistik Faaliyetlerin Genişlemesi</li> <li>• Tedarik Zinciri Planlama</li> <li>• Toplam Kalite Yönetimi İçin Destek</li> <li>• Lojistik Yönetim Faaliyetleri</li> </ul>                          |
| <b>2000 Yılları</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tedarik Zinciri Yönetimi      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratejik Tedarik Zinciri Görüşü</li> <li>• Extranet Teknoloji Kullanımı</li> <li>• Kanal Güçlerini Ortak Bir Kuvvet Aracı Olarak Kullanmak İçin Tedarik Zinciri TQM Göstergelerinde İşbirliği Yapmak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ticari Ortaklık</li> <li>• Sanal Örgüt</li> <li>• Müşteri Taleplerinde Meydana Gelen Değişiklikler</li> <li>• Benchmarking ve Yeniden Yapılanma</li> </ul>                                        |
| <b>2000 Yılı ve Sonrası</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                            |
| E-Tedarik Zinciri ve Yönetimi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCM Kavramına İnternetin uygulanması</li> <li>• Düşük Maliyetli Anında Veri Tabanı Paylaşımı</li> <li>• Elektronik Bilgi</li> <li>• SCM Senkronizasyonu</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tedarik Zinciri ile Ticaret Ortaklığı Yapmak</li> <li>• .com, -e eklentisi vb. Piyasa Değişiklikleri</li> <li>• Örgütsel Çeviklik ve Ölçülebilirlik</li> </ul>                                    |

**Kaynak:** İ.F.Gülenç, B. Karagöz, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2008, s.77

Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) 1980' li yılların başında ortaya çıkmış, lojistik yönetiminin en önemli kavramlarından biri haline gelmiş ve dönüşümünü 1990' larda da devam ettirmiştir. Ayrıca tedarik zinciri yönetimi, deniz lojistiği alanı başta olmak üzere diğer taşıma modlarında da dönüşüm olanağı sağlamıştır. Yine aynı dönemde bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ve kişisel bilgisayarların ortaya çıkmasıyla lojistik

faaliyetlerin daha esnek ve hızlı olmasını sağlamış, lojistiğin dönüşüm sürecinde gelişmiş kapasite ve yeni yeteneklere ulaşmasını sağlamıştır. Lojistik, depolama ve taşımacılık planlanmasında optimizasyon sağlayarak büyük bir atılım sağlamıştır. (Koçak, 2020).

Devletlerin 1990' lı yıllarda ülke ekonomilerinde serbest piyasa ekonomisine yön vermeleri, Yeni Dünya Düzeni çerçevesinde ekonomi politikalarında dış ticaretin önünü açacak düzenlemeler ile gümrük tarifelerinde indirimler uygulanmasıyla uluslararası ticaretin önünü açmışlardır. Sovyetler Birliği' nin dağılması, Dünya Ticaret Örgütü' nün kurulması ve Çin' in 2001 yılında Dünya Ticaret Örgütü' ne üye olması, küreselleşmeden kaynaklı bölgesel bütünleşmeler yoluyla yeni pazarlara kavuşulması amacı ve Avrupa Birliği' nin üye sayısını 28' e çıkarması, ayrıca ortak para birimine geçilmesi ile birlikte lojistik hizmetleri önemli bir faaliyet alanı haline gelmiştir (Gümüş, 2013).

## **2.2. LOJİSTİĞİN ÖNEMİ**

Bütün dünya ülkeleri için artık sadece ulusal ticaret değil, uluslararası ticarete ülke ve dünya ekonomileri için çok daha önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Uluslararası ticaret bir ülkedeki malın veya hizmetin başka bir ülkenin parası, malı veya hizmeti karşılığında yer değiştirmesidir. Ülkelerin sınırlarının olmadığı bu ticaret şeklinde, ulusal ve uluslararası firmaların rekabetine sahne olmakta buda tüketici lehine fiyat imkanı sağlamaktadır. Ayrıca tüketicilerin erişemeyeceği ürün, mal veya hizmetleri erişilebilir hale getirmektedir (Balcı ve Göcen, 2017). Sürekli artan uluslararası ticaret hacmi, 2019 yılı verilerine göre küresel mal ticaret hacmi 18,89 trilyon dolar olurken, küresel hizmet ticaret hacmi ise 6,03 trilyon dolara ulaşmıştır (Sputnik, 2020).

Dünyada uluslararası ticaret küreselleşme ile birlikte önemini artırırken, lojistik sektörde uluslararası ticarete paralel olarak önemini artırmaktadır.

Ateş (2010)' e göre lojistik sektörü ile ticaret arasında aşağıdaki gibi bir döngü söz konusudur;

Uluslararası ticaret artarsa, lojistik hizmet kullanımı artar, dolayısıyla lojistik sektöründe gelişmeler sağlanır.

Lojistik sektöründeki gelişmeler, uluslararası ticareti daha kolay yapılabilir kılacağından uluslararası ticareti artırır.

Dünya ekonomisinde lojistik sektörünün toplam değeri 5 milyar doları aştığı, 2018-2026 yılları arasında da yıllık büyümenin %7.4 oranında artacağı tahmini ile beraber 2026

yılında lojistik sektörünün dünya ekonomisindeki pazar büyüklüğü 16,445 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (UTİKAD, 2019). Dünya ekonomisinde büyük bir paya sahip olan lojistik sektörü aynı zamanda ülke ekonomileri içinde önemli bir paya sahiptir.

Bir ülkenin lojistik pazar büyüklüğü o ülkenin özelliklerine göre değişmekle birlikte akademide kabul gören yaklaşım; ülke ekonomisindeki GSYH' nın %12' si civarında olduğu kabul edilir. Bu oranın, doğrudan lojistik hizmet sağlayıcı firmaların faaliyetleri ile ürün ticareti yapan firmaların kendi bünyelerinde yaptıkları lojistik faaliyetlerden eşit oranda kaynaklandığı kabul edilmektedir. Bu kapsamda, 2018 yılı GSYH' nın 3 trilyon 700 milyar 989 milyon TL olduğu için, 2018 yılı için Türkiye' de lojistik sektörü büyüklüğü olarak 444 milyar TL olarak kabul edilmektedir (UTİKAD, 2020).

Tablo 2.3' de görüldüğü üzere lojistik sektörü, ülkelerin milli gelirleri içerisinde minimum %10 luk paya sahiptir. Bu oran ülke ekonomisi içerisinde çok önemli bir paya sahip olmakla beraber lojistik faaliyetlerin ülke ekonomileri için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

**Tablo 2.3 Lojistiğin Ülke Ekonomilerine Katkısı**

| BÖLGE         | ÜLKE       | GSYİH İÇİNDEKİ PAY (%) |
|---------------|------------|------------------------|
| KUZEY AMERİKA | ABD        | 10.5                   |
|               | MEKSİKA    | 15.3                   |
| AVRUPA        | ALMANYA    | 13.1                   |
|               | BELÇİKA    | 11.4                   |
|               | FRANSA     | 12.0                   |
|               | İSPANYA    | 14.7                   |
|               | YUNANİSTAN | 12.6                   |
| ASYA-PASİFİK  | AVUSTRALYA | 14.5                   |
|               | ÇİN        | 16.5                   |
|               | HİNDİSTAN  | 15.4                   |
| GÜNEY AMERİKA | BREZİLYA   | 15                     |

**Kaynak:** S. Dinçel, Lojistik Yönetimi ve Girişimcilik, İstanbul:Hiperlink,2016, s.23

Dünya ve ülke ekonomileri için önemli bir yere sahip olan lojistik sektörü Türkiye' de de hızla gelişmektedir. Son yıllarda ulaşım sektörüne yapılan yatırımlar ile beraber Türkiye, lojistik değeri artan bir ülke haline gelmiştir. Uluslararası lojistik rekabetinde Türkiye' ye avantaj sağlayan doğal sebeplerden ilki 3 tarafının denizlerle çevrili olması, denizlerin liman yapımına müsait olması ve var olan limanların hinterlandının geniş olmasıdır. Kıtalar arası taşımacılıkta ve konteyner taşımacılığında modern ve etkin

limanlara sahip olması Türkiye'yi lojistik rekabette öne çıkarmaktadır. Diğer doğal sebep ise, Türkiye'nin jeopolitik konumu sayesinde Ortadoğu, Balkanlar ve Kafkasya arasındaki merkezi konumu ile Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarının tam ortasında bir geçiş noktası olarak bulunmasıdır (Tunç ve Kaya, 2016).

Ekonomik faaliyetlerin her alanda giderek artmakta olduğu günümüz dünyasında lojistik hizmetleri, birçok faaliyet açısından temel öge olarak yer almasıyla sektörler arasında merkezi bir konuma sahiptir. Lojistik en başta işletmelerin ekonomik faaliyetlerini etkileyen bir kavramdır. İşletmelerin ekonomik faaliyetlerinin ülke ekonomisine etkisi doğrudandır. Ülke ekonomilerinin uluslararası ticaret ile uluslararası ekonomiye etkisi her geçen gün artmaktadır.

Dinçel (2016)'a göre lojistiğin önemini maddeler halinde açıklayacak olursak;

- Lojistik, işletmelerin performans kriterlerini ve kar oranlarını belirleyen önemli bir faktördür.
- Lojistik, tüm operasyonları kapsayan bir süreç olarak faaliyetlerine devam etmesi sebebiyle önemlidir.
- Lojistik, maliyet hesabı açısından işletmelere yük olmasına rağmen, oluşturduğu maliyetten daha fazlasını kazandıran bir süreçtir.
- Lojistik, tüketicilere sağlanan hizmetler arasında en temel faktör olarak ortaya çıkmaktadır.
- Lojistik faaliyetler sayesinde işletmeler arasında uzun süreli iş ilişkileri ve işletmeler arası güven oluşması mümkündür.

Sonuç olarak lojistik, günümüz dünyasında işletme ve ekonomi açısından sayısız fonksiyona sahip olan, tüm dünyada gelişimini devam ettiren nadir sektörlerden bir tanesidir. Yirmi birinci yüzyılda lojistik, teknoloji ve mikrobiyoloji ile beraber gelişmesi en çok beklenen üç sektörün içindedir. Dünyada uluslararası ticaretin gelişmesi, e-ticaretin her geçen gün artması, ticaret hacimlerinin sürekli yükselmesi, taşıma ve depolama alanında önemin giderek artması bu gelişimin ana faktörleri olarak kabul edilmektedir. Lojistik kavramı tedarik zinciri yönetimi ile birlikte her geçen gün yeni bir kapsam ve boyut kazanmaktadır (Dinçel, 2016).

## 2.3. TEMEL LOJİSTİK FAALİYETLER

İşletmelerde lojistik faaliyetlerin kapsamı oldukça geniştir. Ürünlerin hammadde halinden üreticiye gelmesine, kullanıma hazır hale gelen ürünün daha sonra nihai tüketiciye ulaşıncaya kadar işletme içerisinde veya işletme dışarısında geçirmiş olduğu bütün faaliyetlere lojistik faaliyetler denir. İşletmelerdeki temel lojistik faaliyetleri sekiz ana başlık altında ele almak mümkündür (Kabadayı, 2010). Bunlar;

- i. Taşımacılık
- ii. Depolama
- iii. Stok Yönetimi
- iv. Elleçleme
- v. Satınalma
- vi. Paketleme
- vii. Talep Yönetimi
- viii. Müşteri Hizmetleridir.

### 2.3.1. Taşımacılık

Lojistik kavramının temelini taşımacılık faaliyetleri oluşturmaktadır. Bir ürünün bir yerden herhangi bir yere taşınmasından ziyade, lojistiğin 7 doğrusu ilkesi çerçevesinde doğru ürünün, doğru şartlarda, doğru miktarda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru müşteride ve doğru maliyet ile ileri ve geri iki yönlü hareketine, bulundukları yerden ihtiyaç duyuldukları yere fiziksel olarak hareket etmesidir.

Tedarik zinciri maliyetleri arasında taşımacılık hizmeti maliyetlerinin önemli bir paya sahip olması, taşımacılık faaliyetinin önemini artırmaktadır. Ürünlerin istenilen yerlere en kısa yol ile istenilen zamanda taşınması hem işletmelerin maliyetlerini azaltır, hem de müşterilerin ürünlerini teslim alma süresini kısalttığı için müşteri memnuniyetini artırır. Taşımacılık faaliyetlerinde taşınması yapılacak ürünün özellikleri dışında, yol güzergahında maliyet hesabı çerçevesinde belirlenmesi gerekmektedir. Taşımacılık mod seçiminde esas olan en az maliyet ile en iyi hizmeti sunmaktır (Kabadayı, 2010). Lojistik modlara göre maliyetler tablo 2.4' de gösterilmiştir.

**Tablo 2.4 Lojistik Modlara Göre Maliyetler**

| Lojistik Modu        | Maliyetler       |                     |
|----------------------|------------------|---------------------|
|                      | Sabit Maliyetler | Değişken Maliyetler |
| Demiryolu Lojistiği  | Çok Yüksek       | Düşük               |
| Karayolu Lojistiği   | Düşük            | Yüksek              |
| Denizyolu            | Yüksek           | Çok Düşük           |
| Havayolu             | Çok Yüksek       | Esnek               |
| Boru Hattı Lojistiği | En Yüksek        | En Düşük            |

**Kaynak:** S. Dinçel, Lojistik Yönetimi ve Girişimcilik, İstanbul:Hiperlink,2016, s.29

Tablodan anlaşıldığı üzere sabit maliyetler (terminal alt yapı, bakım vb.) ve değişken maliyetler (yakıt, işçilik, onarım vb.) farklılık göstermekle beraber yatırım kararı alınmadan önce ne miktarda ve ne kadar süreyle taşımacılık faaliyetinde bulunulacağı öngörülmalıdır.

Türkiye ihracat ve ithalat taşımalarında, karayolu ile deniz yolu taşımacılık modları büyük oranda pay sahibidir. 2009-2013 yılları arasında ortalama %52,4 olan ihracatta deniz yolu kullanımı payı 2017 yılında %58 seviyelerine kadar gelmiştir. Deniz yolunun ithalattaki payı ise 2017 yılında %65 seviyesindedir. İhracatta karayolu taşımacılığının payı ise 2009-2013 yılları arasında %37,5 seviyesindeyken 2017 yılında %29 seviyesine inmiştir. Benzer şekilde ithalatta karayolu taşımacılığı payı %22,5’ ten, %18’ e seviyesine inmiştir. Bu gerilemenin temel sebebi yaygınlaşan RO-RO taşımacılığı ile yük taşımada deniz yolu taşımacılığının tercih edilmesidir (Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Küreselleşen dünyanın günümüz şartlarına ve taşınacak ürünlerin özelliklerine göre farklı taşıma yöntemleri kullanılmaktadır. Şu anda ürünleri ulaştırmada kullanılan yöntemler; karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu, boru hattı ve kombine taşımacılıktır (Dinçel, 2016).

**Karayolu:** Karayolu taşımacılığı başlangıç ve varış noktaları arasında aktarmasız bir taşımaya olanak sağlaması, diğer taşıma modlarına göre daha hızlı teslimat yapabilmesi ve kısa mesafeli teslimatlarda diğer taşıma modlarına göre daha ucuz olması gibi avantajlara sahiptir (Keçeci, 2020). En eski, en yaygın ve her tür yük çeşidinde kullanılabilen taşıma şeklidir. Kapıdan kapıya teslim imkanı, her yere ulaşılabilirliği, ilk yatırım maliyetleri bakımından diğer taşıma modlarına göre daha avantajlı olması bakımından Türkiye’ de taşıma modları arasında en yaygın olarak kullanılan taşıma türüdür (Keskin, 2015).

**Demiryolu:** Karayolu ile taşınması mümkün olmayan büyük ölçekli yüklerin taşınmasına

imkan sağlayan, taşıma esnasında coğrafi koşullardan en az etkilenen, diğer taşıma modlarına göre daha çevreci bir taşıma modu olması ve kaza riski oranının diğer taşıma modlarına göre çok daha az olması avantajları arasındadır. Ayrıca düşük sabit maliyetler ile taşıma yapabilmesi, taşıma mesafesi ve yükün ölçeği arttıkça birim başına düşen taşıma maliyeti en az olan taşıma biçimidir (Keskin, 2015). Sabit maliyetlerin yüksek olması, bakım onarım maliyetlerinin yüksek ve zor olması, acil durumlarda esnekliğinin olmaması ve demiryolu vagonlarında yükleme boşaltma sırasındaki zaman tüketimi ise dezavantajlarındandır (Tseng ve Yue, 2005).

**Boru Hattı:** Petrol ve doğal gaz gibi üretim merkezlerinden tüketim noktalarına taşınmasında en ekonomik ve kullanışlı taşıma modudur. Boru hattı taşımacılığı ilk yatırım maliyeti olarak karayolu ve denizyolu taşımacılığına göre yüksek olmasına karşın daha hızlı ve kesintisiz olarak taşıma sağlamaktadır. Gelişmiş ölkelerde petrol ve doğal gaz dışında boru hattı taşımacılığı çevreci, ekonomik ve kesintisiz mal akışı sağlaması nedeniyle kullanılmaktadır (Aydemir, 2016).

**Denizyolu:** Denizyolu taşımacılığı uluslararası taşımacılıkta çok önemli bir rol oynamaktadır. Yüksek taşıma kapasitesini en az maliyet ile taşıyabilmesi, ham petrol, tahıl gibi belirli ürünlerin taşınmasında hayati konuma sahiptir. Dezavantajı ise uzun nakliye süresine ihtiyaç duyması ve hava koşullarından büyük oranda etkilenmesidir (Tseng ve Yue, 2005). Sınır aşımı olmadan uluslararası ulaşım kolaylığı, en güvenli taşıma modu olması, bir defa da yüksek kapasitede yük taşınması ve bunların avantajlarının oluşturduğu düşük maliyet ile en çok tercih edilen taşıma modudur. Dünya yük taşımacılığındaki 2008-2017 yıllar arası yüzdelerle dağılımda 2016 yılı için denizyolu taşımacılık oranı %84 olarak gerçekleşmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2018).

**Havayolu:** Havayolu taşımacılığı birçok sektör ve hizmet için kendi tedarik zincirini tamamlaması için gereklidir. Avantajları olarak; varış yerleri için hızlı teslimat, daha düşük hasar riski, güvenlik, esneklik, erişilebilirlik ve düzenli teslimat noktalarına sahip olmalarını sayabiliriz ancak en büyük dezavantajı ise yüksek maliyeti olan bir taşıma modudur. Birim başına düşen taşıma maliyeti yüksektir (Tseng ve Yue, 2005).

**Kombine Taşımacılık:** Günümüz lojistik faaliyetlerde taşıma sistemlerinin sahip olduğu avantajları kullanarak kombine taşımacılık sistemi oluşturmaktır. Aynı taşıma ekipmanı birden fazla taşıma biçimi kullanılarak teslimat noktasına ulaşmasıdır. Örneğin kamyonu yüklenen bir konteynerin bir süre karayolu ile gittikten sonra kamyonun gemi ile taşınması bu tanımdadır.

Aşağıda verilen tablo 2.5 ile taşıma modlarının hız, güvenilirlik, yeterlilik, bulunurluk ve maliyet açısından 1 en yüksek, 5 en düşük olmak üzere puanlanarak sıralaması yapılmıştır. İşletmeler taşıma moduna karar verirken bu faktörleri göz önünde bulundurabilirler (Çevik ve Bayezid, 2011).

**Tablo 2.5 Taşıma Modlarının Bazı Faktörlere Göre Sıralanması**

| Taşıma Modu | HIZ              | GÜVENİRLİLİK       | YETERLİLİK               | BULUNULURLUK                        | MALİYET                |
|-------------|------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
|             | Ulaştırma Zamanı | Zamanlamada Başarı | Taşınan Ürün Çeşitliliği | Hizmet Verilen Coğrafi Nokta Sayısı | Ton*Mil Başına Maliyet |
| Demiryolu   | 3                | 4                  | 2                        | 2                                   | 3                      |
| Suyolu      | 4                | 5                  | 1                        | 4                                   | 1                      |
| Karayolu    | 2                | 2                  | 3                        | 1                                   | 4                      |
| Boru Hattı  | 5                | 1                  | 5                        | 5                                   | 2                      |
| Havayolu    | 1                | 3                  | 4                        | 3                                   | 5                      |

**Kaynak:** Çevik, O. Gülcan, B. (2011). Lojistik Faaliyetlerin Çevresel Sürdürülebilirliği ve Marco Polo Programı. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13(20), s.38

### 2.3.2. Depolama

Depolar, ticari nitelikte olan ürünlerin hammadde, yarı mamül ve tüketime hazır şekilde bulunan bu ürünlerin, belirli bir sistem içerisinde düzenli ve organize şekilde elleçlendikleri, istiflendikleri ve sevk edildikleri alanlar olarak tanımlanmaktadır. Depolar sadece ürünlerin istiflendikleri yer olmayıp, mal kabul ve sevkiyatın yanı sıra, ayırma, birleştirme, ambalajlama, konsolidasyon, etiketleme, paketleme ve paletleme gibi çok sayıda lojistik işlemin gerçekleştirildiği, ürünün kabulü ile sevki arasında ürün akışının belirli bir süre kesintiye uğrayıp katma değer iş ve işlemlerin gerçekleştirildiği yerlerdir (Görçün, 2017).

### 2.3.3. Stok Yönetimi

Stok, ekonomik bir sistemde üretim aşamasında üretime doğrudan veya dolaylı olarak katılan bütün fiziksel ürünler ile ürünün kendisi veya parasal değeridir. Diğer bir ifadeyle stok; kullanılmak üzere belirli bir süre atıl durumda bekletilen, ekonomik değere sahip kaynaklar şeklinde de tanımlanabilir (Bakkal ve Demir, 2011). İşletmelerin müşterilerine etkin ve hızlı hizmet sunmalarında, üretim aşamasının aksamadan devam etmesine, üretim sürecini gelen talep dalgalanmalarına göre uyarılma, fiyat değişkenliğinin, tedarik kaynaklı yaşanacak olumsuzlukların önünü geçmek ve

işletmelerin sipariş karşılama yeteneği ile tüketime noktasındaki ürün miktarının sürekliliğini sağlama gibi işlevlere sahiptir.

Üretimin aksamadan devam edebilmesi için gereken stok miktarı, gerekli stok tutmanın maliyet hesabı, yeterli miktarda stok olup olmadığı ve gerekli durumlarda nerelerden temin edileceğine dair işlemler stok yönetimi faaliyetleri ile yerine getirilmektedir.

#### **2.3.4. Elleçleme**

Ürünlerin depoya taşınması, istiflenmesi, depo içerisinde yer değiştirilip düzenlenmesi, nakliyesi gibi malzemelerin bir noktadan başka bir noktaya fiziksel olarak yer değiştirmesini sağlamak elleçleme olarak tanımlanmaktadır. Ürünlerin raflardan toplanarak sevk alanına getirilmesi ve araçlara yüklenmesi veya ürünün depo içerisindeki dolaşımına elleçleme işlemi denir. Depo operasyon yönetiminde asıl amacın ürünlerin istenildiği zaman, istenilen yerde hazır edilmesi olduğundan elleçleme faaliyeti önemli bir yer tutar. Ayrıca elleçleme işlemi sırasında depo içerisinde kullanılan ekipman seğimi, elleçleme sürecinin verimli bir şekilde yürütölmesine ve işletmelere zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Kabadayı, 2010).

#### **2.3.5. Satınalma**

Satınalma faaliyeti işletmeler için stratejik öneme sahip faaliyetlerden bir tanesidir. İşletmenin ihtiyaç halindeki ürünlerini dışarıdan temin etme süreci olarak tanımlanabilir. Satınalma sürecinde üretim veya hizmet sürecini aksatmayacak şekilde ihtiyaç duyulan ürünler için tanımlama yapma, karar verme, irtibata geğme, teklifleri değerlendirme ve sözleşme yapma gibi faaliyetleri barındırır (Dinçel, 2016).

#### **2.3.6. Paketleme**

Toplanmış veya elleğlenmiş ürünlerin müşteri istekleri doğrultusunda bazı kriterlere uyarak birleştirilir, siparişe göre uygun ve eksiksiz olduğu kontrol edilir, taşımacılık amaçlı nihai tüketiciye ulaşıncaya kadar zarar görmemesi ve rahatlıkla taşınabilmesi için zarar görmeden, bozulmadan, güvenli bir şekilde saklanmasını sağlayan lojistik sürecidir. Paketleme aşaması, müşteri siparişinin eksiksiz olup olmadığı ve taşıma kablarının son kontrollerinin yapılmasıyla son bulur (Tanyaş ve Düzgün, 2014).

### **2.3.7. Talep Yönetimi**

Talep tahmini; gelebilecek talepler doğrultusunda üretimin aksamadan faaliyetlerine devam etmesinde üretim sürecinin planlanması, üretilmesi gereken veya üretilmesi istenen ürün miktarlarıdır. Talep tahminleri, üretim sürecinde temel veri olarak kullanılarak hammadde, yarı mamul, emek, makine ve iş gücü ihtiyaçlarının saptanmasında önemli bir faktördür. Talep tahminleri tüketicinin veya kullanıcının ihtiyaçlarını ortaya koymaktadır (Bakkal ve Demir, 2011). Talep yönetimi ise, üretim sürecinde gelebilecek taleplerin doğru tahmini ve talebi karşılayacak esnek üretim kapasite yeteneği ile gerçekleşebilmektedir.

### **2.3.8. Müşteri Hizmetleri**

Müşteri memnuniyetini optimum seviyede tutmak her sektörde olduğu gibi lojistik faaliyetlerinde asli görevlerindendir. Günümüz ticari faaliyetlerde rekabet ortamı ve müşterilerin sahip olmak istediği ürüne en kısa sürede sahip olma isteği, müşteri hizmetleri fonksiyonunun önemini artırmaktadır.

Lojistik faaliyetlerde müşteri servisleri; hizmeti yada ürünü müşterinin istediği yere, istediği zamanda ve müşterinin istediği koşullara uygun bir şekilde müşteriye teslim etmeyi amaçlamaktadır (Dinçel, 2016).

### 3 DEPO VE DEPOLAMA KAVRAMI

Bu bölümde depo ve depolama kavramları, depolamanın önemi, depo çeşitleri ve depo operasyon süreçleri yer almaktadır. Depo ve depolama süreçlerinde dönemsel gelişmelere değinilmekte ayrıca depo ve depolama faaliyetlerinin lojistik süreçlerde ve firmalar arası rekabetteki öneminden bahsedilmektedir. Depo çeşitleri ise mülkiyet durumlarına, işleyişine, mamul tipine ve otomasyon düzeyine göre sınıflandırılmaktadır.

#### 3.1. DEPO VE DEPOLAMA

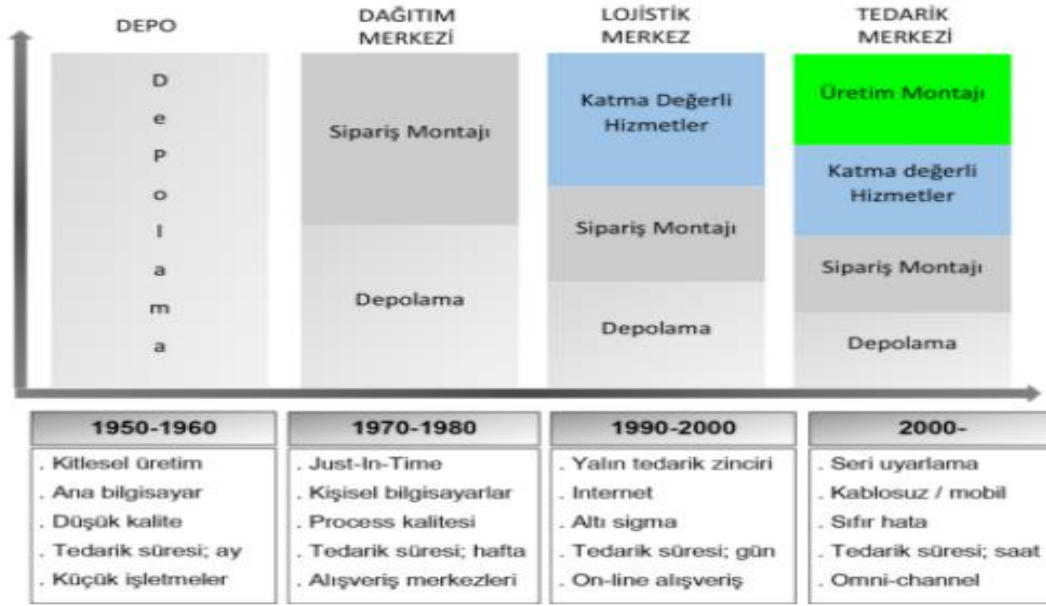
Depolar, hammadde, yarı mamul, mamul ve malzeme halindeki ürünlerin belirli bir düzen içerisinde planlı ve programlı bir şekilde elleçlendikleri, istiflendikleri, sevk ve idare edildikleri alanlar olarak tanımlanabilmektedir. Bir diğer deyiş ile ekonomik değeri olan ürünlerin korundukları ve istiflendikleri yerlerdir. Ayrıca depolar sadece ürünlerin stoklandıkları yerler olmayıp, mal kabul, istifleme, elleçleme ve sevkiyat işlerinin yanında ayırma, birleştirme, etiketleme, konsolidasyon, paketleme ve paletleme gibi pek çok lojistik uygulamaların ürünlere uygulandığı kapalı veya açık mekanlardır. Bu çerçevede depolar, bir ürünün kabulü ile sevki arasındaki ürün akışının bir süre kesintiye uğradığı yerlerdir (Görçün, 2017).

Depolama ise depo içerisinde uygulanan lojistik faaliyetlerin bütünüdür. Ürünlerin hammadde halinden nihai tüketiciye ulaşacağı ana kadar büyük miktarlarda, uygun koşullarda saklanması, çeşitli aşamalarda istiflenmesi ve korunması, gerektiğinde ise ürünün hazır halde bulundurulması sırasında gerçekleştirilen süreçlere verilen addır. İşletme sektöründe ürün hammadde tedarikçiden son tüketiciye ulaşmaya kadar olan süreçte hammaddelerin, parçaların, yarı mamul ve bitmiş ürünlerin işletmede bulundurulması ve ürüne katma değer katacak iş ve işlemlerin yapılması faaliyetlerini tanımlamak için kullanılır. Üretim sektöründe ise, üretim süreci boyunca tüm faaliyetlerine yardımcı olmak maksadıyla bekletilmesini ifade eder (Keskin, 2015).

Depolar, tüketime hazır haldeki ürünlerin ilk aşaması olan hammadde sürecinden, üretim sürecine, üretim sürecinden ise nihai tüketiciye sunuluncaya kadar geçen süreçte ürünlerin bekletildiği, işletmeler açısından stratejik öneme sahip olan mekanlardır. İşletmeler açısından depolar, lojistik sektöründe ürünlere katma değer alanı olarak kullanılır. Günümüz ekonomi dünyasında tedarikçi, üretici, dağıtıcı, ve perakendeciler

açısından ve uluslararası ticarete ihracat, ithalat ve gümrük işlemlerinde ürünlerin dış etkenlerden korunduğu, saklandığı ve güvenliğinin sağlandığı ayrıca ürünlerin sevk edilebilir hale getirildiği alanlar olmaları bakımından işletmeler açısından çok önemlidir (Sayın ve Barman, 2020).

Depolar sadece depolama hizmeti ile sınırlı olmayıp, mal kabul, istifleme, toplama, paketleme ve sevkiyat gibi karmaşık operasyonlarında gerçekleştirildiği alanlardır. Depolama hizmeti depolarda yapılan en temel ve basit bir hizmet iken, küreselleşme ve ticari rekabetin etkisiyle katma değerli hizmetlerinde zaman içerisinde depolama hizmetleri içerisinde icra edilmesi Şekil 2.1’ de sunulmuştur (Yalın Enstitü, 2020).



**Şekil 2.1: Depolamanın Tarihsel Gelişimi**

**Kaynak:** Yalın Enstitü, <https://lean.org.tr/yalin-depo-yonetimi/>

### 3.2. DEPOLAMANIN ÖNEMİ

Günümüzde rakip firmalar birbirlerine üstünlük sağlamak için lojistik sektörünü temel olarak kullanmaktadır. Lojistik sektöründe ise depo ve depolama hizmeti, firmalar arasında rakiplerinin önüne geçiren önemli bir lojistik faaliyet dalıdır. Bu rekabet ortamında depo hizmetlerinin düzgün, hatasız ve hasarsız yapılması çok önemli olmakla beraber yetersiz kalmıştır. Depolama işletmeler için her ne kadar maliyet oluştursada, pazardaki konumunu korumak, müşteri memnuniyeti ve müşteri güveni için gereklidir.

Depolama, ürünlerin geçişi sırasında bir durak noktası olmaktan çıkmış, müşteri memnuniyetini en yüksek düzeye çıkaracak şekilde ürünlere ek işlemlerin yapıldığı,

katma değerler kazandırıldığı bir süreç olarak görölmektedir. Firmaların müşteri memnuniyeti çerçevesinde kaliteli, düşük fiyattan ve mümkün olan en hızlı bir şekilde hizmet sağlama isteği, depoların stratejik önemini artırmıştır.

İşletmeler çeşitli nedenlerle hammadde, yarı mamul ve ürünleri depolarında bulundurarak stok bulundurma ihtiyacı duyarlar. İşletmelerin ürünleri saklayarak stok bulundurmak üzere depolamaya ihtiyaç duymasının nedenlerinden bazıları;

**Mevsimsel Üretim:** İşletmelerin her mevsim üretim yapabilmesi için, sadece belli mevsimlerde üretilen ürünlerden hammadde, yarı mamul veya mamul haldeki ürünlerden müşteri ihtiyacı ve üretim kapasitesi doğrultusunda stok bulundurmak zorundadır.

**Mevsimsel Talep:** Bazı ürünlerin talebi mevsimsel olarak belirli zamanlarda oldukça artmaktadır. Bu talebi karşılayabilmek için ürünler önceden üretilerek stokta bulundurulur.

**Büyük Miktarda Üretim:** Seri üretim ile üretilen ürün miktarı arttıkça birim başına düşen sabit giderleri azaltacağından, firmalar büyük miktarlarda üretim yaparak talep fazlasını depolamaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, üretim maliyetlerinin stok tutma maliyetini aşmaması gerekir.

**Çabuk Tedarik:** Üretim için gerek duyulan ürünlerin tedarik süresinin uzun olması sebebiyle, tedarik süresi boyunca üretimin aksamadan devam edebilmesi için stok bulundurulmasıdır.

**Sürekli Üretim:** İşletmelerin, üretime aynı standartlarda ve kesintisiz devam edebilmesi için kullanılan yarı mamul veya hammadde stoğu bulundurması gerekmektedir.

**Fiyat Sabitleme:** Döviz kuru dalgalanmalarından etkilenmemek için üretimde ihtiyacı duyulan hammadde veya yarı mamulun büyük miktarlarda satın alınarak fiyat sabitlemek için stok bulundurmaktır.

Stok bulundurma işletmeler açısından her ne kadar ek bir maliyet olsa da yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü tamamen stoksuz bir şekilde üretim yapmaktan imtina ederler. Bu yüzden depo ve depolama hizmetleri işletmeler açısından stratejik bir öneme sahiptir (Kabaday1, 2010).

### 3.3. DEPO ÇEŞİTLERİ

Lojistik hizmetlerde depoları farklı bakış açısı ve kıstaslara göre sınıflandırmak mümkün olsa da; mülkiyet durumlarına, işleyişine, mamul tipine ve otomasyon düzeyine göre sınıflandırılmaktadır.

#### 3.3.1. Mülkiyet Durumuna Göre Depo Çeşitleri

Mülkiyet açısından ele alındığında depo çeşitleri özel depolar, genel depolar, kamu kurum ve kuruluşlarına ait depolar ve antrepolardır.

- **Özel Depolar:** Özellikle depolama ihtiyacı fazla olan işletmeler tarafından, depo ve depolama araçlarının da işletme mülkiyetinde olduğu kendi deposuna sahip olması durumudur. İşletme tarafından ihtiyaçları doğrultusunda esnek bir şekilde kurulumu ve işletmesi yapılan alanlardır.
- **Genel Depolar:** Deponun mülkiyeti üretim yapan firma dışında kişi yada kurumlara aittir. Kira karşılığı farklı firmaların ürünlerinin korunduğu alanlardır. Bu tür depolar genellikle üretici, toptancı, ihracatçı veya ithalatçı firmalar tarafından kullanılmaktadır (Kabadayı, 2010).
- **Kamu Kurum ve Kuruluşlarına Ait Depolar:** Mülkiyeti kamu kurum ve kuruluşlarına ait olan ve ilgili kurum ve kuruluş tarafından işletilen alanlardır. Posta ve Telgraf Teşkilatı Anonim Şirketi, üniversite, hastane, adliye, belediye vb. kurumların kendilerine ait depoları bulunmaktadır.
- **Antrepolar:** Ülke sınırları içinde bulunmakla beraber, gümrük sınırları dışında kabul edilen ürünlerin muhafazası amacıyla konulduğu ve bir tür depo işlevi gören alanlardır. Bu nedenle antrepolarda bulunan ürünlerden gümrük vergisi alınmamaktadır. Ürünlerin kesin ithalatı durumunda gümrük idareleri tarafından vergilendirilmesi yapılmaktadır (Varol, 2009). Antrepolar özel ve genel antrepo olmak üzere ikiye ayrılır. İşletmenin sadece kendi ürünlerini muhafaza edebildiği “Özel Antrepolar” ile antrepo işleticisi tarafından işletilen ve birden fazla firmaların katılımına açık olan “Genel Antrepolar” dır (UTIKAD, 2012).

### 3.3.2. İşleyişine Göre Depo Çeşitleri

Genel işleyişine göre depoları; geleneksel depo, işletme deposu (üretim deposu), lojistik depo ve dağıtım depolarıdır.

- **Geleneksel Depo:** Üretim tesisi veya satış mağazaları içerisinde veya çok yakınında bulunan, ürünlerin genellikle ihtiyaç anına kadar uzun süre stoklandığı alanlardır. Genellikle imalat ve satış destek amaçlı kullanılır. Giriş çıkış hareketleri ve stok devir düzeyi oldukça düşüktür (Tanyaş ve Baskak, 2012).
- **İşletme (üretim) Depoları:** Depolama süresinin uzun olduğu yerlere işletme deposu denir. İşletme deposu genelde üretim sürecinde kullanılmak üzere hammadde, yarı mamul olarak veya üretim sonrasında tüketime hazır ürünlerin dağıtım öncesinde stoklandığı alanlardır. Genelde işletmeler içerisinde veya yakınında bulunan, giriş-çıkış ambarları ve ara depolar olarak kullanılır (Öztürk, 2011).
- **Lojistik depolar:** Üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı işletmeler tarafından hizmet veren depolardır. Bir veya birden fazla firmalara hizmet sağlayarak ürünlerini depolayabilir. Depolama hizmetlerinde üçüncü parti lojistik işletmeleri dış kaynak kullanımıyla tercih eden firmalar, depolama hizmeti sağlayan işletmenin uzmanlığından depolama, taşıma, dağıtım, paketleme vb. hizmetlerinden faydalanır. Depo operasyon maliyetleri ile çeşitli risklerden tasarruf edilirken diğer yandan depo operasyonlarında kontrol yetkisini azaltmaktadır (Kabadayı, 2010).
- **Dağıtım Depoları:** Üretici firmalardan veya depolama hizmeti alan firmaların tedarikçilerinden yüksek miktarda ürünlerin sevk edilmek üzere belirli bir süre depolandığı alanlardır. Dağıtım depolarından hizmet alan firmaların ürünleri sevk edilmek üzere depoya gelmekte, firmaların talepleri doğrultusunda elleçlenerek sevk edilmektedir (Dede, 2020).

### 3.3.3. Ürünün Türü ve Özelliklerine Göre Depo Çeşitleri

Ürün türlerine göre depolar; hammadde, yarı mamul, tamamlanmış ürün ve soğuk hava depoları olmak üzere dört farklı grupta inceleyebiliriz.

- **Hammadde Depolar:** Üretim için kullanılan hammadde ve yardımcı ürünlerin yer aldığı, depolandığı alanlardır. Hammadde depoları üretim tesisi ile aynı tesis içinde yada üretim tesisine yakın yerlerde yer alırlar. Üretim tesisi ile hammadde deposu arasındaki yakınlık, taşıma süresini etkileyeceği gibi doğrudan üretim hızını ve üretim süresini kısaltmaktadır. Depolanacak ürünün özelliğine göre açık yada kapalı alanlar hammadde deposu olarak kullanılabilir (Kabadayı, 2010).
- **Yarı Mamul Depolar:** Henüz nihai tüketici için hazır hale gelmemiş ürünlerin depolandığı alanlardır. Üretim tesislerinde üretim veya montaj hattı sırasında çeşitli bölgelerde bulunan üretim işlemleri tamamlanmamış, ürün haline dönüştürülmemiş malzemelerin, üretim sürecine dahil edilmek üzere konulduğu alanlardır. Genellikle üretim tesisi içerisinde bulunan malzemelerin çok uzun süre depolanmadan beklediği ve devir hızının yüksek olduğu depolardır (Tanyaş ve Baskak, 2012).
- **Tamamlanmış Mamul Depolar:** Üretim sürecinin tamamlandığı ürünlerin depolandığı alanlardır. Bu depolarda bulunan ürünler, üretim noktası ile nihai tüketici arasında tampon stok olarak görülmektedir. Tamamlanmış ürün depoları genellikle hammadde ve yarı mamul depolarından ayrı kullanılır. Bunun sebebi hammadde ve yarı mamul ürünlerin sevkiyat hızını etkilememesi ve siparişlere anında yanıt verme amacıdır (Görçün, 2017).
- **Soğuk Hava Depolar (Isı ve Nem Kontrollü Depolar):** Kapalı depoların içerisinde yer alan özel bir tür olmakla birlikte bağımsız bir depo türü olarak düşünülmesi gereken depolardır. Ürünün raf ömrü ve ticari değerini korumak için sıcaklık (-18°C ve altı) ve nem oranının kontrol altında tutularak ürünlerin bozulmasını önleyen depolardır (Tanyaş ve Baskak, 2012).

### 3.3.4. Otomasyon Düzeyine Göre Depo Çeşitleri

Otomasyon düzeyine göre depolar; geleneksel depo, yüksek yoğunluklu depo ve otomatik depolar olmak üzere üç farklı sınıfta inceleyebiliriz.

- **Geleneksel Depolar:** Yüksekliği genellikle 6-7 metre civarında olan ve operasyona uyumlu raf, forklift ve ekipmanların bulunduğu depolardır (Dede, 2020).
- **Yüksek İrtifalı Depolar:** Geleneksel depoya göre ürün giriş-çıkış tarfiği yüksek

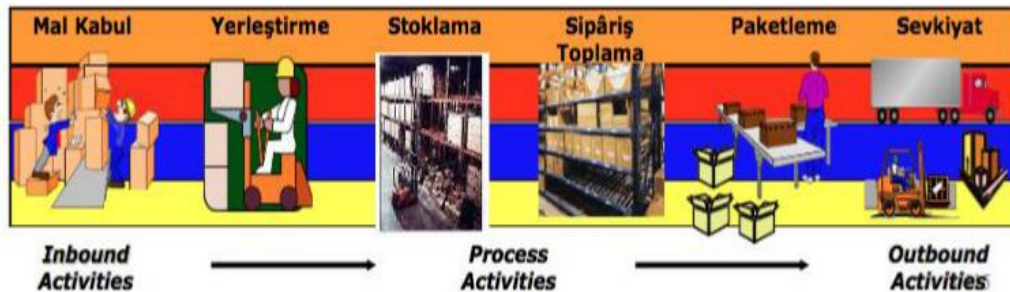
olan, dar koridor sistemi ile beraber genellikle 10 metrenin üzerinde yüksekliğe sahip olan ve buna uygun raf sistemleri ile normal forkliftler yerine dar veya çok dar koridor forkliftlerinin kullanıldığı depolardır (Tanyaş ve Baskak, 2012).

- **Otomatik Depolar:** Artan müşteri talepleri ve çeşitlenen ürün stokları ile beraber depo operasyonları oldukça karmaşık hale gelmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle beraber insan gücünün minimum düzeyde kullanıldığı ve depo otomasyon sistemlerinin yer aldığı otomatik depolar ortaya çıkmıştır. Bu depolama sistemlerinde otomatik toplama ve geri alma (AS/RS:Automated Storage and Retrieval System), konveyörler, rollerlar, robotlar, kaldırma ekipmanları vb. gibi bilgisayar destekli sistemler kullanılmaktadır (Demirci, 2010).

Depoda kullanılan ekipmanlar, Depo Yönetimi Sistem Yazılımları (WMS: Warehouse Management Systems) ile bilişim ve iletişim teknolojileri, mekanik sistemler ile bütünleştirilerek kullanıldığından yatırım ve bakım maliyeti yüksek olmakla birlikte, ayrıca kalifiye personel ihtiyacı vardır (Tanyaş ve Baskak, 2012).

### 3.4. DEPO OPERASYON SÜREÇLERİ

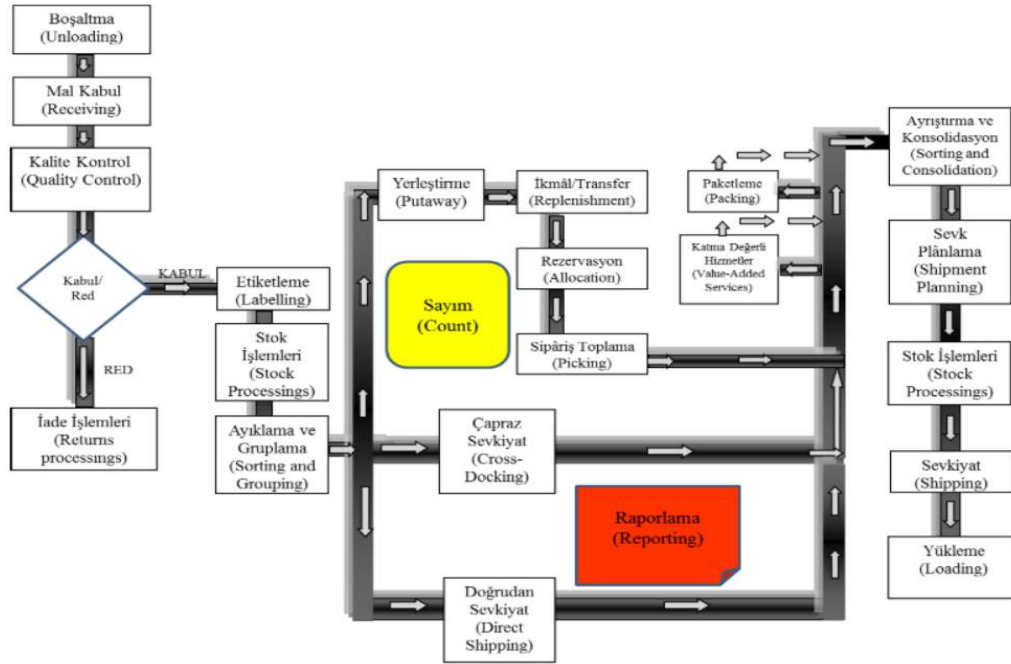
Tedarikçilerden gelen ürünler depolarda mal kabul işlemi ile teslim alınır, ürünler depolamaya uygun hale getirilir ve depoya uygun şekilde depolanır. Gelen sipariş emirleri doğrultusunda ürünlerin toplanma işlemi sırasında, ürüne özgü kriterler göz önünde bulundurularak araçlara yüklenmekte ve sevk edilmektedir. Bu nedenle depo operasyon süreçleri temelde; ürün kabul, ürün yerleştirme, stoklama, sipariş toplama, paketleme ve sevkiyattır (Dede, 2020). Bu temel süreçler ürünlerin depoya kabulü, depoda muhafaza edilmesi ve tüketicilere ulaştırılmasına kadar depo içerisinde gerçekleştirilen faaliyetler şekil 3.1 ile gösterilmiştir (Kabadayı, 2010).



Şekil 3.1 Temel Depo Süreçleri

Kaynak : N. Kabadayı (2010: 164)

Depo yönetim sistemlerinde operasyon süreçlerinin detaylandırılmış hali şekil 3.2 ile gösterilmiştir (Kabadayı, 2010).



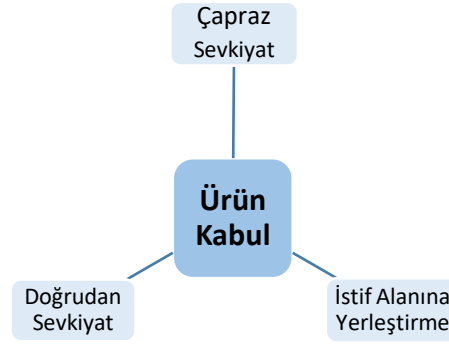
**Şekil 3.2: Depolama Operasyon Süreçleri**

**Kaynak :** N. Kabadayı (2010: 163)

### 3.4.1. Ürün Kabul

Bir depoda ürün akışının ilk ve en önemli basamağı olan mal kabul, diğer bütün süreçlerde temel teşkil etmesi sebebiyle en önemli süreç olarak kabul edilmektedir. Doğru ürünün doğru zamanda, doğru şartlarda ve doğru miktarda depoya kabulünün yapılması depo operasyon sürecinin temel adımlarından bir tanesidir (Dede, 2020).

Gelen ürünlerin nitel ve nicel özellik kontrolünün yapılmasının ardından, depoya kabulü yapılır. Daha sonra ise üç farklı şekilde depo içi akış işlemleri devam eder. Şekil 3.3’ de görüleceği üzere, bunlardan ilki sipariş talebi gelinceye kadar ürünün bekleyeceği depo alanına yerleştirilmesidir. İkincisi ise mal kabulü sırasında siparişi gelen bir ürün var ise doğrudan araçlara yüklenmek üzere sevk alanına taşınması işlemidir. Ve sonuncusu olarak, çapraz sevkiyat alanına taşınmasıyla depoda var olan diğer ürünler ile birlikte harmanlanması ve müşterilere sevk edilmesidir (Kabadayı, 2010).



**Şekil 3.3 Depoya Kabul Sonrası Akış Seçenekleri**

**Kaynak :** N. Kabadayı (2010: 165)

### 3.4.2. Ürün Yerleştirme

Ürünlerin kabulü gerçekleştikten sonra ikinci aşama olarak ürün yerleştirmede; ürünlere talep gelinceye kadar bekletilmesi, istiflenmesidir. Ürünlerin özelliklerine göre depo alanlarının kullanım yerleride ürünlere özgü olarak farklılık göstermektedir (Tuna, 2017).

Ürün yerleştirme operasyon süreçlerinde, depo yönetim sistemi (WMS) üzerinden daha önceden belirlenen kriterlere göre depo personelini hangi ürünü, hangi alana koyacağı konusunda yönlendirir. Ancak burada ürünler, mevcut siparişler, ürün grupları, ABC analizi, satış kombinasyonları, rafların taşıma kapasitesi gibi varyanslar WMS sisteminde doğru bir şekilde tanımlanmalıdır (Dede, 2020).

### 3.4.3. Sipariş Toplama

Müşterilerden gelen liste doğrultusunda bir veya bir kaç ürünün bir araya getirilmesiyle oluşturulan işleme sipariş toplama denir. Sipariş toplama sevke hazırlanarak oluşturulan yükleri tarif eder. Dağıtım merkezi ve depolardaki sipariş toplama işlemi emek yoğunluklu ve maliyetli bir süreçtir. Bu nedenle sipariş toplama sürecinin planlama ve uygulamaya sürecine özel önem verilir. Modern sipariş toplama sistemlerinde çeşitli elleçleme ve depolama ekipmanları kullanılarak emek faktörü en aza indirilmektedir (Tanyaş ve Baskak, 2012).

Sipariş toplama süreçleri, sipariş listesindeki ürünleri en kısa sürede raflardan toplanarak hazırlanması için en kısa yolun belirlenmesi, siparişlerin birleştirilmesi,

önceliklendirilmesi, sınıflandırılması ve gerekli ekipman ile iş gücünün doğru bir şekilde planlanması operasyon verimliliği açısından çok önemlidir (Kabadayı, 2010).

### **3.4.4. Sevkiyat**

Sipariş listesine göre toplanan ve depodan çıkışı planlanan ürünler, kontrol edildikten ve paketlenildikten sonra ilgili taşıma aracına yüklenmesidir. Depodan sevkiyatı planlanan ürünler taşıma araçlarına palet, varil vb. taşıma kablarına yerleştirilir. Sevkiyattan önce aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir (Öztürk, 2011).

- Siparişlerin doğru olup olmadığına dair kontrolün yapılması,
- Ürünün paketlenmesinin taşıma aracı türüne göre yapılması,
- Yükleme faturası, paketleme listesi, adres bilgilerini içeren sevkiyat evraklarının hazırlanması,
- Sevkiyat bedelini belirlemek için gerekli ölçümlerin yapılması,
- Taşıma aracına yükleme,

Tüm bu süreçleri birlikte hazırlayan depo departmanları arasında veri akışının sağlanması WMS sistemleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Depo Yönetim Sistemleri, ürün yerleştirmeler, stok kontrolü, yüklemeler ve bütün bu sürecin kontrolünü sağlayan yazılımlardır (Öztürk, 2011).

## **4 ENDÜSTRİ KAVRAMI - ENDÜSTRİ 4.0 VE LOJİSTİK 4.0 SÜRECİ**

Bu bölümde endüstri kavramı, dünyada gerçekleşen ve gerçekleşmeye devam eden endüstrileşme süreci, endüstrileşme sürecinin günümüz son basamağı olan Endüstri 4.0 ve Endüstri 4.0' ın lojistik sektörüne yansımaları olarak meydana gelen Lojistik 4.0 ve Lojistik 4.0 süreci ile uygulamaları ele alınacaktır.

### **4.1. ENDÜSTRİ KAVRAMI**

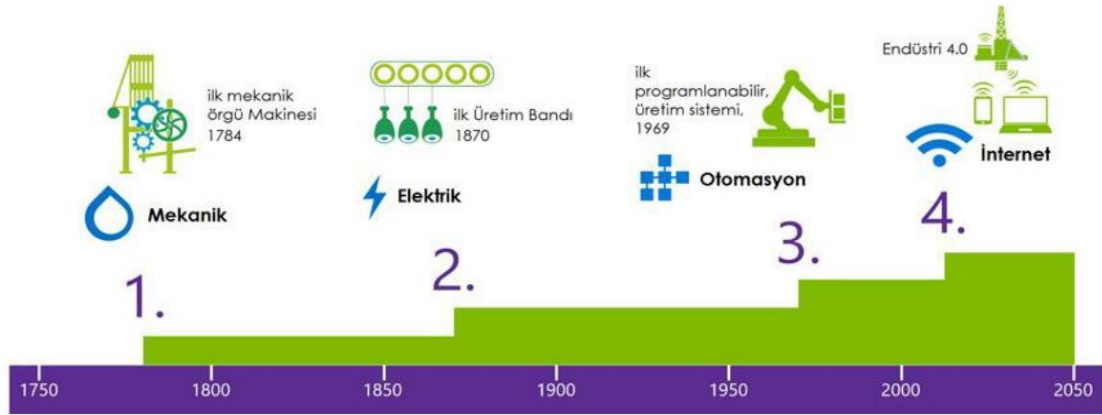
Endüstri kavramı dar anlamda, makine kullanımı ile ürün üretme veya milli gelir içerisindeki endüstri ürünleri oranının belli bir boyuta ulaşmasıdır. Geniş anlamda endüstrileşme ise, Endüstri Devrimi ile birlikte ülkelerin ekonomik, sosyal, kültürel, siyasal vb. alanlarda uğradıkları değişimlerdir. Bir anlamda iktisadi gelişme ile endüstrileşmenin eşit anlamda kullanılmasıyla beraber, gelişmiş ekonomilerin endüstrileşmiş ülkeler olmasıdır (Torun, 2003).

### **4.2. ENDÜSTRİ KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ**

İnsanlık ile iktisat tarihi iki önemli değişikliğe şahit olmuştur. Bu köklü değişiklikler, toplumların ekonomik performansını artırarak büyümeyi sağlamış ayrıca toplumların sosyal, kültürel ve ekonomik yapılarını kökünden değiştirmiştir. Bu gelişmeleri sağlayan ilk değişim tarım devrimi ile gerçekleşmiş, ikinci değişim ise endüstri devrimi ile meydana gelmiştir.

Tarım devrimi ile insanoğlu avcılık toplayıcılık döneminden yerleşik hayata geçerek, tarım ve hayvancılık yapmaya başlamıştır. Bu değişim ile toplumlarda devrimsel dönüşümler yaşanmış, nüfus artışı hızlanmış, şehir hayatı başlamış, sanat ve mimarinin yanında kültürel gelişimde artmıştır. En önemli dönüşüm ise şehir hayatı ile özel mülkiyet kavramı oluşmuştur. Neredeyse 10 bin yıl kadar sonra ise ikinci önemli gelişme olan Endüstri Devrimi başlamıştır. 1800' lü yıllarda İngiltere' de başlayan Endüstri Devrimi ile üretimde insan gücü, yerini makine gücüne bırakmıştır. Buharlı makineler ile çalışan ilk tekstil fabrikaları kurulmuş, seri üretim ile maliyetler azalmış ve üretim artmıştır (Özsoylu, 2017).

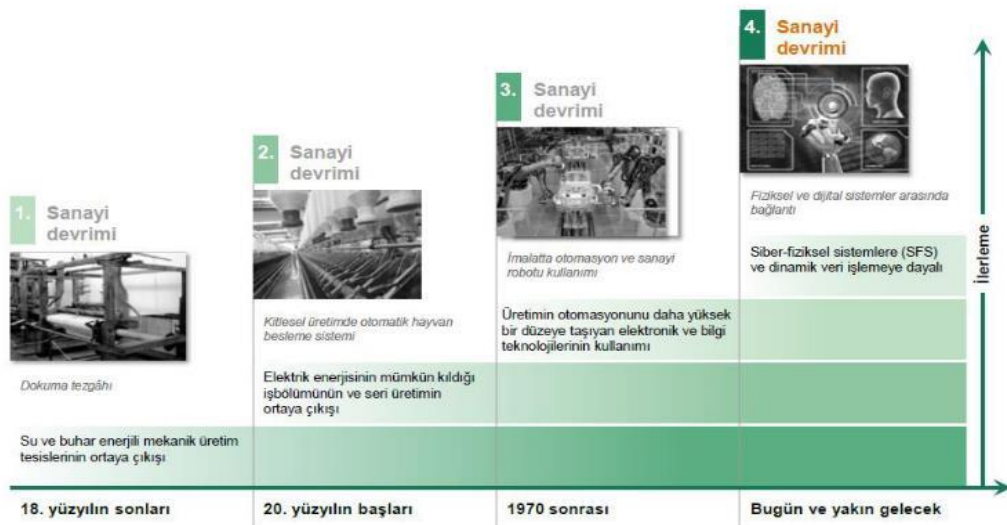
Geçmişten günümüze kadar yaşanan dört endüstri devrimi ve içerikleri şekil 4.1 ile gösterilmiştir (Kablan, 2018).



**Şekil 4.1: Endüstri 1.0 – Endüstri 4.0**

**Kaynak :** A. Kablan (2018: 1563)

Su ve buhar gücünün kullanımı ile mekanik üretim sistemleri, 18. yüzyılın sonlarında birinci endüstri devrimi (1712 buhar makinesi icadı), elektrik kullanımı ile beraber seri üretime geçilen 19. Yüzyıl' da ikinci endüstri devrimi, dijital devrim olarak tanımlanan bilgi teknolojilerinin kullanıldığı 20. Yüzyıl' da üçüncü sanayi devrimi (1971 ilk mikro bilgisayar ve 1976 Apple 1) ve 21. Yüzyıl' da dördüncü sanayi devrimi (1988 AutoIDLAb, 2000 nesnelerin interneti, 2010 hücresel taşıma sistemi, 2020 otonom etkileşim ve sanallaştırma) meydana gelmiştir. Endüstri 4.0 sürecine giden endüstri devrimleri şekil 4.2' de gösterilmiştir (Saatçioğlu, Tuğdemir Kök ve Özispa, 2018).



**Şekil 4.2: Endüstrinin Tarihsel Gelişimi**

**Kaynak :** Saatçioğlu, Tuğdemir Kök, ve Özispa (2018: 1677)

### 4.2.1. Birinci Endüstri Devrimi

18. yüzyılın sonlarında başlayan birinci endüstri devrimi ilk olarak İngiltere’ de dokuma sektöründe kendini göstermiştir. Emek yoğunluğu fazla olan dokuma sektöründe makine kullanımının başlamasıyla üretimde verimlilik artmıştır. Bunun yanında enerji kaynağı olarak odun kullanımından, kömür ve buhar gücüne doğru kayma yaşanmıştır. Bu değişim, üretimde el ve beden gücü yerini makine gücünün almasıyla birlikte verimlilik artmış, küçük aile şirketlerinin yerini fabrikasyon üretim tesisleri almıştır. Başta İngiltere ile sınırlı kalan bu süreç, dokuma tezgahındaki makineleşmenin gelişmesi ile ağır sanayide kendini göstermiştir. Sonuç olarak demiryolu kullanımının gelişmesi sebebiyle Avrupa başta olmak üzere bütün dünyada etkisini göstermiştir (MEB, 2018).

Birinci endüstri devriminde gerçekleşen başlıca teknolojik gelişme ve yenilikler;

- James Watt’ ın 1763 yılında buharlı makineyi icat etmesi Endüstri 1.0’ ın yapı taşı oluşturmuştur.
- Robert Fulton’ ın 1807 yılında buharlı makineyi gemilerde uygulayarak kullanıma sunmuştur.
- Demiryolu taşımacılığında buharlı makine kullanımına 1812 yılında başlandı.
- Buharlı gemiler ile düzenli okyanus ötesi seferler 1840 yılında yapılmaya başlandı.
- İlk ticaret amaçlı telgraf servisi 1844 yılında Amerika Birleşik Devletleri’ nde Samuel Morse tarafından kullanılmaya başlandı.
- Alexander Graham Bell tarafından 1876 yılında telefonu icat edildi (MÜSİAD, 2017).

### 4.2.2. İkinci Endüstri Devrimi

Endüstrileşmenin ikinci aşamasında buhar, kömür ve demirin yanı sıra çelik, elektrik, petrol ve kimyasal maddelerin üretim sürecine dahil olmasıyla, hammadde ve enerji kaynaklarındaki değişiklikler, endüstrileşme sürecini daha da hızlandırmıştır. 20. Yüzyılın başlarına denk gelen İkinci Endüstri Devrimi’ ni etkileyen buluşlar; petrolün enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla içten yanmalı motorların keşfi ile beraber aynı dönemde fabrikalarda elektrik kullanımı ve Henry Ford’ un otomotiv üretiminde daha sonra “Fordizm” olarak anılacak seri üretim bandı teknolojisi endüstrileşme sürecini hızla geliştirdi. Birinci Endüstri Devrimi’ nde hakim olan kömürün yerini elektiriğin alması,

demirin yerini de çeliğin alması ve teknolojinin gelişmesi, demiryolları başta olmak üzere ulaşım ağlarının yaygınlaşmasıyla lojistik sektörü de gelişmeye başlamıştır. Diğer yandan hammadde temini ile nihai ürünlerin yeni ve uzak pazarlara açılması bu sayede gerçekleşmiştir. “Teknoloji Devrimi” olarak adlandırılan bu dönemde mikroelektronik, lazer, genetik gibi bilim dalları gelişmiştir. Elektriğin küçük atölyelerde ve evlerde kullanıma başlanmasıyla, elektrik enerjisine dayalı kitlesel üretimi artırmıştır. İkinci Endüstri Devrimi ABD ve Japonya gibi ülkelerde yaygınlaşarak dünyanın bir çok bölgesine yayılmıştır (Kent, 2020; Özsoylu, 2017).

Buhar enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm ile beraber elektrik enerjisi ilk olarak 1870 yılında hareketli bant sistemi ile mezbahalarda kullanılmaya başlanmış, daha sonra üretimde yeni bir çığır açan “Fordist Üretim” in temelini oluşturmuştur. Fordist üretimde bir üründen çok sayıda ve ucuza üretme, yani yığın üretim metodu kullanılmaktadır. Ford’ un, 1903 yılında ilk otomobil keşfinden sonra 20.000 dolara satılan otomobili, 1908 yılında Model T olarak 850 dolara satılmış, çok kısa sürede 360 dolara kadar otomobilin satış fiyatını düşürmüştür. Bu durum seri üretim ile fiyatların düşmesine paralel olarak, alım gücünün ne ölçüde arttığına dair bir göstergedir. Fordist sistemde kullanılan seri üretim montaj hattı tekniği, ABD endüstri devriminin temel yapı taşıını oluşturur. Otomotiv üretiminin gelişmesi ile beraber karayolu taşıması da yaygınlaşmış, bu dönemde kurulan UPS gibi lojistik firmaların doğuşuna zemin hazırlamıştır (MÜSİAD, 2017; Gönçer Demiral, 2021).

### **4.2.3. Üçüncü Endüstri Devrimi**

Gelişen teknolojinin etkisiyle 1970’ li yıllardan itibaren üretim sistemlerinin otomatikleşmesini desteklemek için elektronik teknolojisi ile bilgi teknolojisi kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. İkinci dünya savaşı ve büyük buhranın etkileri üçüncü endüstri devriminin başlamasını geciktirmiş olsada aynı zamanda üçüncü endüstri devriminin oluşmasının temel nedenlerinden olmuştur (MEB, 2018). Üçüncü Endüstri devrimi olarak adlandırılan üretimde otomasyon sistemleri kullanımının başladığı bu dönemde; elektronik, bilgi teknolojileri ve internetin birlikte kullanılması sağlanmıştır (Gönçer Demiral, 2021).

İkinci dünya savaşı sonrasında nükleer, biyotarım, telekomünikasyon, lazer, genetik, fiber optik gibi alanlarda teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Üçüncü endüstri

devriminin belirleyici teknolojilerinden sayılan bilgisayar donanımları, yazılım, ağlar ve dijital teknolojiler bütünleşik hale gelmiştir. Bu durum tarım ve sanayi devriminden sonra olduğu gibi, toplumları ve ekonomiyi dönüşüme uğratmıştır. Özellikle soğuk savaş sonrasında küreselleşme sürecinin hızlanması dünyayı tek bir pazar haline getirmiş; üretim, pazarlama ve satış tekniklerini tamamıyla değiştirmiştir. Firmalar uzman olmadıkları alanlarda “dış kaynak kullanımı (outsourcing)” ile farklı firmalardan destek almaya başlamışlardır. Bilişim, iletişim ve haberleşme alanındaki gelişmeler firmaların üretim performansına doğrudan etki etmiştir. Üretimde “Tüketici Hakimiyeti” anlayışı ile seri üretim yerine tüketici istekleri doğrultusunda kişiye özel üretim göz önünde bulundurularak müşteri memnuniyeti amaçlanmıştır. Ayrıca bilişim sektörü, internetin yaygınlaşması ve otomasyon sistemleri sayesinde daha kaliteli ürünler, daha az maliyet ile üretilebilir hale gelmiştir (Adıgüzel, 2019; Gönçer Demiral, 2021).

#### **4.2.4. Dördüncü Endüstri Devrimi**

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak 2011 yılında Almanya’ da tanımlanmıştır. Çin ve ABD gibi gelişmiş diğer ülkeler aynı terimi farklı adlandırarak kendi ulusal yol haritalarını açıklamışlardır. Diğer gelişmiş ülkeler ve AB’ den İngiltere bu süreç; “Akıllı İmalat Koalisyonu”, Avrupa Birliği; “Geleceğin Fabrikaları”, Japonya; “Toplum 5.0”, Fransa; “Geleceğin Endüstri Girişimi” gibi tanımlamalar yapmışlardır. Daha önceki endüstri devrimleri, kendisinden sonraki sanayi devriminde etkilerini gösterdikten sonra isimlendirilirken, Almanya tarafından tanımlanan bu kavram planlanmış bir endüstri devrimi kavramını oluşturmakla birlikte gelecek 20 yıl içerisindeki dönemi tanımlamaktadır (Öztemel ve Gürsev, 2018).

2011 Hannover Fuarı’ nda kullanılan Endüstri 4.0 kavramı; bütün sanayi alanlarında, gelişmiş otomasyon sistemleri, etkin veri alışverişi ve üretim teknolojilerinin olduğu yeni bir üretim şeklini ifade etmektedir. Bosch Grubu ve SAP’ nin eski CEO’ su olan Henning Kagermann ve ekibi tarafından hazırlanan Dördüncü Sanayi Devrimi önerisi 2012 yılında Alman Federal Hükümeti’ ne sunuldu. 2013 yılında Alman Hükümeti tarafından üretimde Endüstri 4.0 temelli; ileri düzey otomasyon, bağlanabilirlik, 3 boyutlu yazıcılar, ürün ve araçların gerçek zamanlı etkileşim halinde olduğu iş gücü maliyetini düşüren ama yüksek verimlilikli, hatta tamamen insansız,

online siparişle üretim yapabilen “karanlık fabrikalar” tasarlandı (Alnıpak ve Alkan, 2017).

İnsanlık tarihinde devrim yaratan üç teknik inovasyon; 1712 yılında buhar makinesinin icadı, 20. Yüzyıl başında hareketli montaj-seri üretim teknolojisi ve ikinci dünya savaşından sonra uygulanan Programlanabilir Mantık Denetleyicileridir. Şekkeli ve Bakan (2018)’ e göre, bu inovasyon akımlarının doğurduğu sonuçlar, endüstri devrimlerinin oluşmasına neden olması gibi, IoT (Nesnelerin İnterneti) ve CPS (Siber Fiziksel Sistemler) sistemlerin üretim için kullanılmaya başlanmasıyla, Dördüncü Endüstri Devriminin doğmasına sebep olmasıdır. Dördüncü endüstri devrimi ile her bir nesnenin, yapay zeka, 3D (üç boyutlu) yazıcılar, robotik teknoloji, biyoteknoloji, nanoteknoloji, gibi alanlarda ilerlemenin etkisiyle nesnelerin interneti yoluyla iletişim ve etkileşim kurarak endüstriyel üretim metotlarının daha zeki hale getirilmesi ve üretimin dijitalleşmesi olarak tanımlanmaktadır.

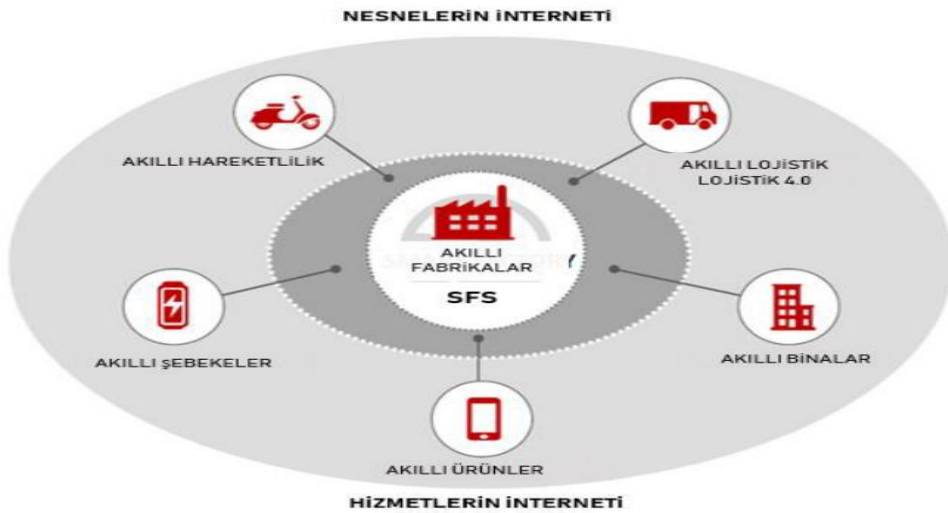
Diğer bir ifade ile Endüstri 4.0 kavramı ile üretimin; birbirinden bağımsız bir şekilde ama birlikte çalışabilen, bilgi alışverişi ile veri paylaşabilen, üretimde kontrolü sağlayabilen makineler ile üretim birimlerinden oluşacağı tahmin edilmektedir. Endüstri 4.0’ daki kritik eşiğin ise otonom üretimden akıllı üretime geçilmesiyle; akıllı, verimli ve etkileşimli üretim operasyonları ile üretim yapılması durumudur. Bu şekilde geleceğin üretim ihtiyaçlarını karşılamak için CPS, IoT, IoS, akıllı fabrika, bulut bilişim ve 3D yazıcı gibi teknolojilerin kullanılması, özerk bir şekilde üretim yapılabilen bir sistem olarak ifade edilmektedir. Endüstri 4.0’ ın önemli unsurlarından olan siber-fiziksel sistemler; hesaplama, depolama, mekanik ve elektronik sistemler içermekte ve iletişim aracı olarak, internet kullanımına dayanmaktadır (Alkış, Piritini ve Ertemel, 2020). Şekil 4.3’ te Endüstri 4.0’ ı tetikleyen teknolojik unsurlar gösterilmektedir (Saatçioğlu, Tuğdemir Kök ve Özispa, 2018).



**Şekil 4.3: Endüstri 4.0' ı Tetikleyen Teknolojik Unsurlar**

**Kaynak :** Saatçioğlu, Tuğdemir Kök, ve Özispa (2018: 1681)

Endüstri 4.0' da temel amaç, kendi kendini kontrol edebilen, üretim süreçlerini aksatmadan üretime devam edebilen akıllı fabrikaların faaliyete geçmesidir. “*Akıllı fabrikalar; sanal dünya ile fiziksel dünya entegrasyonunu sağlamak için veri alışverişi gerçekleştirebilen son derece akıllı organizma*” şeklinde tanımlanmaktadır. Akıllı fabrikalar, günümüz fabrikalarına göre üretimi tamamen insansız bir şekilde, müşteri talebi doğrultusunda eş zamanlı gerçekleştirebilen, nihai ürünlerin depolama ve dağıtım döngüsünü azaltan, tüm süreçlerde otomasyon sistemlerinin yer aldığı ve şekil 4.4 ile gösterildiği üzere nesnelerin interneti ve hizmetlerin internetini temel alan akıllı fabrikalardır (Şekkeli ve Bakan, 2018).



**Şekil 4.4: Akıllı Fabrikalar**

**Kaynak :** Şekkeli ve Bakan (2018: 21)

Geleceğin fabrikalarında olması beklenen gelişmelerden bazıları şöyle sıralanabilir:

- Sabit üretim hatları ile robotik kollar yerine, fabrika içerisinde otonom üretim hatları ile robotik kolların yer alması.
- AGV (Automated Guided Vehicle – İnsansız Taşıma Aracı) sabit rotada taşıma yapan araçlar yerine; tamamen esnek, etrafı algılayabilen otonom araçlar.
- Sabit üretim yerine birbirleri ile iletişim halinde olan, olası aksaklıkları dikkate alarak kendi üretim planını yapabilen otonom robotik sistemlerdir (Alnıpak ve Alkan, 2017).

Teknolojinin geleceği ile ilgili varsayımlardan bazıları tablo 4.1 ile gösterilmiştir. (Adıgüzel, 2019).

**Tablo 4.1 Teknolojinin Geleceği**

|             |                                                                                                  |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2018</b> | Sanayide kullanılacak robot sayısı yaklaşık 3 milyon olacak.                                     |
|             | Birbirine bağlı cihaz sayısı 13 milyardan 29 milyara çıkacak.                                    |
| <b>2020</b> | Nesnelerin interneti pazar büyüklüğü 656 milyar USD' den, 1.7 trilyon USD'ye çıkacak.            |
| <b>2025</b> | Endüstriyel robotların yaratacağı ekonomik etki yıllık 0.6 - 1.2 trilyon USD olacak.             |
|             | Gelişmiş ülkelerdeki imalat süreçlerinin %15-25 oranında otomasyona dayalı olacak.               |
| <b>2030</b> | OECD ekonomilerindeki yenilik aracılığıyla, GHYİH artışı verimlilik artışına bağlı hale gelecek. |
|             | Dijital teknolojilerin verimlilik, gelir dağılımı ve çevre üzerine güçlü etkileri olacak.        |
|             | Küresel ticaret hacminin yarısı akıllı nesnelerin etkileşimini kullanacak.                       |

**Kaynak:** S. Adıgüzel, Lojistik 4.0, Ankara, Nobel, 2019, s.22

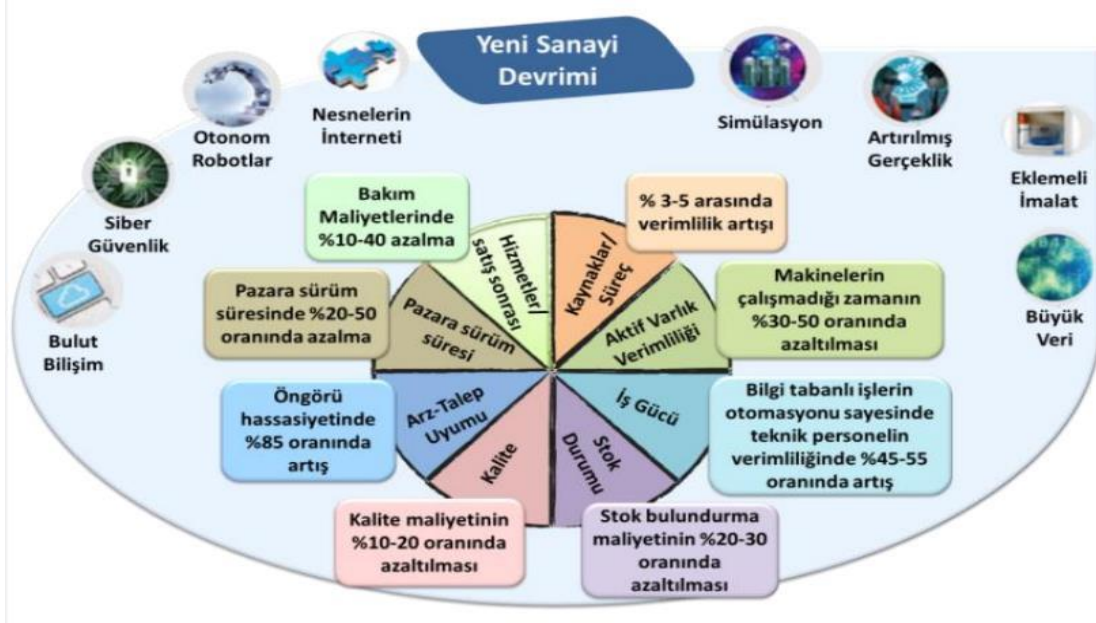
Nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler ve akıllı fabrikalardan sonra üç temel sisteme ek olarak Endüstri 4.0' ın diğer bileşenleri; büyük veri, 3D yazıcılar, akıllı objeler, bulut bilişim sistemleri, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, simülasyon, dikey yatay sistem entegrasyonu, otonom robot sistemleri gibi kavramlar yer almaktadır (Şekkeli ve Bakan, 2018).

- **Büyük veri (Big data):** Birbirlerinden farklı veri kaynaklarından, sosyal medya, bloglar, GSM operatörleri vs. tarafından toplanan oldukça fazla bilgilerin anlaşılabilir ve yorumlanabilir hale getirilmesi olarak tanımlanabilir.
- **3D yazıcılar (3D printer):** 3D yazıcılar, bilgisayar ortamında oluşturulan verilerin fiziksel ortamda gerçek cisimlere dönüştüren cihazlardır. Gelecekte

Üretim aralarındaki ve bütün mekanik cihazlardaki parçaların 3D yazıcılar tarafından retilceği düşünülmektedir.

- **Akıllı objeler (Smart objects):** Fiziksel ve sanal ortamdaki verileri kullanma yeteneğine sahip belli bir düzen içinde bulunduğu ortama uyum sağlayabilen cihazlardır.
- **Bulut bilişim (Cloudcomputing):** Bulut bilişim, evrimii veri ve bilgi paylaşım sistemi olarak tanımlanmaktadır. Cihazlar arasında veriler internet kanalıyla paylaşılmakta, böylece iletişim daha kolay gerçekleşmektedir.
- **Artırılmış gerçeklik (Augmented reality):** Dünyadaki fiziksel ortamın, sanal ortamda bilgisayar vasıtasıyla duysal olarak eş zamanlı hissedilmesi olarak tanımlanmaktadır.
- **Yapay zeka (Artificial intelligence):** Makinelerin düşünme ve öğrenme yeteneği ile hareket etmesi olarak tanımlanmaktadır.
- **Simülasyon (Simulation):** Simülasyon, gerçek bir sürecin bilgisayarlar vasıtası ile sanal ortamda tatbik edilmesi olarak tanımlanmaktadır.
- **Dikey - Yatay sistem entegrasyonu:** Cihazların kendi ürünlerini üretebilmeleri için bütün makineler ve diğer üretim bölümleri ile etkileşim halinde olması olarak tanımlanmaktadır.
- **Otonom robotlar (Autonomous robots):** Daha önceden tanımlanmış görevleri operatör güdümündeki bir bilgisayar programı veya yine tanımlı görev doğrultusunda yapay zeka kullanarak kararlar alabilen elektro-mekanik cihaz olarak tanımlanmaktadır.

TBTAK, 2016' ya göre Endüstri 4.0' ın işletmeler bazında sağlayacağı kazanımlar şekil 4.5 ile gösterildiği üzere; bakım, kalite ve stok bulundurma maliyetlerinin azalması, makinelerin zorunlu olarak çalışmadığı srelerde kısılma ve personel verimliliği gibi birçok faydalar sağlamaktadır. Üretim aşamasındaki en önemli kalemlerden sağlanan faydalar sonucunda toplam verimlilik artışında ciddi oranda artış grlmektedir. Lojistik ve diğer sektörlerdeki verimlilik artışı, ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünün artmasına neden olacaktır (TBTAK, 2016).



Şekil 4.5: Endüstri 4.0' ın İşletmeler Bazında Sağlayacağı Öngörülen Kazanımlar

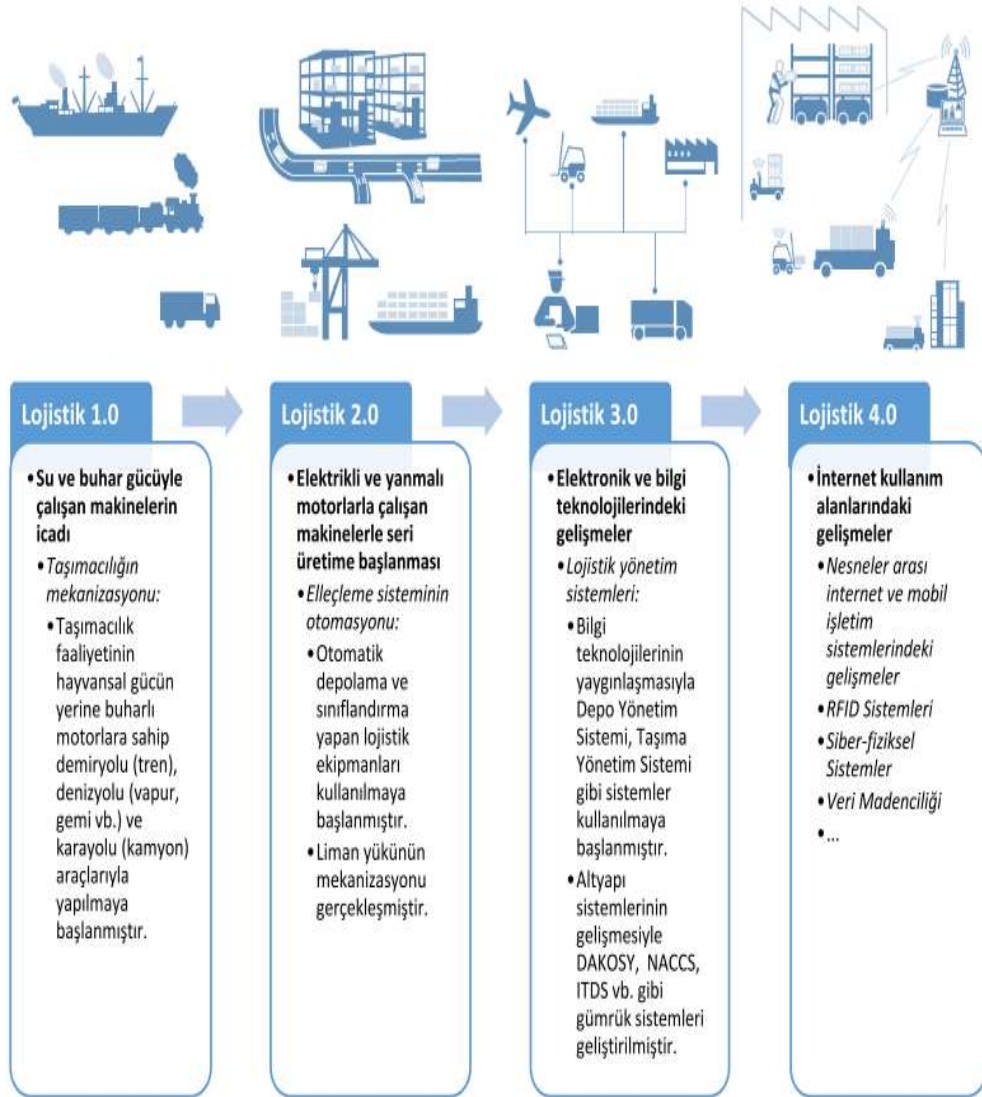
Kaynak : TÜBİTAK (2016: 1)

### 4.3. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ ETKİSİNDE LOJİSTİK

Günümüz rekabetçi ortamında işletmelerin varlıklarını koruyup devamını sağlayabilmeleri için gelişen teknolojiye uyum sağlayabilmeleri çok önemlidir. Neredeyse bütün sektörlerde uyarlanabilecek Endüstri 4.0 dönüşümüyle; verimlilik, büyüme ve yatırım alanlarında işletmeler açısından gelişmeler kaydedilmesi beklenmektedir. Lojistik sektöründe dijital dönüşüm ve IoT teknolojisi, tedarik zinciri süreçleri arasında görünürlüğün ve izlenebilirliğin sağlanması, Lojistik 4.0' ın temelini oluşturmaktadır. IoT teknolojisi üzerine kurulu bir lojistik alt yapısı sayesinde akıllı, otonom ve esnek lojistik çözümler sunmaktadır. Kapasite, meteoroloji, trafik ve araçlarla ilgili daha kapsamlı veriler paylaşıldıkça büyüyen lojistik süreçler daha verimli bir şekilde yönetilebilmektedir (Alnıpak ve Alkan, 2017).

Lojistik sektörü günümüzde bir işletme için; maliyetlerini düşürme, üretimini hızlandırma, ürün kalitesini yükseltme, müşteri memnuniyetine direkt etki etme gibi özelliklerinden dolayı rekabette üstünlük sağlama aracı olarak kullanılmaktadır. Tedarik zinciri içerisinde yer alan lojistik fonksiyonlar; hammadde, malzeme ve ürünlerin kaynağından nihai tüketicisine ulaştırılınca kadarki tedarik zinciri süreçlerinin etkili, verimli ve az maliyetli şekilde yürütülmesi amaçlanmaktadır. Endüstri devrimlerine paralel olarak tedarik zincirinde lojistik devrimlerini oluşturmuştur (Alkış, Piritini ve

Ertemel, 2020). Endüstri 4.0' ile başlayan dönüşümler lojistik sektöründe zaman içinde dönüştürerek Lojistik 4.0' ın doğmasına neden olmuştur. Bu sayede verimlilik, devamlılık, izlenebilirlik, müşterilere ihtiyaçları doğrultusunda cevap verebilme yeteneği ve daha iyi kontrol edilebilirlik gibi sektörün farklı noktalarında iyileştirmelere yol açmıştır. Ulaşım ve lojistik sektöründe nesnelerin interneti teknolojisinin kullanımına başlanmasıyla, müşteri siparişini verdiği andan itibaren şeffaf ve izlenebilir bir şekilde ürünün tüketicisine ulaşma sürecini, tedarikçi, imalatçı ve müşteri arasındaki iş birliği doğrultusunda, tedarik zinciri ve lojistik süreçleri dijital ortamda izlenebilir hale getirmiştir (Karagöz ve Bumin Doyduk, 2020). Şekil 4.6 ile lojistik evrim süreci gösterilmektedir (Yılmaz ve Duman, 2019).



**Şekil 4.6: Lojistik Evrim Süreci**

**Kaynak :** Yılmaz ve Duman (2019: 192)

### **4.3.1. Lojistik 1.0**

Birinci endüstri devrimi ile buhar makinesinin üretim tesislerinde kullanılmaya başlanmasıyla kırsal hayatta sanayileşme başlamıştır. Bu değişim, insan emeğinden makineleşmeye geçişin ilk basamağıdır. Bu gelişmeyle el aletleri ile hayvan gücünden yararlanılarak yapılan üretim ve taşımacılık faaliyetleri, endüstriyel üretim makineleri ile mal ve insan taşımacılığında bir sanayileşme sürecine neden olmuştur. Lojistik 1.0 olarak isimlendirilen bu dönemde, su ve buhar gücünden faydalanan sistemlerin mekanikleşmesiyle buharlı gemiler ve tren yolları gelişmiştir. Bu gelişme ile hayvan gücü ile yapılan taşımacılıktan, makinelerle yapılan taşımacılığa geçiş yapılmış, “taşımacılıkta makineleşme” sürecini başlatmıştır. Tren yolu ve buharlı gemi taşımacılığının daha çok kullanılması, kara yolu taşımacılığının yoğunluğunu azaltmıştır (Gönçer Demiral, 2021).

Ayrıca bu dönemde depolar, sadece hammadde deposu ve tüketime hazır ürünlerin konulduğu basit odalar olarak kullanılmıştır. Depolara giren veya depolardan çıkan ürünler, çalışanlar tarafından beden gücü ile elleçlenmekte ve taşınmaktadır. Dağıtım amaçlı taşımacılıkta ise karayolu, deniz yolu ve demir yolu kullanılmaktadır (Şekkeli ve Bakan, 2018).

### **4.3.2. Lojistik 2.0**

Lojistik sektöründe ikinci dönem teknolojik açıdan bir devrimden ziyade bir evrim süreci geçirmiştir. Taşımacılıkta konteyner gemilerinin yayılması, deniz kargo sisteminde kullanılan liman kargoların mekanizasyonu Lojistik 2.0’ ı başlatan en önemli yeniliklerdir. Makine yapımında çelik, bakır ve alüminyum gibi malzemelerin kullanılmaya başlanmasıyla, lojistik sektöründe önemli bir inovasyon olan otomasyon sistemleri ile kargo elleçleme, otomatik sıralama ve otomatik depolar gibi lojistik sistemlerde mekanik ekipman kullanımı başlamıştır (Alkış, Piritini ve Ertemel, 2020). Elektrik ve petrol gibi güç kaynakları üretim sektörü ile birlikte taşımacılık alanlarında da kullanılmaya başlanmış, karayolu taşımacılığının yanında, demir yolu ve deniz yolu taşımacılığı daha da yaygınlaşmıştır. Özellikle deniz yolu taşımacılığında konteyner gemilerinin kullanılması bu dönemin en önemli yeniliklerinden biridir (Şekkeli ve Bakan, 2018).

### 4.3.3. Lojistik 3.0

Üçüncü endüstri devriminde kullanılan elektronik ve bilgi teknolojileri kullanımının yaygınlaşmasıyla lojistik sektöründe, WMS (Depo Yönetim Sistemi), TMS (Taşımacılık Yönetim Sistemi) gibi önemli yazılımlar, bilişim teknolojileri ile kullanılmaya başlanmış ve Lojistik 3.0 kavramını oluşturmuştur. Kullanılan yazılımlar ile lojistik yönetimde süreç planlama hız kazanmış, tedarik zinciri içerisindeki uygulamalara anlık erişim ile araç filo yönetimde plan ve rotalama önceden hazırlanabilir hale gelmiştir. Bununla birlikte lojistik süreçler plan ve koordinasyon dahilinde bütünleşik bir yapı haline gelmiştir. Gelişen teknoloji ile beraber iletişim ve sensör teknolojileri üzerinden elde edilen veriler kullanılarak lojistik yönetim sistemleri kavramı ortaya çıkmıştır (Alkış, Piritini ve Ertemel, 2020).

### 4.3.4. Lojistik 4.0

Özdemir ve Özgüner (2018)'e göre; akıllı ürün ve hizmetlerin kullanıldığı teknoloji merkezli yaklaşıma “akıllı lojistik” adı verilmektedir. Akıllı lojistik ve bilgi lojistiği; akıllı ürünlerin yanı sıra, akıllı hizmetlerinde lojistik süreçlere dahil edilmesine olanak sağlamaktadır. Akıllı lojistik, bir diğer deyiş ile Lojistik 4.0' ın getirdiği teknik gelişmeler, tedarik zincirinde yeni iş modelleri ile pratik somut çözümlerin uygulamaya geçirilmesinde gerekli koşulları sağlamaktadır. Lojistik 4.0; akıllı sensörler sayesinde (RFID sistemleri ile) toplanan verilerin internet (nesnelerin interneti) aracılığıyla veri tabanı ile yazılımlar üzerinden paylaşılan ve bilgilerin işlenmesiyle tüm cihazların birbirleriyle ve insanlarla iletişim halinde olduğu bir lojistik ağı ifade etmektedir (Karagöz ve Bumin Doyduk, 2020).

Dijitalizasyon ve IoT teknolojisi ile tedarik zinciri süreçlerinde izlenebilirliğin ve görünürlüğün sağlanması Lojistik 4.0' ın temelini oluşturmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisinin kullanıldığı bir trafik altyapısında akıllı, otonom araçların kullanılması lojistik süreçlerin işleyişinde yeni bir sayfa açarak günümüz lojistik hizmetlere daha esnek çözümler sağlamaktadır (Alnıpak ve Alkan, 2017). Makinelerin ve nesnelerin sürekli etkileşim halinde bulunarak verilere anlık olarak ulaşmasıyla “tam zamanında” lojistik hizmetlerini daha verimli hale getirmektedir. Otonom robotlar ve bilgisayar destekli cihazlar ile üretim ve lojistik süreçlerde insan faktörü etkisi azalarak, kaynakların daha verimli kullanılması sağlanmaktadır. Uzaktan kontrol edilen araçlar ile siparişlerin

müşterilere teslimatı çok daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Ürünün nihai tüketicisine ulaşınca kadar Tedarik Zinciri ve lojistik süreçlerde RFID, sensörler, küresel konumlama sistemleri (GPS) yardımıyla toplanan verilerin internet tabanlı sistemler üzerinden takip edilebilmesiyle, lojistik faaliyetler daha hızlı, şeffaf ve esnek olabilmektedir (Kayapınar, 2017).

Lojistik 4.0' ın temel amacı, tedarik zinciri içerisinde verimliliği artırmaktır. Etkin ve güçlü bir Lojistik 4.0:

- Kaynak planlama,
- Depo yönetim sistemleri,
- Taşımacılık yönetim sistemleri,
- Akıllı taşımacılık sistemleri,
- Bilgi güvenliği ve teknolojilerinden faydalanmalıdır (Karagöz ve Bumin Doyduk, 2020).

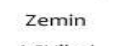
Gönçer Demiral (2021)' e göre Lojistik 4.0 uygulamalarının getireceği avantajlar;

- **Hız:** Otonom dronelar ve robotlar ile yüksek hızda teslimat gerçekleştirilecektir.
- **Güvenirlilik:** Lojistik süreçlerden depolama hizmetinde kullanılacak robotlar ile depo işlemlerinde güvenilirlik artacaktır.
- **İşletme Maliyetleri:** Otonom cihazlar ve akıllı sensörler ile stok takibi daha güvenilir bir hale gelecek ve işletme maliyetlerini azaltacaktır.
- **Verimlilik:** Konteyner yüklemelerinde blockchain teknolojisi ile beraber verimlilik artırılacaktır.
- **Standardizasyon:** Lojistik süreçler,teknoloji kullanımı ile standart hale getirilecektir.
- **İşgücü:** Lojistik süreçlerde işlerin otonom olarak yapılmasıyla iş gücüne gereksinim azalacaktır.
- **Yenilik ve Değişiklik:** Teknolojinin sürekli gelişmesiyle yeni buluşları ve değişiklikleri sisteme entegre edecektir.

Lojistik 4.0' ın dezavantajlı olduğu kısımlar ise; yüksek yatırım ve bilgi teknolojileri maliyetleridir.

Lojistik 4.0 ile işletmeler esneklik düzeylerini artırarak pazar ve müşteri beklentilerindeki değişime ayak uydurabilmektedir. Bu sayede işletmeler müşteri memnuniyet düzeyini artıracak, üretim optimizasyonu sağlayacak ayrıca üretim ve

depolama maliyetlerini minimum düzeyde tutması mümkün hale gelecektir (Özdemir ve Özgüner, 2018). Geleceğin lojistik hizmetlerinde öncül olarak dijitalleşme, akıllı çözümler ve otomasyon sistemleri esas alınacaktır. Lojistik hizmet sağlayıcılar için verimlilik, standardizasyon ve düşük maliyet firmalar arası rekabette en önemli faktör iken, günümüz lojistik hizmetlerde dijitalleşme ile beraber çeviklik, müşteri odaklılık, esneklik ve sürekli inovasyonda eklenmiştir. Lojistik sektörünün gelişme evrelerinde yaşadığı devrimler şekil 4.7 ile gösterilmiştir (Yılmaz ve Duman, 2019).

| Tipik Planlama Alanları | Lojistik'in Gelişme Seviyeleri                                                                                |                                                                                                                        |                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Lojistik 1.0                                                                                                  | Lojistik 2.0                                                                                                           | Lojistik 3.0                                                                                                                       |                                                                                                                                         | Lojistik 4.0                                                                                                                                    |
| Ağ Tasarımı             | <br>Yerel uygulamalı yapılar | <br>Global uygulamalı yapılar         | <br>Kısmi global ERP                              | <br>Tam global ERP                                   | <br>Açık ve esnek çalışma alanı                              |
| Taşıma Lojistiği        | <br>Merkezi olmayan filolar | <br>Merkezi filolar                  | <br>Tahmine dayalı merkezi filolar                | <br>Gerçek zamanlı ve navigasyon bağlantılı rotalama | <br>Otonom (özerk) kamyonlar                                |
| Satın alma Lojistiği    | <br>İtme teslimat süreci   | <br>Çekme teslimat süreci           | <br>Tedarikçi Yönetimli Envanter                | <br>Otonom (özerk) envanter yönetimi               | <br>Tahmine dayalı tedarik lojistiği yönetimi (Büyük veri) |
| Depolama Lojistiği      | <br>Otomasyonun Olmaması   | <br>Otomatik depo sistemi           | <br>Otomatik depo ağı                           | <br>Tedarik zinciri depo ağı                       | <br>Tedarik zincirinde depolamanın olmaması                |
| Şirket içi Lojistik     | <br>Manuel kontrollü vagon | <br>Manuel kontrollü yük arabası    | <br>Zemin AGV'leri (Otomatik kılavuzlu araçlar) | <br>Zemin AGV'leri                                 | <br>Üretim makineleri tarafından kontrol edilen AGV'ler    |
| Dağıtım Lojistiği       | <br>İtme teslimat süreci   | <br>Siparişe dayalı teslimat süreci | <br>Aktif teslimat yönetimi                     | <br>Otomatik teslimat süreci                       | <br>Tahmine dayalı teslimat yönetimi                       |

**Şekil 4.7: Lojistik' in Gelişim Evreleri**

**Kaynak :** Yılmaz ve Duman (2019: 193)

#### 4.4. Lojistik 4.0’ da Kullanılan Bilgi Teknolojileri

Endüstri 4.0’ ın lojistik sektörüne yaptığı etkileri anlayabilmek için önceki endüstri devrimlerinin doğru şekilde analizi yapılmalıdır. Dördüncü endüstri devrimi olarak tabir edilen “Endüstri 4.0” da, diğer sanayi devrimlerinde olduğu gibi zorunluluktan kaynaklanmıştır. Makinelerin internet üzerinden birbirleriyle iletişim kurmasıyla “tam zamanında” lojistik hizmetleri daha verimli hale gelmiştir. Lojistiğin 7 doğrusu olarak adlandırılan doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru fiyata, sağlanması aşaması, dijital dönüşüm teknolojileri olan “**CAMPS**” yardımıyla başta ulaşım lojistiği olmak üzere bütün lojistik süreçleri; **C** (Cloud) bulut bilişim, **A** (Analytics) büyük veri analizi, **M** (Mobility) mobil dünya, **P** (Productivity) üretkenlik, **S** (Security) siber güvenlik yardımıyla verimli ve etkili hale getirecektir (Öztemel ve Gürsev, 2018).

Lojistik süreçlerde bilgi teknolojileri kullanımı sadece lojistik operasyonda değil, sürecin, karar verme, planlama ve cihazlar ile insanlar arasındaki teknolojik bütünleşmeyi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Lojistik bilgi teknolojileri; bilgisayar sistemleri, bilgisayar ağları, bulut sistemleri, otomatik tanıma, veri toplama sistemleri ve veri taşıma sistemlerinden oluşur.

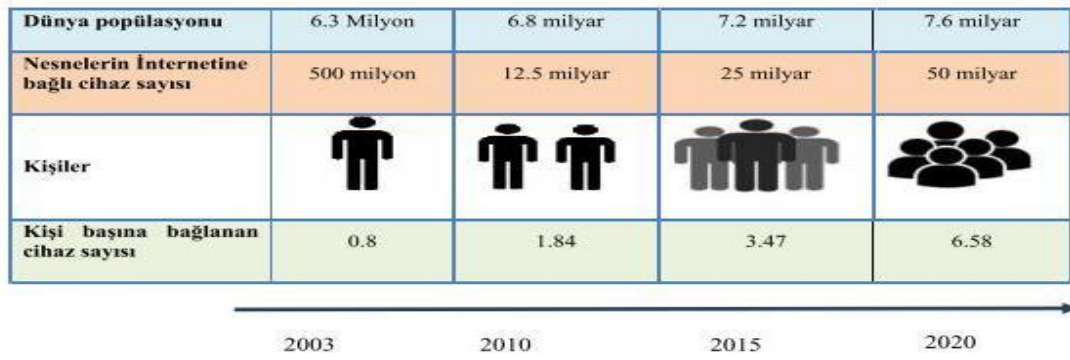
MUSIAD (2017)’ ye göre nesnelerin interneti teknolojisinin taşımacılık ve lojistik sektörü için etkilerinden bazıları aşağıdaki gelişmeler ile olacaktır:

- Palet ve forkliftler konumlarını GPS sistemleri üzerinden bildirecek.
- Bulut tabanlı GPS ve RFID teknolojilerine veri aktarımı yapılacaktır.
- Anlık verilerle sevkiyat öncesi planlamada geliştirmeler yapılacaktır.
- Gıda taşımacılığında anlık çevre koşulları ve otomatik ısı takibi ile gıda bozulmaları engellenecek.
- Güzergah planlamada gerçek zamanlı trafik verileri kullanılarak güzergaha anlık müdahale edilecek.
- Araç rut planları verimlilik esasına göre en kısa hale getirilecek.
- Yakıt maliyetlerini ve çevre kirliliğini azaltacak.
- İş kazalarını azaltmak ve daha fazla iş güvenliği sağlamak.
- Akıllı konteyner imalatı sağlamak.
- Daha az personel ile daha kaliteli iş yapılmasını sağlamak.

#### 4.4.1. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Endüstri 4.0'ın temel felsefesini oluşturan ve en önemli teknolojik bileşeni olan nesnelerin interneti terimi 21. yüzyıl başlarında ortaya çıkmıştır. Nesnelerin interneti, nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle iletişim halinde olmasını ifade eder. Nesnelerin interneti ile akıllı ürünlerin fiziksel ortamda sensör veya RFID aracılığı ve çevresiyle sürekli etkileşim halinde olup, topladığı verileri stoklayan, paylaşan, analiz edebilen cihazlar arasında veri aktarımını sağlayan ağ sistemidir (Kayapınar, 2017).

İlk olarak 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki akademisyenler tarafından ortak kullanılan kahve makinesini odalarından takip etmek amacıyla kurulan kameralı sistemler, Nesnelerin İnterneti kullanımının ilk basamağı sayılmıştır. 1999 yılında Kevin Ashton tarafından dile getirilen “nesnelerin interneti” fikri ile ürünler; bilgisayar ve sensörler yardımıyla iletişim kurarak veri alışverişi yapmıştır. 1999 yılında Procter & Gamble firması lojistik sektöründe ilk kez ürünlere yerleştirdiği RFID teknolojisi sayesinde ürünlerin lojistik süreçlerinin takibini anlık olarak yapmıştır. Neredeyse 10 yıl gibi kısa bir süre içinde dünya üzerinde ağa bağlı cihaz sayısı, dünya nüfus sayısını geçmiştir. Dünyanın önde gelen ve en büyük yazılım - donanım şirketlerinden biri olan CISCO'ya göre nesnelerin internetinden “Her şeyin İnterneti” (IOE)'ne geçiş yapılacaktır ve nesnelerin interneti tanımından farklı olarak sadece nesneler değil; verileri, süreçleri, insanları ve hatta hayvanların dahil olduğu, birbirleri ile sürekli ve kesintisiz iletişimin gerçekleştiği bir sistemin meydana gelmesidir. CISCO'nun Nesnelerin İnterneti konulu trend raporuna göre 2020 yılına kadar 50 milyar cihazın internet ile etkileşim kuracağını ve bu durumun iş dünyası ve lojistik sektöründe büyük gelişme sağlayacağı ön görülmüştür. Nesnelerin interneti teknolojisi önümüzdeki on yıl içinde 8 trilyon dolarlık kazanç sağlayacak, bunun 1.9 trilyon doları ise tedarik zinciri ve lojistik sektörü içinde olacaktır. Şekil 4.8 ile yıllara göre kişi başına bağlanan cihaz gösterilmiştir (Kayapınar, 2017; Yılmaz ve Duman, 2019).



**Şekil 4.8: Nesnelerin İnternete Bağlı Cihaz Sayısı**

**Kaynak :** Kayapınar (2017: 2)

İnsan faktörü olmaksızın makine, ekipman, teçhizatın yani fiziksel tüm varlıkların sensörler, algılama sistemleri, gömülü sistemler vb. teknolojiler sayesinde akıllı “smart” bir kimlik kazanmaları neticesinde nesnelerin birbirleriyle etkileşime geçmeleri ve birbirlerine verdikleri komutlar doğrultusunda davranış gerçekleştirebilmeleri, nesnelerin interneti teknolojisi ile gerçekleşmektedir. Bu teknoloji ile robotlar otonom bir karakter kazanmaktadır. Paketleme işlemini tamamlayan bir robot, bu teknoloji ile başka bir robota ardışık iş sürecini ve ne yapılması gerektiğini komut olarak gönderebilir, yani otonom bir şekilde robotların birbirlerini harekete geçirmesi olarak örnek verilebilir (Görçün, 2018).

Lojistik sektörü üzerinde nesnelerin interneti kavramı, üretim aşamasından perakende sürecine kadar önemli bir etkiye sahiptir. Tedarik zinciri içerisinde izlenebilirlik, teslimatların anlık takip edilmesi, verinin doğruluk payının artması, daha hızlı lojistik süreçlere ve lojistik yönetim anlayışına yol açmıştır (Yılmaz ve Duman, 2019). Ayrıca sürücüsüz araçlar ile lojistik yönetimde yeni bir boyut açılmıştır. Yeni nesil mobil sistemler, dronelar, otonom araçlar ile akıllı kentsel lojistik yönetimi ve lojistik sistemlerde akıllı park, filo yönetimi, yol güvenliği, araç takibi, iletişim ve bilgi yönetimi kavramını ortaya çıkarmıştır (Şekkeli ve Bakan, 2018).

Lojistik sektöründeki maliyet kalemlerinden, özellikle sürücü masraflarından kurtulmak için lojistik ve teknoloji firmaları sürücüsüz araçlar üzerinde denemeler yapmaktadırlar. Gelişmiş ekonomilerde şoför bulunabilirliği ciddi manada sorun olmakla birlikte, ekonomik olarak önemli bir maliyet oluşturmaktadır. Örnek olarak Kanada’ da bir şoförün yıllık maliyetinin 200.000 dolara ulaşması, lojistik firmaları ile beraber teknoloji firmalarını sürücüsüz araç modelleri geliştirme yoluna itmiştir (MÜSİAD, 2017).

Yeni nesil sevkiyat sensörleri ile ürünlerin, konum, ısı, ışık ve hasar izleme dahil tüm durumlarının takip edildiği cihazlar birçok lojistik şirketinin tedarik zinciri parçası haline gelmiştir.

#### **4.4.2. Siber Fiziksel Sistemler**

Siber Fiziksel Sistemler Endüstri 4.0 uygulamalarının temel bileşenlerinden biri olarak; sensörler ve aktüatörler yardımıyla nesnelerin fiziksel olarak hareketlerini siber sisteme internet vasıtasıyla taşıyan, fiziksel aktiviteleri sanal ortamda oluşturan sistemlerdir. Nesnelerin interneti ile oldukça geniş bir iletişim alanı oluşturulmasıyla fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünyasına entegre edilerek bütün fiziksel hareketlerin bilgisayar ortamında oluşturulmasıdır (Kamber ve Sönmeztürk Bolatan, 2019). Bilgisayarlar, telsiz cihazları ve bulut sistemleri arasında karşılıklı olarak veri ve bilgi paylaşımı yapılarak üretim sürecinde gerçekleşen planlama, analiz etme, modelleme, tasarım, uygulama ve bakım faaliyetleri CPS sayesinde fiziksel çalışma alanı ile sanal bilgi sistemi senkronize çalışabilmektedir (Kayapınar, 2017).

Siber Fiziksel Sistemlere örnek olarak; bilgisayar ve ağ donanımlı tıbbi ekipmanlar, insanlı ve insansız araçlar, ev otomasyon sistemleri, akıllı trafik yönetim sistemleri ve yeni nesil güç şebekeleri verilebilir. Tedarik zinciri malzeme akışı içinde ise siber fiziksel sistemler ile; ürünlerin izlenmesi, tüm zincir çalışanları için güvenlik uygulaması, veri iletişim aracı olarak ortak platform kullanımı, talep, stok ve satış süreçlerinde bilgi sağlama ve tahmin etme yeteneğinden yararlanma gibi yeni uygulamalar sağlayabilir (Yılmaz ve Duman, 2019).

Kaliforniyalı teknoloji-girişim firması Phantom Auto, nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistem teknolojilerini kullanarak, çalışanların uzaktan kontrol edebildikleri yarı otonom kaldırım araçları, depo forkliftleri ve avlu kamyonlarının evlerinden veya yerel merkezlerinden kontrol edilebilmelerini sağlayan teknoloji ve donanım kullanmaktadır. Hali hazırda son kilometre teslimat şirketi olan Postmates ve bir kaç lojistik şirketi Phantom Auto ile çalışmaktadır. Gelecekte Phantom Auto' nun donanım ve yazılımlarını geliştirmesiyle daha fazla çalışanın hatta sürücülerin uzaktan çalışması beklenmektedir. Çalışanlarının %60' ının esnek bir şekilde çalıştığı Dell, ofis alanını azaltarak 2014 yılından bu yana yılda 12 milyon dolar tutarında tasarruf sağlamıştır (DHL, 2020).

### 4.4.3. Büyük Veri

2000' li yıllarda endüstri analisti Doug Laney “Büyük Veri” tanımında kullandığı 3V; volume (hacim), velocity (hız) ve variety (çeşitlilik) kelimelerinin birleşiminden yola çıkmıştır. Genel olarak programların saklama, yönetme ve işletme kapasitesinden ziyade veri kümelerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Boyutları ve analizlerin karmaşıklığı yeni teknolojilerin ve bunları yönetecek araçların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Daha çok Google, Amazon, Facebook ve LinkedIn vb. şirketlerin kullandığı verinin türü ve veriyi depolamak için kullandığı teknolojiyi oluşturmaktadır (Adıgüzel, 2019).

Sosyal medya paylaşımları, ağ günlükleri, bloglar, fotoğraf, video, log dosyaları vb. platformlardan toparlanan bütün verilerin, anlamlı ve işlenebilir hale getirilmiş biçimi olarak adlandırılmaktadır. Siber Fiziksel Sistemler tarafından eklenen yeniliklerin büyük veri kullanımıyla, makinelerin, cihazların ve insanların gerçek zamanlı iletişimi ile beraber lojistik sürecin esnek ve piyasa değişkenliğine uyumu sağlanmaktadır (Saatçioğlu, Tuğdemir Kök ve Özispa, 2018). Büyük veri için ana fırsatlar ve anahtar zorluklar tablo 4.2 ile sunulmuştur (Büyüközkan ve Güler, 2019).

**Tablo 4.2 Büyük veri için ana fırsatlar ve anahtar zorluklar**

| Ana Fırsatlar                                                   | Anahtar Zorluklar                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| • TZ, varlıklar ve personel için gelişmiş görünürlük            | • İş ve bilgi teknolojileri uyumluluğu               |
| • Talep ve kapasite dalgalanmaları için geliştirilmiş öngörüler | • Veri toplama ve koruma ile ilgili gizlilik kaygısı |
| • Veri odaklı lojistik hizmetleri ile müşteri sadakatinde artış | • Veri şeffaflığı ve erişimi                         |
| • Veri odaklı zeki sistemlerle yeni iş fırsatları               | • Veri kalitesi ve uygun veri bilimi becerileri      |

**Kaynak:** G. Büyüközkan, M. Güler, Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, 2019, sayı 8, s.30

21. Yüzyılın altını olarak adlandırılan büyük veri, analiz edilmesi zor, karmaşık ve yapısal olmayan verileri çözümlemede yardımcı olur. Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde kullanılan izleme ve sensör cihazları, mobil cihazlar, nesnelerin interneti ve RFID teknolojisi ile çeşitli kaynaklardan sağlanmaktadır. Büyük bir hızla büyüyen e-ticaret ile birlikte veri hacmi sürekli artmaktadır. Toplam veri hacminin %85' i işletmeler

tarafından üretilmektedir. Lojistik faaliyetler esnasında üretilen veri hacmi ise bu oranın büyük bir kısmını kapsamaktadır. Bütün bu verilerin verimli bir şekilde analiz edilmesi ve lojistik süreçlerin dijitalleşmesiyle beraber lojistik süreçler hızlanmakta ve gelişmektedir (Yılmaz ve Duman, 2019).

DHL The Logistics Trend Radar 5<sup>th</sup> Edition (2020)' na göre veri, dünyanın en değerli emtiası olan petrolün yerini aldığı yönündedir. Lojistik sektöründe de müşteri siparişleri, sevkiyat hareketleri, varlıkların konumu ve durumu hakkında milyonlarca bilgi parçasının yer aldığı belirtilmiştir. Bir çok lojistik ve tedarik zinciri kuruluşu veri analitiğini sistematik ve etkili bir şekilde kullanabilmeyi stratejik önceliklerinin en üstünde tutmaktadır. Verilerin akıllı analitik teknikler ile etkili bir şekilde kullanılmasıyla operasyonel sorunlar teşhis edilebilir, ağ planlamasının optimize edilmesiyle de gelecekteki olası senaryoları tahmin etmeye yardımcı olması için kullanılabilir.

Lojistik süreçlerde büyük veri teknolojilerinden operasyonel verimlilik alanında; gerçek zamanlı güzergah planlama, adres doğrulama, vardiya planlama, gerçek zamanlı analiz ile risk planlaması ve müşteri deneyiminden faydalanılmaktadır. Dinamik güzergah sisteminde sevkiyat verileri, anlık trafik durumu, teslimat sırası, hava durumu ve rotalardaki araçların olası kesişim noktaları hesaplanır. 2001 yılından itibaren rota optimizasyonu kullanan UPS firması, 39 milyon galon yakıt tasarrufu ve 364 milyon mil tasarruf yapması, büyük verinin önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca Lojistik 4.0 ile birlikte, müşterilerin neyi, ne zaman ve nereden istediklerini bilmek ve tahmin etmek lojistik hizmetlerin bir önceliği haline gelmiştir. Müşteri hedeflemesinde, müşteri etkileşiminde, müşteri ihtiyaçlarını ve müşteri alışkanlıklarını anlamada büyük veriden faydalanır. Amazon' un Öngörmeli Sevkiyat (Anticipatory Shipping) uygulamasında bunu görebiliriz. Amazon müşteri ihtiyacını tam olarak karşılamak için önceki satınalmaları, önceki aramaları, satınalmadan önce web sayfasında geçirilen süreleri dikkate almakta ve yapılan analizler sonrası müşterilere özel öneriler sunulmaktadır (EXASTAX, 2021).

#### **4.4.4. Bulut Lojistiği**

Bulut bilişim teknolojisi uygulamaların internet vasıtasıyla uzak sunucu üzerinden çalıştırılması ya da kullanıcılar tarafından verilere uzak sunucu üzerinden gerçek zamanlı

olarak istenilen yerden erişim imkanı sağlayan bir servis yapısı olarak tanımlanabilir (Özsoylu, 2017).

Lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde bütünleştirilmesi gereken birden fazla aktör vardır. Bulut bilişim ve bilgi teknolojileri kaynaklarıyla (donanım, yazılım, veri havuzları) birçok lojistik kuruluş için tedarik zinciri süresince iletişim ile işbirliği sağlar. Bulut bilişim hizmetleriyle küresel ölçekte sipariş, stok, sevkiyat ve takip - izleme gibi birçok bilgiye her an her yerden erişim imkanı ile küresel izlenebilirlik sağlanır. Bulut mimarisi lojistik hizmetlerde manuel olarak yapılan işlemlerin otomasyona entegrasyonu sağlanmasıyla zaman ve maliyetlerden tasarruf edilir ve verimlilik artışı sağlanır (Yılmaz ve Duman, 2019). Bulut tabanlı bir lojistik platform olan **Transporeon**, 55.000 nakliyecisi, 1.000' den fazla yükleyici ile beraber 100 ülkeden 150.000 kullanıcı bulunmaktadır. Siparişlerin verildiği yükleme zaman aralıkları ve takip sistemleri gibi özellikleri olan, tüm kullanıcılar arasında şeffaf bir iletişim ağı oluşturan bir platformdur (Çiçekli, 2018).

#### **4.4.5. Otonom Robotlar ve Yapay Zeka**

İnsanlara özgü olan algılama, öğrenme, kavramlar arası bağ kurma, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, karar verme gibi fonksiyonları veya kavramları yapması beklenen programlara yapay zeka adı verilmektedir. Program temelli olan bu sistem, deneme yanılma yöntemiyle kendini sürekli geliştirerek edindiği bilgileri depolayabilir, çıkarım yapabilir ve neticesinde karar verip uygulayabilir. En bilinen örneği, satranç şampiyonunu yenmesiyle tanınan “Deep Blue” isimli satranç bilgisayarıdır. Yapay zeka daha çok robotik alanlarda kullanılmaktadır (Bulut ve Akçacı, 2017).

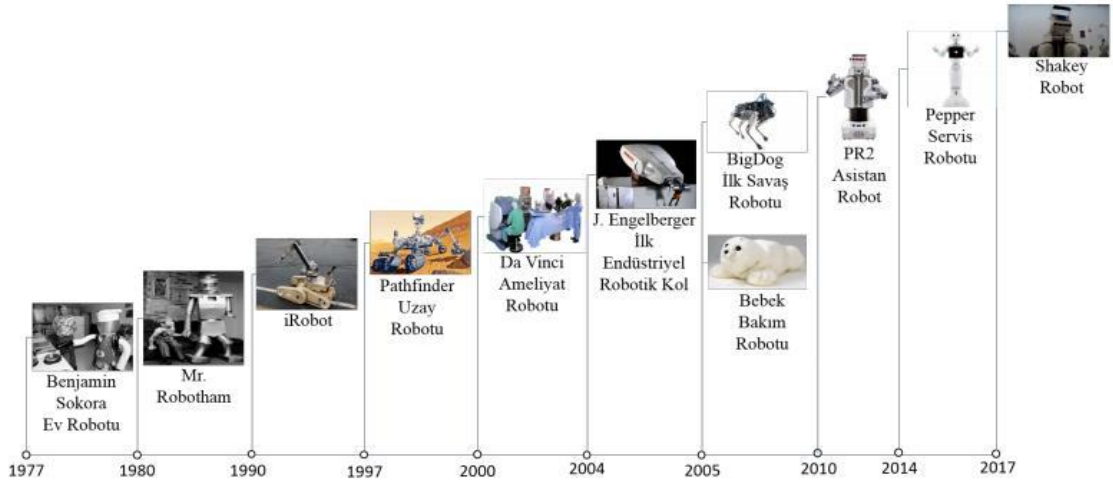
Robotlar ise bir program (yazılım) ile kontrol edilebilmekte, zamandan tasarruf ederek gereksiz güç kaybının önüne geçmektedir. Gelişim sürecinde robotların, insanların yerine kullanılması amaçlanmıştır. Otonom olarak çalışan robotlar doğrudan insan müdahalesi olmadan verilen görevleri sensör, ısı, ışık, manyetizma, akım, gerilim, hız gibi fiziksel faktörleri algılayarak elektriksel sinyaller vasıtasıyla karar mekanizmasına gönderip, yazılımsal destek ile Mekanik Uygulayıcıları faaliyete geçmektedir. Son olarak Elektronik Karar Mekanizmasından gelen sinyallere göre Mekanik Uygulayıcı verilen komutu veya kendi kararları doğrultusunda işlemleri gerçekleştirmektedir. Endüstride ilk

robot kullanımı 1961 yılında General Motors tarafından gerçekleştirilmiştir. “Ultimate” adı verilen robot, insan faktörüne bağlı olarak baskı işlemlerinde kullanılmıştır. Endüstriyel robot teknolojisinin süratle gelişmesiyle, üretimde esneklik kazanılmış ve akıllı üretime geçişi hızlandırmıştır (Özsoylu, 2017).

Lojistik sektörü için yapay zeka en yaygın şekilde dinamik rota optimizasyonu, hassas kapasite ve talep tahmininin yanı sıra akıllı fiziksel otomasyon gibi en karmaşık operasyonel zorlukları çözmek için kullanılmaktadır. Ayrıca yaygın olarak kullanılan robotik süreç otomasyonlarında iş akışı süresince otomasyon yazılımını desteklemektedir. Yapay zeka ile robotik süreç otomasyonlarının gelişimi devam etmektedir ve bu araçların daha kullanışlı hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Lojistik Endüstrisi Ticaret Birliği (MHI) tarafından yapılan bir araştırmaya göre; tedarik zinciri profesyonellerinin %79’ u yapay zekanın 2022 yılına kadar kuruluşlarında temel bir yetkinlik haline gelmesini beklemektedir. %88’ i ise, yapay zekanın, operasyonlarda risk yönetimi ve öngörülebilirliğin iyileştirmeye yardımcı olacağına inanmaktadır (DHL, 2020).

Yapay zeka teknolojisi ile desteklenen belirli bir zekaya sahip robotik sistemlere otonom robot adı verilir. Çevresini algılayarak kendi kararlarını verebilme yetisine sahip yapay zeka temelli otonom robotlar, Endüstri 4.0 için başta üretim sektöründe, Lojistik 4.0 içinse lojistik süreçlerde anahtar teknolojik uygulamalardandır. Otonom robotlar yakın gelecekte birbirleriyle konuşur hale gelerek insansı robotları meydana getirecektir (Kayapınar, 2017).

Robotik sistemlerin gelişiminin gösterildiği şekil 4.9’ da ilk olarak 1977 yılında ev robotu olarak tasarlanan Benjamin Sokora yer almaktadır. Teknolojinin her geçen gün ilerlemesiyle birlikte 1990 yılında iRobot tarafından yarı otonom robotik sistemlerin gelişimine yön verilmiştir. Bu gelişme ile birlikte tıp ve uzay bilimleri gibi alanlarda kullanılan robotlar, 2004 yılında Engelberger ile kullanımına başlanan robotik kollar endüstride yaygınlaşmış ve robotik sistemlerde 2004 yılı çığır açmıştır (Görçün, 2018).



**Şekil 4.9 Robotik Sistemlerin Süreci**

**Kaynak :** Görçün (2018: 356)

E-ticaretin yaygınlaşmasıyla teslimat süresi, teslimat mesafesi, yakıt tüketimi, trafik durumu ve yük kapasitesi gibi nedenlerle tedarik zincirinin en maliyetli halkası ürünün alıcısına ulaştığı son kilometre teslimatıdır. Yapay zeka ile dinamik rota optimizasyonunda adımlar atılmakta ve tüm değişkenler verimli bir şekilde yönetilerek müşteriler için zaman aralığı tahminleri üretilmektedir. Yapay zeka ve makine öğreniminin paralel ilerlemesi ve tahmine dayalı teknolojinin gelişmesi, lojistik sağlayıcılarını teslimat konusunda yeni arayışlara sokmaktadır. Müşterilerin sipariş vermesini beklemek, aynı gün aynı saatte teslimatın da ötesine geçerek, müşterilerin neye ihtiyaçları olduğunun müşteriye farkedilmeden önce, o ürün hizmet sağlayıcılar tarafından tedarik edilebilecektir (DHL, 2020).

Lojistik sektöründe özellikle iç lojistikte (üretim lojistiği) Otonom Taşıma Araçları (OTA; Autonomous Transport Vehicles-ATV); akıllı fabrikalar, akıllı üretim sistemleri ve imalat alanlarının dijitalleşmesi ile önceden tanımlı bir rotada kullanılmak üzere bir çok tesiste kullanılmaktadır. Robot teknolojisi ve yapay zeka (Artificial Intelligence) teknolojisinde yaşanan gelişmeler ATV' den daha gelişmiş bir otonom araç olan Otomatik Yönlendirmeli Araçlar (OYA; Automated Guided Vehicle-AGV) ortaya çıkarmıştır. Otomatik yönlendirmeli araçlar, belli bir rotada taşıma yapmak yerine, kendi konumunu tanımlayarak, etrafını algılayarak otonom olarak taşıma işlemini yapmaktadır. Kendi kendine karar verebilen, çevresini algılayabilen, kendi konum ve haritalama teknolojisini kullanabilen ve öğrenebilen zekaya sahip olan araçlardır (Bozkurt Keser, Sarıççek ve Yazıcı, 2020).

Lojistik endüstrisi depolama hizmetinde geleneksel depodan yeni e-ticaret girişimlerine ayak uydurabilen, verimliliği artıran, maliyetleri azaltan, artan müşteri talebini karşılayabilen, otomasyon ve robotik sistemlerin hakim olduğu depo ve depolama süreçlerine doğru dönüşüm başlamıştır. Uluslararası Robotik Federasyonuna göre 2018 yılında 3,7 milyar dolar değerindeki lojistik sistem (111.000 robot) satıldı ve bu bir önceki yıla göre %53 artış göstermiştir. 2022 yılına kadar tedarik zinciri süresince daha fazla robotik uygulamaların faaliyete geçmesiyle 22,5 milyar dolara çıkması beklenmektedir (DHL, 2020).

Yapay zeka alanındaki gelişmeler robotik otomasyon sistemleri ile sensörler ve görüntü teknolojilerine yapılan yatırımların birleşimi ile uzun mesafe kamyon taşımacılığından son kilometre teslimatlarına kadar sürücüsüz araçlar lojistik endüstrisini yükseltecektir. Sürücüsüz araçların teslimat süresini ve operasyonel maliyetlerini önemli ölçüde azaltabileceğini kanıtlamıştır (DHL, 2020). Dağıtım işlerinde kullanılmaya başlayan bu araçların en önemlileri;

**Plus.ai Self-Driving Truck :** 2019’ un sonlarında Plus.ai firmasına ait bir tır, sert hava koşullarında California’ dan Pennsylvania’ ya 4.500 km katederek 3. gününde teslimatını gerçekleştirmiştir (Normal şartlarda benzer bir teslimat 9 gün, acele doğrudan teslimat ise 5 gün sürer).

**Tesla Semi Truck :** 2017 yılında tanıtımı yapılan “Semi Truck” her tekere entegre 4 elektrikli motor ünitesiyle tam yük ile (36 ton) 0’ dan 100 Km’ ye 20 saniye gibi kısa bir sürede çıkmaktadır. Dizel motorlara nazaran %50 yakıt tasarrufu ile daha az bakım yapılacak sistemlere sahiptir (Tesla, 2021).

**Ike Robotics :** DHL ile Ike Robotics otomasyon karayollarında yük taşımacılığını daha güvenli ve güvenilir hale getirmek için iş birliği yapmaktadır. Ike Robotics aralarında DHL ile Amerika’nın önde gelen lojistik ve tedarik zinciri firmalarından olan Ryder ve NFI’ inde aralarında olduğu şirketlere 1.000 adet otonom araç teslim edileceğini açıklamıştır (Edwards, 2021).

**Einride :** 2016 yılında kurulan Einride, İsveç merkezli elektrikli ve otonom araçlarla teslimat sağlayan bir teknoloji-lojistik firmasıdır. Otonom araçların taşımacılığın geleceği olduğuna inanan firma müşterilerine, daha hızlı, daha çevreci ve daha ucuz taşımacılık hizmeti sunmaktadır. Taşımacılıkta tam özerkliğe geçiş için 5 aşamalı bir çerçeve geliştiren Einride, 5. seviyesi yoğun ve karmaşık kentsel teslimatları temsil eder. Hali hazırda 4. Seviyede otonom, kabinsiz kamyonları ile halka açık yollarda teslimatlar

gerçekleştirmektedir. Bu şekilde karayolu taşımacılığında operasyon maliyetlerini %60 oranında düşürmüştür (Einride, 2021; DHL, 2020).

**Peloton :** 2011 yılında kurulan kurulan Amerikan otonom ve bağlantılı araç teknoloji şirketidir. PlatoonPro ve AutoFollow teknolojilerinin kullanılmasıyla, profesyonel bir sürücünün bulunduğu lider bir tır ile onu takip eden tırda bulunan gelişmiş araç bağlantı teknolojisi, son teknoloji sensör ve algılama sistemleri, araç kontrol algoritmaları ve makine öğrenimi ile araçtan araca iletişim kurulur. Bir sürücünün bir çift ağır tonajlı tırı kullanabildiği bu sistem ile yük taşımacılığında güvenliğin, verimliliğin ve üretkenliğin arttığı, insan liderliğinde otonom operasyonlar geliştirmiştir (Peloton, 2021).

**Volvo Vera:** Volvo Trucks' ın geliştirmiş olduğu elektrikli otonom aracı "Vera", lojistik merkezler, fabrikalar ve limanlarda tekrarlanan görevler için tasarlanmıştır. Büyük hacimli ürünleri yüksek hassasiyetle taşımak için kısa mesafelerde kullanılan Vera, Göteborg liman terminalinde DFDS lojistik firması tarafından 2018 yılından itibaren kullanılmaktadır (VOLVO, 2021).

**Mercedes-Benz FT 2025:** Mercedes Benz dünyanın ilk otonom sürüş kamyonu olarak 2014 yılında tanıttığı FT 2025 (Future Truck 2025) ile gelecekteki taşıma sistemini tanıtan ve otonom kamyonların ekonomi ile topluma sunduğu teknolojik olanakları gösteren kuruluş olmuştur (DAIMLER, 2021).

Açık ve kapalı alan otonom araçlar ise iki farklı kategoride bulunmaktadır. Bunlar;

- Otomatik Yönlendirmeli Araçlar (Automated Guided Vehicles-AGV) : Genellikle sabit işaretli yolları, yönlendirmeleri veya gömülü zemin mıknatıslarını izleyen otomatik yönlendirmeli araçlardır.
- Otonom Mobil Robotlar (Autonomous Mobile Robots-AMR) : Gelişmiş sensörler ve bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı otonom mobil robotlardır.

AGV' ler onlarca yıldır kullanılmaktadır ancak tedarik zinciri liderleri tarafından giderek daha akıllı ve dinamik olan AMR' ler tercih edilmektedir. Daha düşük maliyet ve uygun iş modelleri sunan AMR' ler lojistik hizmet sağlayıcılar tarafından daha yaygın bir şekilde benimsenmektedir. Kapalı alanlarda kullanılan forkliftler ve çekicileri otonom hale getirmek için, Geek +, JBT, Jungheinrich ve Vecna Robotics gibi birbirine rakip firmalar tarafından geliştirilen cihazlar ile yeni nesil depolarda palet ve raf taşımada kullanılan otonom araçlar geliştirilmektedir (DHL, 2020). Günümüzde en çok kullanılan AMR ve AGV' ler;

**DHL LocusBots:** DHL depolarında depo operatörlerinin üretkenliklerini artırmak ve vardiya sırasında gitmeleri gereken noktalar arasında yürüyerek gitmeleri gereken toplam mesafeyi sınırlandırmak için, toplama sürecinde çalışanlar LocusBots ile iş birliği yapar.

**Amazon Kiva:** Amazon 2012 yılında dünyanın en büyük depo robot üreticisi olan Kiva Systems' i satın almış ve daha sonra Amazon Robotics' i kurmuştur. 2014 yılında 14.000 olan olan robotik araç sayısı günümüzde 200.000' den fazla araca sahiptir. Dünyanın en büyük çevrimiçi perakendecisi olan Amazon' un çevrimiçi perakende ve lojistik sektöründe büyümesini hızlandıran, dünyanın en büyük 10 lojistik firmasından biri haline gelmesini sağlayan firmanın robotikleşmesidir (Edwards, 2021) .

**Geek + :** Çin menşeli akıllı lojistik çözümler üreticisi Geek + küresel AMR pazarında önemli bir teknoloji şirketi olmakla birlikte lojistik yönetimi ve operasyonlar konusunda kapsamlı bir deneyime sahiptir. Akıllı forklift robotları, akıllı hareketli robotları, akıllı sıralama robotları, akıllı toplama robotları mevcuttur (Geek+, 2021). Nike, Japonya pazarında Geek + firmasının otonom mobil robot teknolojisini kullanmasıyla Nike' a aynı gün teslimat kabiliyeti kazandırmıştır. Gelen sipariş bilgisi doğrultusunda robotlar ürünlerin olduğu rafı komle alarak operatörlerin olduğu alana getirmekte ve operatörler tarafından gönderim işlemi gerçekleştirilmektedir. Hareket halindeki robotlar birbirlerinin konumundan haberdar olabilmekte ve trafik dinamik bir şekilde optimize edilebilmektedir. Ayrıca makine öğrenimi ile ürünlerin fazla satılma durumuna göre çok satılan ürünleri daha yakında konumlandırmaktadır. Dinamik optimizasyon sayesinde ürünlerin daha kısa sürede taşınmasıyla ayrıca enerji ve zaman tasarrufu sağlanmaktadır (İlhan, 2021).

**Stretch :** Amerikalı robot şirketi Boston Dynamics' in köpek robotlarını (**Spot**) Ford depolarında mülk haritalama ve gözetleme yapmak için hali hazırda kullanmaktadır. Stretch ise depo işleri için tasarlanmış, kamyon, tır ve konteyner gibi doldurup boşaltma işleminde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Küçük bir mobil tabana ve gelişmiş vantuzlama özelliği ile 23 kiloya kadar 800 kutuyu 1 saat içerisinde yükleme/boşaltma işlemini gerçekleştirebilmektedir (Euronews, 2021).

**FedEx SameDay Bot:** Dünyanın en büyük lojistik firmalarından FedEx, yakın mesafede bulunan müşterilerine aynı gün teslimat yapabilmek için SameDay robotlarını kullanmaya başlayacaktır. Pizza Hut, Walmart gibi perakendecilerin müşterilerinin %60' ı 5 km içinde yer almaktadır. Bunu göz önünde bulunduran FedEx, DEKA teknoloji ile iş birliği içinde geliştirdiği SameDay robotu ile büyüyen e-ticaret pazarı içindeki aynı

gün/son km teslimatının karmaşıklığını ve masraflarını, güvenli, çevre dostu ve otonom robotlarla gerçekleştirebilecektir (FedEx, 2021).

**Yandex Rover:** Avrupa' nın en büyük sürücüsüz otomobil geliştiricisi olan Yandex, otonom araç teknolojisinde Yandex Rover teslimat robotu ile test sürüşlerine başlamıştır. Gündüz ve gece teslimat yapabilecek olan Rover, her türlü hava şartlarında teslimat hizmeti sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır (Yandex, 2021).

**Otonom Drone:** Otonom Drone teknolojilerinin gelişimi son 5 yılda katlanarak artmıştır. ABD' de özellikle paket teslimatları ve son km lojistiğinde yeni bir endüstri yaratmıştır. Drone teslimat teknolojisinin gelişiminde öncülük eden şirketler (Ecommerce, 2021);

Wing: 2012 yılında kurulan Wing üç kıtada yüz binden fazla uçuş gerçekleştirmiştir. Küçük paket teslimatları için tasarlanmıştır. ABD, Finlandiya ve Avustralya' da faaliyet gösteren fimanın ortakları arasında FedEx ve Walgreens bulunmaktadır.

Amazon Prime Air: Küçük droneler kullanılarak 2.27 kg kadar ve 30 dk uçuş mesafesinde teslimatlarda kullanılmaktadır. ABD, İngiltere, Avusturya, Fransa ve İsrail' deki iş geliştirme merkezleri aracılığıyla geliştirilen ve test edilen Amazon Prime Air droneleri kargo teslimatlarında kullanılmak üzere FAA (Amerikan Federal Havacılık Dairesi)' dan onay almıştır.

UPS Flight Forward: Drone havayolu işletmek ve teslimat gerçekleştirmek üzere FAA' dan onay alan ilk şirkettir. Drone teslimat hizmetindeki tıbbi malzemelerin taşınmasını ABD çapında yaygınlaştırma çalışmaları devam etmektedir. E-ticaret teslimatlarında yeni nesil paket teslimat droneleri geliştirmek için Wingcopter ile ortaklık kurmuştur.

Flytrex: Perekandeciler, e-ticaret teslimatları, restoranlar ve dağıtım şirketleri için uçtan uca teslimat hizmeti sağlamaktadır. 3 kg ağırlığa ve 10 km mesafeye kadar taşımacılık hizmeti verebilmektedir.

Wingcopter: Almanya merkezli bir drone üreticisi olan Wingcopter mevcut tedarik zincirine entegre olmak için posta hizmetleri, perakendeciler ve e-ticaret platformları için teslimat seçenekleri geliştirmektedir.

Zipline: Tıbbi malzemelerin dağıtımında hızlı erişim hizmeti sağlayan Zipline 2014 yılından günümüze kadar kritik ve hayat kurtaran 100.000 ticari teslimatı tamamlamıştır.

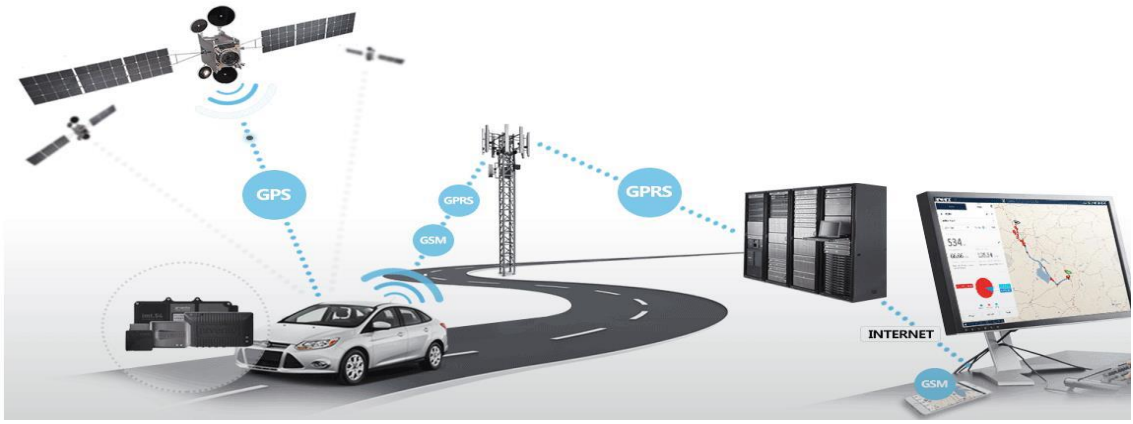
DHL Parcelcopter: Saatte 70 km hızla 2,2 kg' a kadar teslimat gerçekleştirebilen parcelcopter ilk teslimatını 2013 yılında gerçekleştirmiştir. DHL 2018 yılında Parcelcopter 4.0' ı Doğu Afrika' da ilaç teslimatı için kullanmıştır.

Boeing: Otonom uçuş teknolojisini test etmeye devam eden Boeing, daha büyük insansız kargo hava araçlarına odaklanmıştır. Ayrıca Boeing Horizon X Ventures programıyla drone projelerine yatırım yapmaktadır.

Lojistik hizmetleri hızlandıran ve tamamen makineleşmeye odaklı bu gelişmeler yapay zekaya dayalı uygulamalar ile son dönemde hızla gelişmektedir. Yapay zekanın kullanımının yaygınlaştığı bir diğer uygulama olan “Amazon Go”; yapay zeka, kamera ve sensörler aracılığıyla çalışan Amazon’ un küçük marketleri giderek yaygınlaşmaktadır. Herhangi bir ödeme işlemi yapılmayan, kasa-kasiyer bulunmayan bu mağazalara yüz tanıma sistemi veya karekod ile giriş yapılır, alınan ürünler otomatik olarak uygulama üzerinden sepete eklenip mağaza çıkışında ödeme işlemi sistem üzerindeki tanımlı kart üzerinden otomatik olarak yapılmaktadır. Bu uygulama ile envanter sistemi, yapay zeka ve ödeme sistemleri birbirleri ile entegre çalışmaktadır (Önden, 2018).

#### **4.4.6. Araç Takip Sistemi**

İlk olarak askeri amaçlar için kullanılan GPS (Global Positioning System – Küresel Konumlama Sistemi) dünya üzerinde GPS alıcısının konumunun belirlenmesini uydu aracılığıyla, her türlü hava şartlarında, yer ve zaman bilgilerine ulaşmamızı sağlayan uydu navigasyon sistemidir. En bilindik örneklerinden bazıları; **GPS** ABD tarafından geliştirilmiş ve 24 uyduya sahiptir, **GLONASS** Rusya tarafından geliştirilmiş ve 24 uyduya sahiptir, **GALILEO** ESA (Avrupa Uzay Ajansı) tarafından geliştirilmiş 30 uyduya sahiptir. Şekil 4.8 ile gösterilen çalışma metodunda; GPS, GSM/GPRS (General Packet Radio Service – cep telefonu üzerinden internet erişimi sağlayan teknoloji), sayısal haritalar ve özel yazılımlar ile çalışmaktadır. Araçlardaki mobil veri cihazı, GPS uydularından aldıkları konum, sıcaklık vb. bilgileri, GSM/GPRS şebekesi üzerinden kontrol ve iletişim merkezine aktarılır. Elde edilen bilgiler yazılımlar aracılığıyla sunucular üzerindeki veri bankasına, oradanda kullanıcılar yine özel yazılımlar sayesinde internete bağlı herhangi bir cihaz aracılığıyla geçmişe dönük olarak araçtan gelen bütün bilgileri görebilir. Araç takip sistemlerinin temel çalışma prensibi şekil 4.10 ile gösterilmiştir (Arvento, 2021).



**Şekil 4.10 Araç Takip Sistemi Çalışma Mantığı**

**Kaynak :** Arvento, <https://www.arvento.com/tr/arak-takip-nedir>

GPS, RFID ve sensörler yardımıyla Tedarik Zinciri süresince elde edilen bilgilerin internet tabanlı bir sistem üzerinden anlık olarak takibi, lojistik sektöründe kullanılan en önemli teknolojik uygulamalardandır. Bu teknoloji ile birlikte lojistik süreçler ve tedarik zinciri faaliyetleri şeffaf, esnek ve çok daha hızlı bir şekilde yürütülebilmektedir. GPS, RFID, sensörler vasıtası ile toplanan veriler anlık olarak takip edilerek, taşıma süreleri ile beraber taşıma rotalarına anlık müdahaleler yapılmasına imkan sağlamaktadır. Buda taşıma hizmetini daha verimli bir hale getirmektedir. Çeşitli uygulamalar veya Google harita gibi uygulamalar ile aracın görüntüsü dahil nerede olduğu bilgisi lojistik hizmet sağlayıcılar tarafından saklanabilmektedir. Ayrıca etkili bir filo yönetimiyle yakıt tasarrufu sağlanarak şirket içi maliyetleri azaltmada önemli bir etken olarak kullanılabilmektedir (Kayapınar, 2017).

#### **4.4.7. Barkod ve Radyo Frekans Tanımlama**

Barkod; farklı kalınlıklardan oluşan, yan yana dizilmiş siyah çizgi topluluklarının oluşturduğu, kodlanabilir bilgilerin bilgisayar ve benzeri cihazlar tarafından anlamlandırıldığı sembollerdir. Sadece ürünün referans numarasını içeren çizgiler, ürün hakkındaki bilgileri içeremez, barkod okuyucu tarafından bilgisayara aktarılan kodlar ile bilgisayarın içerisinde bulunan fiyat ve ürün bilgilerine ulaşılabilir (Otomasyon, 2021).

“Radio-Frequency Identification” tanımının baş harflerinden meydana gelen RFID (Radyo Frekanslı Tanıma Teknolojisi) küçük bir çip ve anten barındıran, küçük devrelere sahip elektronik bir aygıttır. RFID teknolojisi, radyo frekansları aracılığıyla nesneleri tekil ve otomatik olarak tanımlama sistemidir. Temelde RFID, bir etiket ve

okuyucu olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Etiketini meydana getiren unsurlar ise çip, güç kaynağı ve antendir. RFID etiketi okuma alanına girdiğinde otomatik olarak okuyucu tarafından çipin içerisindeki verileri anteni aracılığıyla okuyucuya kablosuz ve temassız olarak aktarır (Yelis, 2021).

Tablo 4.3 ile RFID teknolojisi ile barkod teknolojisinin karşılaştırması yapılmıştır (Saatçioğlu, 2006).

**Tablo 4.3 RFID ve Barkod Teknolojisinin Karşılaştırılması**

| Barkod                                                                                                                           | RFID                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Barkodların okunması için görüş mesafesi gereklidir                                                                            | • RFID etiketinin okunması veya güncellenmesi için görüş mesafesi gerekli değildir.         |
| • Barkodlar teker teker okunmalıdır.                                                                                             | • Aynı anda birden fazla RFID etiketi okunabilir.                                           |
| • Barkodlar kirli veya hasar görmeleri durumunda okunamazlar                                                                     | • RFID etiketleri kirli ortamlarda okunabilir.                                              |
| • Barkodların kaydedilmesi için görünür olmaları gereklidir.                                                                     | • RFID etiketleri çok incedir, bir malzemenin içinde oldukları takdirde bile okunabilirler. |
| • Barkodlar sadece herhangi bir malzemenin türünü belirler                                                                       | • RFID etiketleri malzemeleri belirleyebilir.                                               |
| • Barkodların üstündeki veriler güncellenemez.                                                                                   | • RFID etiketleri üzerindeki veriler defalarca güncellenbilir.                              |
| • Malzemelerin belirlenmesi için barkodların manuel olarak kullanılması gereklidir, bu durumda insan hatası söz konusu olabilir. | • RFID etiketlerinin otomatik olarak kontrol edilmesi insan hatasını ortadan kaldırır.      |

**Kaynak:** Ö. Y. Saatçioğlu, Ege Akademik Bakış Dergisi, 2006, 6:24-35

Tedarik Zincirinde RFID kullanımı ise ilk kez 1999 yılında Procter & Gamble firması tarafından ürünlerin TZ boyunca anlık takibi yapılmış, böylece ulaşımdan kaynaklı hata ve geç teslimatlardan kaynaklı zararlar minimum seviyeye indirilmiştir. RFID teknolojisi TZ ve Tersine Lojistik ağında ise ilk kez 2003 yılında Amerikalı prekande devi Wal-Mart tarafından kullanılmıştır. Özellikle kullanım ömrü bitmiş elektronik ürün atıklarını RFID teknolojisi sayesinde hangi geri dönüşüm aşamasından (tamir, demotaj, atık vb.) geçeceği belirlenebilmiştir (Kayapınar, 2017).

64 bit' den 8 MB' a kadar veri depolama kapasitesine sahip olabilen RFID etiketleri kullanım amacına göre farklı bilgiler ile donatılabilmektedir. Üzerinde bulunduğu bir ürün hakkında üretim-sevk tarihi, sipariş numarası, müşteri bilgileri, seri numarası vb. önemli verilere kolayca ulaşılabilir. Depolama hizmetinde ise otonom araçlara komutlar verilerek otomasyon düzeylerini artırabilmekte, stok görünürlüğüne daha hızlı ve şeffaf bir şekilde izleyebilme imkanı sağlamaktadır. Bazı depolarda drone teknolojisinin RFID ile birlikte kullanımıyla envanter sayımının kategorize edilmesi ayrıca dronelerin manevra kabiliyeti ile stokları çok daha yüksek seviyede tanımlama

imkanı vermektedir. Depo istif araçları ile navigasyon sistemleri arasında iletişim kurarak ürünlere ulaşımı kolaylaştırmaktadır (Adıgüzel, 2019). Yakın gelecekte depolarda hücresele ulaşım sistemleri, lazer tarayıcılar, RFID çipleri ve kızılötesi sensörler vasıtasıyla etrafını algılayabilen otonom araç filoları yer alacaktır (Alnıpak ve Alkan, 2017).

Tedarik zincirinde RFID teknolojisinin ilk uygulamalarından biri olan “CRESCENT” programı, ABD batı kıyısında kullanılmaya başlanmıştır. Kamyonların tartım istasyonlarında bekleme yapmadan geçişini sağlayan bu sistem ile kamyonlar tartım istasyonuna yaklaştığında daha hareket halinde iken RFID sistemi sayesinde tartma, güvenlik, vergi vb. bilgiler edinilir, araç tüm standartları karşılıyorsa araca gönderilen bir sinyal ile tartım istasyonuna girmeden yoluna devam etmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde kamyonların durmasına hatta yavaşlamasına gerek kalmadan otoyolda yoluna devam etmesi sağlanmaktadır. 30’ dan fazla eyalette uygulanmasıyla ortak bir etiket geliştirilen bu sistem ile kamyonların duraklamadan yoluna devam edebilmesini sağlayan program, ciddi bir tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca işlemleri yapacak personel giderinden de tasarruf sağlanmıştır. Program daha sonra geliştirilerek yakıt seviyeleri, araç ve treyler bilgileri, kilometre verileri hatta yakıt deposu okuyucuları dahil edilerek firmaların kurumsal veri tabanına aktarılabilir hale getirilmiştir (Floyd, 2021).

Birçok sektörde kullanılabilen RFID teknolojisi ayrıca; zincir marketlerde, alışveriş merkezlerinde, havayolları-kargo şirketlerinde ve hayvan takiplerinde kullanılabilir. Şirketler; sıcaklık, hareket ve radyasyon ölçümü yapabilen sensörler ile RFID etiketlerini birlikte kullanarak özellikle tedarik zincirindeki soğuk zincir lojistiğinde hareketli kutu, palet, konteyner vs. uygun sıcaklıkta taşınıp taşınmadığını denetlemektedir. Şirketler bu teknoloji ile insan gücüne olan gereksinimini azaltarak, otomatikleştirilmiş stok kontrolü, ürün takibi ve anlık erişim ile envanter bilgisine ulaşmasıyla şirket içi iş süreçlerini hızlandırmaktadır (Yelis, 2021).

Günümüzde en yaygın şekilde kullanılan RFID teknolojisi araçların ön camına yerleştirilen RFID etiketleridir. ABD’ de hem köprü, tünel geçişi hemde paralı yollar için başarılı bir şekilde kullanıldıktan sonra, birçok ülkede kullanılmaya başlanmıştır. Tanıtıcı etiket veya kartlar sayesinde sistemin aracı tanınması ve bakiye bilgisi gibi bilgiler sistem tarafından yorumlanarak geçiş yetkisi ve bakiye düşümü gerçekleştirmektedir. Hızlı Geçiş Sistemi (HGS) ile tüm otoyol ve köprülerde yol geçiş ücretlerinin RFID sistemi ile yapılması insan gücü tasarrufundan ziyade trafikte geçen süreyi kısaltmaktadır (Adıgüzel, 2019).

#### 4.4.8. Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik

Gerçek hayattaki bir sürecin veya sistemin çalışmasını sanal ortamda taklit edilmesine simülasyon denir. Simülasyon süreci 1962 yılında Morton Heilig tarafından, Sensorama adlı cihazıyla başlamış ve günümüz Google Glass projesine kadar geliştirilmiştir. Kullanıcılara, tasarlanan bilgisayar destekli, 3 boyutlu, sanal ortamda çalışma hissi veren sanal gerçeklik ile lojistik senaryoları gerçeğe uygun olarak uygulama imkanı verip, olası problemlerin ve mevcut aksaklıkların sanal ortamda çözüme kavuşturulmasını sağlamaktadır (Kayapınar, 2017).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları 3 ana karakteristik özelliğe sahiptir. Bunlar; (1) gerçek ve sanalın gerçek ortamda birleştirilmesi, (2) gerçek zamanlı etkileşim ve (3) üç boyutlu ortamda bu iki unsurun konumlandırılmasıdır (Alnıpak ve Alkan, 2017). Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ile bağlantının kurulduğu, sanal ortamdaki bilgi ve görüntülerin gerçek dünyada bulunan görüntülere eklenebildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı anda aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlayan teknolojidir (Şekkeli ve Bakan, 2018 b).

Siber fiziksel sistemler ile üretim tesisi içerisindeki hem malzeme akışını hem de özerk yazılım sistemlerini ve insan aktörünün temsil edilebildiği karmaşık simülasyon yaklaşımları neticesinde; depolarda ürün yerleşimi, planlanması ve etkin şekilde depo yönetimine katkıda bulunmasıyla depo kapasitesinin optimum düzeyde kullanımına imkanı sağlar. Yine depo ve tırlarda otomatik ürün yerleştirme önerileri, doluluk ve sipariş yeterlilik kontrolü, depo ve tır simülasyonu ile büyük veri analitiği yazılımlarının kullanımı sayesinde azami düzeyde ürün depolama-yükleme imkanı sağlayarak operasyonel verimliliğini artırır (Alkış, Piritini ve Ertemel, 2020).

Artırılmış gerçekliğin (Augmented Reality/AR) dijital ve fiziksel dünyaları harmanlamasıyla, çalışanları doğru yerde, doğru zamanda ve doğru bilgilerle destekleyerek lojistik hizmetlerin kalitesini ve üretkenliğini artırmaktadır. Sanal gerçeklik (Virtual Reality/VR) ise lojistik sağlayıcılara dijital bir ortamda, malzeme akışları ve eğitim süreçlerini optimize etmesi için çalışma ortamlarının tasarlanması, deneyimlenmesi ve değerlendirmesini sağlar. Ubimax ve DHL'in öncülüğünü yaptığı geleneksel toplama işleminde kullanılan akıllı gözlük teknolojisi ile %25 daha hızlı toplama süresi ve %100 doğruluk oranını yakalamıştır. İleri teknoloji ve havacılık şirketi olan Lockheed Martin, bunun yanı sıra Boeing ve Ford gibi firmalarda Otomatik Sanal

Ortam (Cave Automatic Virtual Environmet/CAVE) teknolojisini yoğun bir şekilde kullanmaktadır. Altyapı yerleşim planlaması ve ekipman operasyonunu simüle etme amacıyla lojistik sektöründe de ilgi artmıştır. Ayrıca akıllı gözlükler ile bakım ve onarım hizmetlerinde kalite artışı sağlanabilmektedir (DHL, 2020).

VR teknolojisi günümüzde en çok çalışanları teşvik edici senaryolar ile eğitim alanında kullanılmaktadır. Walmart 2018 yılında ABD’ de Oculus VR kulaklıklar ile standart bir eğitimi 1 milyondan fazla çalışan için erişebilir hale getirmiştir. Viti Simülasyon, doktor ve hemşireleri COVİD-19 hastalarındaki ani bir artışa karşı başa çıkmayı hazırlamak için hastane ortamlarını simüle etmektedir. Boeing ise Uluslararası Uzay İstasyonu Starliner programı kapsamında NASA astronotlarının eğitiminde VR teknolojisinden faydalanmaktadır. Lojistik endüstrisinde ise sanal depolarda forklift çalışması, sağlık, güvenlik ve kalite gibi konular üzerinde eğitim verilmektedir. DHL tarafından çalışanlarına, sanal gerçeklik tabanlı eğitim oyunu ile paletleri ve konteynerleri doğru şekilde yüklemeyi öğrenebilmelerine olanak sağlamaktadır (DHL, 2020).

#### **4.4.9. 3D Yazıcılar**

“3D baskı” eklemeli imalat olarakta adlandırılan üç boyutlu çizim veya modelden katman üzerine katman ekleme yapılması suretiyle fiziksel bir nesne meydana getiren teknolojidir. Dijital bir şablon kullanılarak malzemeyi 3 boyutlu bir nesne meydana getirmektedir (Tutar, Terzi ve Tınmaz, 2018).

Günümüzde bir çok farklı iş sektöründe yaygın olarak kullanılan 3 boyutlu yazıcılar hızlı prototipleme teknolojisinden hareketle yaygınlaşmaya ve gelişmeye başlamıştır. Lojistiğin 7 doğrusu tanımından yola çıkarsak; doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru durumda, doğru tüketiciye ve doğru fiyata ulaşması, lojistik ve tedarik zinciri faaliyetleri üzerinde önemli etkileri olacaktır. Mobil üretim araçları ile kişi ve kurumları bir konuma sabitlemekten ziyade, müşterilere daha yakın bir lokasyonda, stratejik pazarların daha yakınında üretim yapabilmelerini sağlayacaktır. Özellikle son kilometre lojistiğinde önemli kazanımlar sağlayacak olan bu yapılanma ile nakliye ve diğer dağıtım masrafları azalacaktır.

Ayrıca tedarik zinciri uzunluğu ve karmaşıklığı azalırken, aynı zamanda karbon salınım seviyeside azaltılmış olacaktır. Depolama alanındaki katkısı ise istenildiği anda ihtiyaç duyulan yedek parça üretiminin gerçekleştirilebilmesi açısından, yedek parçaların

depolanması, dolayısı ile depolama masraflarının ortadan kalkmasını sağlayacaktır. E-ticaretin artışı ile birlikte teslimat hızının önemi de giderek artmaktadır. Sipariş ile sevkiyat arasındaki süreyi kısaltmak adına Amazon firması merkezi fabrikalar yerine mobil 3D yazıcılar yardımıyla gelen siparişlerin anlık üretiminin tamamlandığı ve dronelar aracılığı ile teslimatların gerçekleştirileceği yeni uygulamalar planlamaktadır (Yılmaz ve Duman, 2019; Gönçer Demiral, 2021).

3D baskı veya eklemeli üretim yükselen bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Lojistik endüstrisi üzerindeki etkilerini gelecekte daha da artırması beklenmektedir. 2019 yılı itibari ile eklemeli üretim küresel pazar payının 10 milyar doları aşması ve analistlere göre her 3 yılda bir rakamın iki katına çıkması beklenmektedir. 3D baskı teknolojisinin gelişmesiyle daha fazla ürünün tüketiciye daha yakın hale getirilmesine imkan sağlayacak, böylece bölgesel lojistik ağları da genişletecektir. 3D baskı ile uyumlu ürünlerin, nakliye maliyetleri, gümrük vergileri ve uzun mesafe taşımalarda ürünün zarar görmesini önemli ölçüde azaltacaktır. Yaygın bir 3D baskı dünyası için uzun yıllar varken, hammadde ve yedek parça ihtiyacının lojistik hizmet sağlayıcılar tarafından bu sürenin kısaltılması düşünülmektedir. MIT Technology Review raporuna göre sadece otomotiv sektöründeki yedek parça ihtiyacının %90 oranında 3D baskı ile karşılanabileceği, hatta gelecekte %100 oranını bulabileceğini sunmuştur. Sonuç olarak son kilometre teslimatı dahil, daha fazla yerel üretim tesisi olacak ve yerel tedarik zincirlerinde iş akışına sebep olacaktır (DHL, 2020).

## 5. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın amacı ve önemi, araştırmanın hipotezleri, araştırmada kullanılan anketin hazırlanması, verilerin toplanması, kullanılan ölçekler, verilerin analizi, elde edilen hipotezleri test etmek amacıyla yapılan analiz neticesinde hipotezlere yönelik elde edilen bulgular yer almaktadır.

### 5.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu araştırmanın amacı Endüstri 4.0 etkisiyle başlayan ve bütün sektörlerde yaşanan teknolojik dönüşüm ile beraber, Endüstri 4.0 uygulamalarının lojistik hizmetlere uyarlanması, lojistik hizmetlerdeki değişim ve dönüşümün ne boyutlarda olduğu, Lojistik 4.0 uygulamalarından hangilerinin kullanıldığı, Lojistik 4.0 farkındalığının hangi düzeyde olduğu, Lojistik 4.0 uygulamalarından en çok hangisinin işletmelere yarar sağlayabileceği ve hangi yönlerden faydalı olabileceği gibi sorulara cevaplar aramaktır.

İşletmelerin lojistik 4.0 ile başlayan teknolojik dönüşümü takip edebilmeleri hayati önem taşımaktadır. Lojistik 4.0 uygulamaları ile sürekli yeni fikirler, yeni teknolojilerle beraber yeni uygulamalar meydana gelmektedir. Bu uygulamalar; lojistik süreçlere esneklik ve yüksek verimlilikle beraber hız kazandırmaktadır. Ülkemiz işletmeleri, yerel ve küresel pazarda devamlılığı sağlamak için gelişim ve değişime açık olan lojistik hizmetlerdeki teknoloji ve inovasyon uyumunu sürekli takip etmeli, kendi lojistik 4.0 yol haritasını oluşturmali ve uygulamalıdır.

### 5.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

İstanbul ilinde faaliyet gösteren özellikle depolama hizmeti veren lojistik firmalarınca Lojistik 4.0' ın uygulanma düzeyi ile Lojistik 4.0 farkındalığı araştırmasında kullanılan yirmi soruluk anketin ilk bölümünde yer alan dört soruluk genel bilgiler kısmında; firma çalışan kişi sayısı, hizmet verilen ticari faaliyetler, hizmet verilen sektörler ve kullanılan taşımacılık türleri hakkında bilgiler toplanmıştır. İkinci bölümde yer alan on soruluk farkındalık kısmı ile ankete katılım sağlayanların lojistik 4.0 farkındalık düzeyi belirlenmesi amaçlanmış üçüncü bölümde yer alan biri açık uçlu altı soru ile de lojistik 4.0 uygulanma düzeyi araştırılmıştır.

Çiçekli (2020) çalışmasında kullanılan ölçeğin farkındalık düzeyi soruları; benzer alanlardaki farkındalık düzeyini ölçmeye yönelik olan ve özellikle de Boston Danışma Grubu (BCG) ve TÜSİAD' ın 2016 yılındaki (6 sektör, 25 yerli firma ve 45 yöneticinin katıldığı Endüstri 4.0 farkındalık düzeyi) ortak çalışmasında kullanılan ölçek dikkate alınarak kapalı uçlu sorular hazırlanmıştır. Uygulanma düzeyi soruları; Lojistik 4.0 uygulama örnekleri baz alınarak kapalı uçlu sorular hazırlanmıştır. Ayrıca ankete katılım sağlayanların Lojistik 4.0 ve ölçek hakkındaki düşüncelerini ifade edebilmeleri amacıyla bir adet açık uçlu soru yöneltilmiştir. Farkındalık düzeyi ölçümünde SPSS kullanılarak, detaylı kırılımlar elde edilebilmesi için 5' li likert ölçeği kullanılmıştır. Çiçekli (2020), çalışmasını Ankara Lojistik Üssü' nde aktif olarak taşımacılık, depolama ve dağıtım alanlarında faaliyette bulunan 20 firma yetkilisi üzerinde tamamlamıştır. Ankara Lojistik Üssü özelinde farkındalık ve uygulama düzeyinin değerlendirmesi, eksik yönlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır.

Kullanılan ölçeğin güvenilirliğini test etmek amacıyla "Güvenilirlik Analizi" yapılmıştır. Ayrıca, kullanılan verilerin normal dağılım göstermesi çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 3$  arasında olmasına bağlıdır (Shao, 2002). Normal dağılıma sahip verilerde de niceliksel verilerin karşılaştırılmasında iki bağımsız grup arasındaki fark için bağımsız t testi, ikiden fazla bağımsız grup karşılaştırılmasında ise tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır.

### **5.3. ARAŞTIRMANIN ÖRNEKLEMİ ve KISITLARI**

Araştırmanın evreni İstanbul bölgesinde özellikle depo ve depolama hizmeti veren lojistik firmalarıdır. Kolayda örnekleme yöntemi kullanılmış olup, örnekleme ise lojistik ve depolama hizmetlerinde operasyon sorumlusu beyaz yaka iş görenler tarafından elde edilen veriler değerlendirilmiştir. 22.05.2021- 01.06.2021 tarihlerinde bahse konu gruptaki çalışanların ankete katılımı gerçekleştirilmiştir.

Araştırma, bizzat araştırmacı tarafından yapılmış, veriler birincil kaynaklardan toplanmıştır. Araştırmanın amacına uygun olabilmesi için İstanbul' un farklı bölgelerinde, özellikle depolama hizmeti sağlayan firma çalışanları tercih edilmiştir.

Çalışmada kullanılacak bilgi ve veriler ana kütleyi temsil ettiği düşünülen, sektör önde gelen 40 farklı firmanın çalışanları olmak üzere, yaklaşık 200 beyaz yaka çalışana gönderilmiş ve 182 katılım sağlanmıştır. Ancak anlamlı veri olarak kabul edilen toplam 180 anket geçerli ve uygun kabul edilmiştir.

2020-2021 yıllarında olağan yaşamın her alanında öngörülemeyen önemli etkileri olan Covid-19 pandemisi ve pandemik dönemdeki zorunlu kısıtlamalar nedeni ile verilere LinkedIn ve Google forms üzerinden anket yöntemi ile ulaşılmıştır.

## 5.4. VERİLERİN ANALİZİ VE BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 5.4.1. Genel Bilgiler Değerlendirilmesi

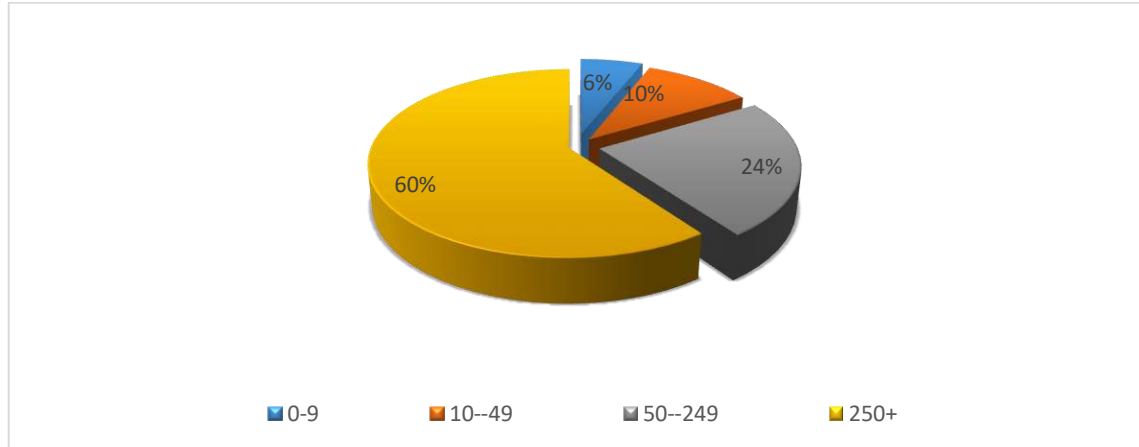
Katılımcılardan elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan frekans analizi tablo 5.1’ de sunulmuştur. Ayrıca analizler ile karşılaştırmalar grafik ve tablolar eşliğinde aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 5.1 Frekans Analizi**

| Değişkenler          |        | n   | %    |
|----------------------|--------|-----|------|
| Firma çalışan sayısı | 0-9    | 11  | 6,1  |
|                      | 10-49  | 18  | 10,0 |
|                      | 50-249 | 43  | 23,9 |
|                      | 250 +  | 108 | 60,0 |
| Yurtiçi              | Evet   | 156 | 86,7 |
|                      | Hayır  | 24  | 13,3 |
| İhracat              | Evet   | 125 | 69,4 |
|                      | Hayır  | 55  | 30,6 |
| İthalat              | Evet   | 115 | 63,9 |
|                      | Hayır  | 65  | 36,1 |
| Otomotiv             | Evet   | 88  | 48,9 |
|                      | Hayır  | 92  | 51,1 |
| Tekstil              | Evet   | 117 | 65,0 |
|                      | Hayır  | 63  | 35,0 |
| Makine               | Evet   | 120 | 66,7 |
|                      | Hayır  | 60  | 33,3 |
| Gıda                 | Evet   | 115 | 63,9 |
|                      | Hayır  | 65  | 36,1 |
| İnşaat               | Evet   | 57  | 31,7 |

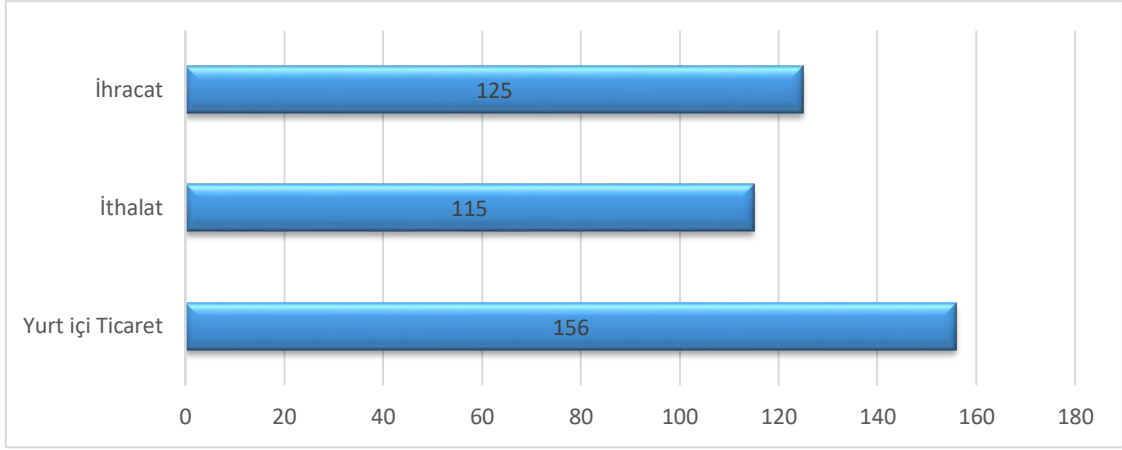
|                       |            |     |      |
|-----------------------|------------|-----|------|
|                       | Hayır      | 123 | 68,3 |
|                       | Evet       | 135 | 75,0 |
| Diğer                 | Hayır      | 45  | 25,0 |
|                       | Evet       | 173 | 96,1 |
| Karayolu              | Hayır      | 7   | 3,9  |
|                       | Evet       | 33  | 18,3 |
| Demiryolu             | Hayır      | 147 | 81,7 |
|                       | Evet       | 77  | 42,8 |
| Havayolu              | Hayır      | 103 | 57,2 |
|                       | Evet       | 114 | 63,3 |
| Denizyolu             | Hayır      | 66  | 36,7 |
|                       | Evet       | 47  | 26,1 |
| Ro-ro                 | Hayır      | 133 | 73,9 |
|                       | Evet       | 71  | 39,4 |
| Multimodal            | Hayır      | 109 | 60,6 |
|                       | Evet       | 139 | 77,2 |
| Kullanılan yazılımlar | Hayır      | 25  | 13,9 |
|                       | Bilmiyorum | 16  | 8,9  |
|                       | Evet       | 119 | 66,1 |
| Depo takip            | Hayır      | 61  | 33,9 |
|                       | Evet       | 148 | 82,2 |
| Araç takip            | Hayır      | 32  | 17,8 |
|                       | Evet       | 127 | 70,6 |
| Ürün/Hizmet takip     | Hayır      | 53  | 29,4 |
|                       | Evet       | 64  | 35,6 |
| Sürücü/Şoför takip    | Hayır      | 116 | 64,4 |
|                       | Evet       | 6   | 3,3  |
| Hiçbiri               | Hayır      | 174 | 96,7 |
|                       | Evet       | 128 | 71,1 |
| Nesnelerin İnterneti  | Hayır      | 52  | 28,9 |
|                       | Evet       | 16  | 8,9  |
| Üç Boyutlu-3D Yazıcı  | Hayır      | 164 | 91,1 |
|                       | Evet       | 11  | 6,1  |
| Artırılmış Gerçeklik  | Hayır      | 169 | 93,9 |
|                       | Evet       | 19  | 10,6 |
| Otonom Araç           | Hayır      | 161 | 89,4 |
|                       | Evet       | 26  | 14,4 |
| Otonom Robot          | Hayır      | 154 | 85,6 |
|                       | Evet       | 88  | 48,9 |
| Büyük Veri            |            |     |      |

|                                          |                                                           |            |               |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|---------------|
|                                          | Hayır                                                     | 92         | 51,1          |
|                                          | Evet                                                      | 108        | 60,0          |
| Bulut Lojistik                           | Hayır                                                     | 72         | 40,0          |
|                                          | Evet                                                      | 38         | 21,1          |
| Radio Frekans-RFID ve Akıllı Sensörler   | Hayır                                                     | 142        | 78,9          |
|                                          | Evet                                                      | 21         | 11,7          |
| Hiçbiri                                  | Hayır                                                     | 159        | 88,3          |
|                                          | Müşteri sevkiyatlarının (yük, rota, maliyet vb.) yönetimi | 95         | 52,7          |
|                                          | Saha ve depo (stok kontrolü vb.) yönetimi                 | 46         | 25,6          |
| Otomasyon ve dijital teknolojik uygulama | Paketleme                                                 | 27         | 15,0          |
|                                          | Lojistik süreçlerin izlenmesi ve güvenliği                | 12         | 6,7           |
|                                          | Nesnelerin İnterneti                                      | 56         | 31,1          |
|                                          | Üç Boyutlu-3D Yazıcı                                      | 50         | 27,8          |
|                                          | Artırılmış Gerçeklik                                      | 34         | 18,9          |
|                                          | Otonom Araç                                               | 12         | 6,7           |
|                                          | Otonom Robot                                              | 11         | 6,1           |
|                                          | Büyük Veri                                                | 8          | 4,4           |
|                                          | Bulut Lojistik                                            | 7          | 3,9           |
|                                          | Radio Frekans-RFID ve Akıllı Sensörler                    | 2          | 1,1           |
|                                          | Hiçbiri                                                   | 56         | 31,1          |
| <b>Toplam</b>                            |                                                           | <b>180</b> | <b>100,00</b> |



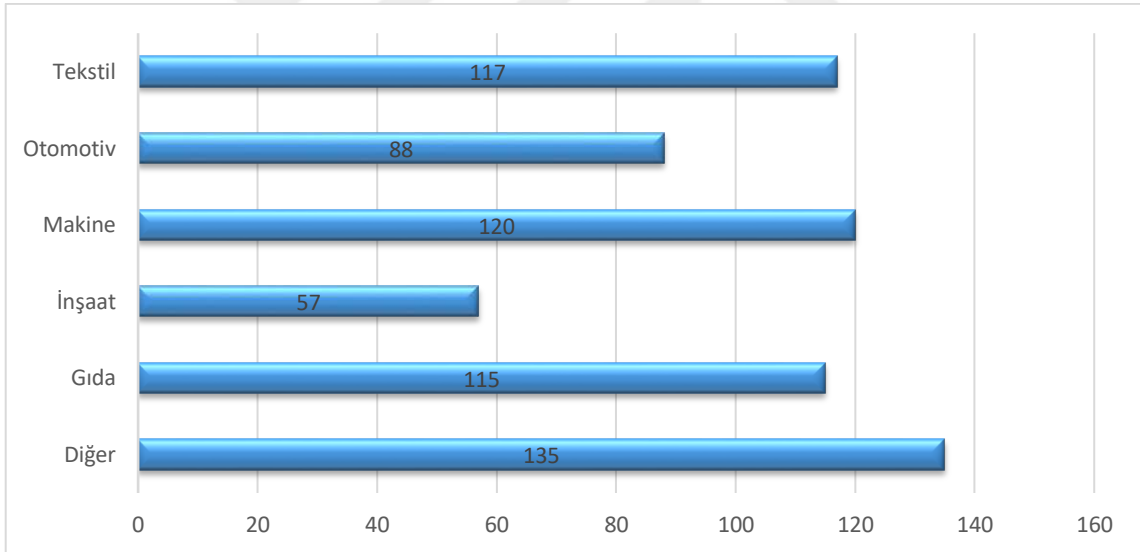
**Şekil 5.1 Katılımcıların Çalıştıkları Firma-İstihdam Bilgileri**

Katılımcıların % 60' ı (108 kişi) 250 ve üzeri, %24' ü (43 kişi) 50-249 arası, %10' nu (18 kişi) 10-49 arası ve %6' sı (11 kişi) 0-9 arası istihdam sağlayan firmalarda çalışmaktadır.



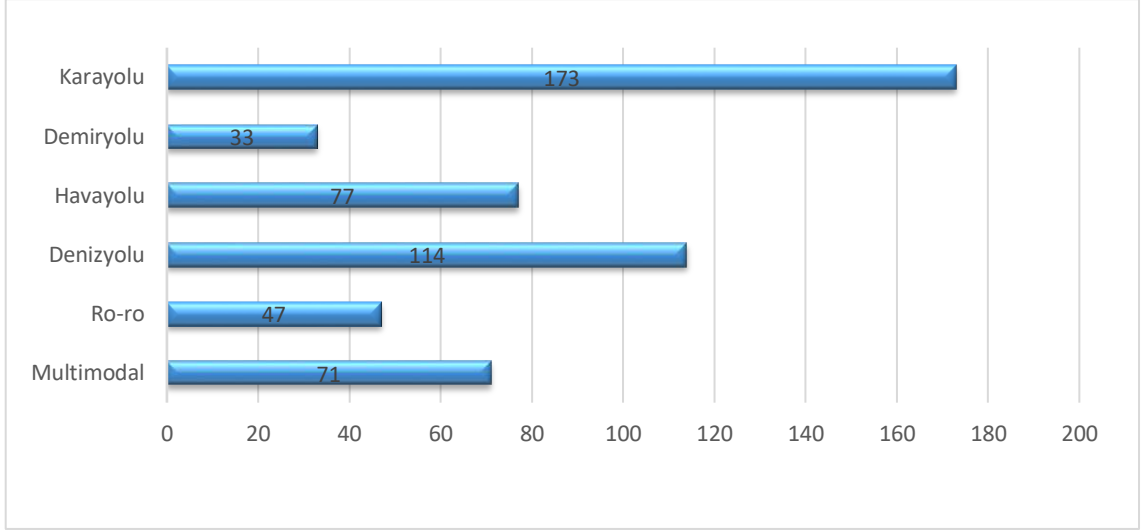
**Şekil 5.2 Lojistik Hizmet Verilen Ticari Faaliyetler**

Katılımcıların verdikleri cevaba göre firmaların lojistik hizmeti verdiği ticari faaliyetler; 156 kişi yurt içi ticaret, 125 kişi ihracat ve 115 kişi ithalat sektöründe hizmet verdiği anlaşılmıştır.



**Şekil 5.3 Lojistik Hizmet Verilen Sektörler**

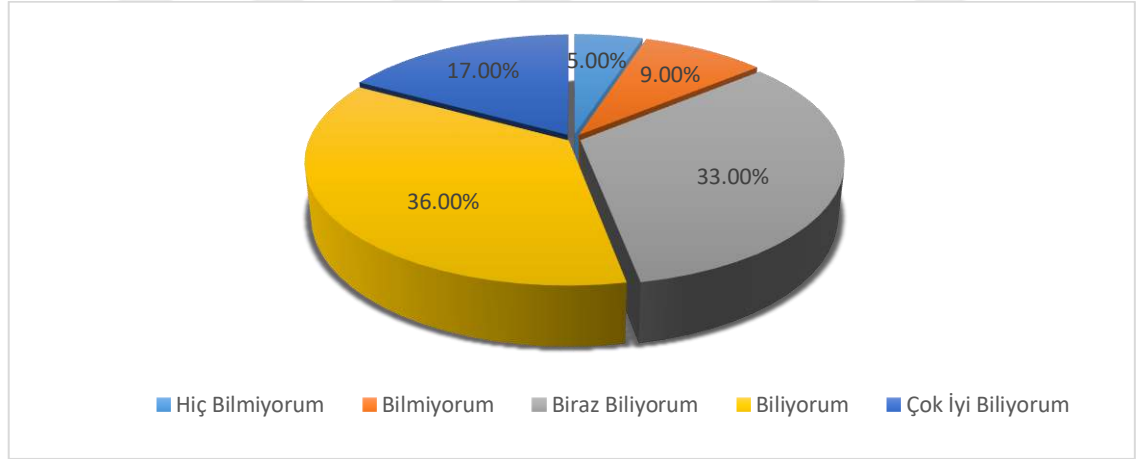
Katılımcılardan 120 kişi makine sektörüne, 117 kişi tekstil sektörüne, 115 kişi gıda sektörüne, 88 kişi otomotiv sektörüne, 57 kişi inşaat sektörüne ve 135 kişide otomotiv, tekstil, makine, gıda ve inşaat dışında yer alan diğer sektörlere lojistik hizmet sağladığı görülmüştür.



**Şekil 5.4 Firmanızda Kullandığınız Taşımacılık Türleri**

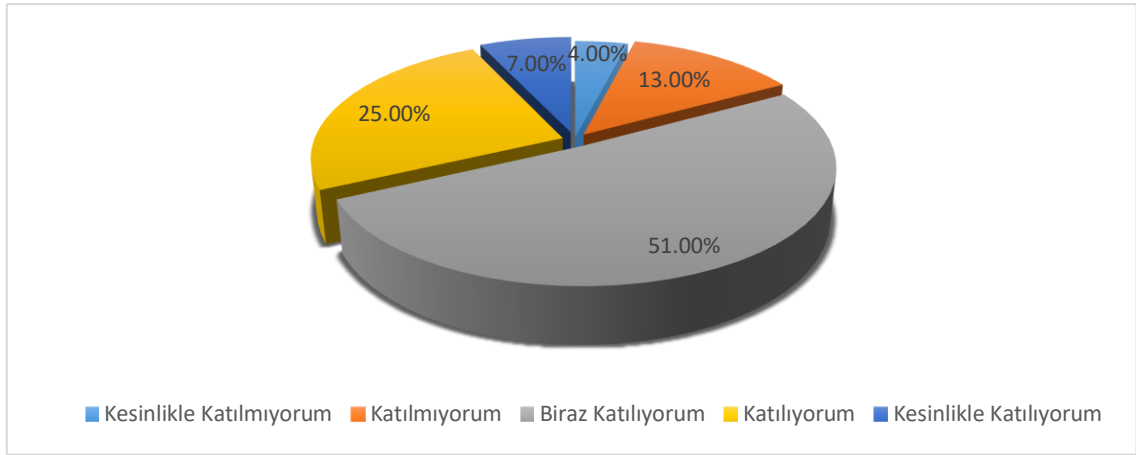
Katılımcılar arasında; 173 kişi karayolu, 114 kişi deniz yolu, 77 kişi havayolu, 71 kişi multimodal taşımacılık yöntemini, 47 kişi Ro-ro taşımacılık yöntemini ve 33 kişi ise demiryolu ile taşımacılık faaliyetlerini gerçekleştirdiğini beyan etmiştir.

#### 5.4.2. Farkındalık Düzeyi Değerlendirilmesi



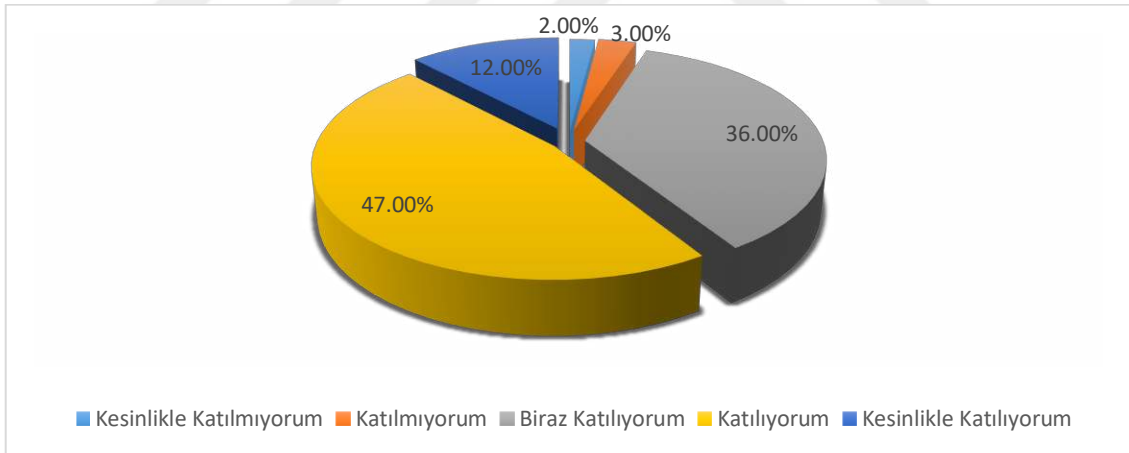
**Şekil 5.5 Lojistik 4.0 Bilgi Düzeyi**

Lojistik 4.0 hakkındaki bilgi düzeyi için katılımcıların; %36' sı (65 kişi) bildiğini, %33' ü (59 kişi) biraz bildiğini, %17' si (30 kişi) çok iyi bildiğini, %9' u (17 kişi) bilmediğini ve %5'i (9 kişi) hiç bilmediğini belirtmiştir. Toplam katılımcılar arasında %86 lık bir dilime tekabül eden 154 kişinin, Lojistik 4.0 hakkında bilgi sahibi olduğu gözlemlenmiştir.



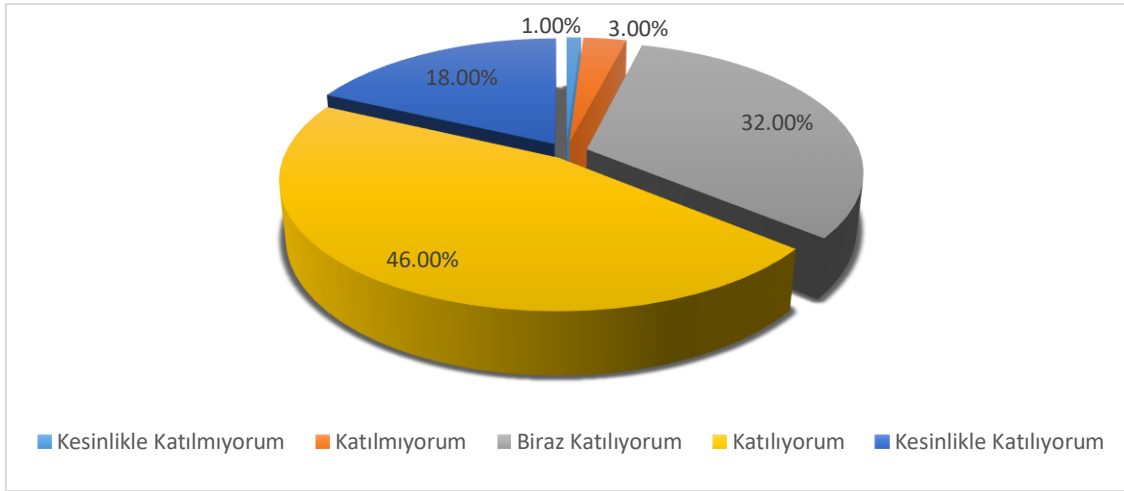
**Şekil 5.6 Firmalarca Yürütülen Lojistik 4.0 Faaliyetleri**

Firmalarında Lojistik 4.0 ile ilgili çalışmaların yürütülmesine dair katılımcıların; %51' i (93 kişi) “biraz katılıyorum”, %25' i (45 kişi) “katılıyorum”, %13' ü (23 kişi) “katılmıyorum”, %7' si (12 kişi) “kesinlikle katılıyorum” ve %4' ü (7 kişi) “kesinlikle katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların %83' ü yani 150 kişi firmalarınca Lojistik 4.0 ile ilgili strateji, Ar-Ge, yatırım, eğitim faaliyetlerinin yürütüldüğünü belirtmiştir. Bu oran ülkemiz lojistik sektörü geleceği adına umut vadetmektedir.



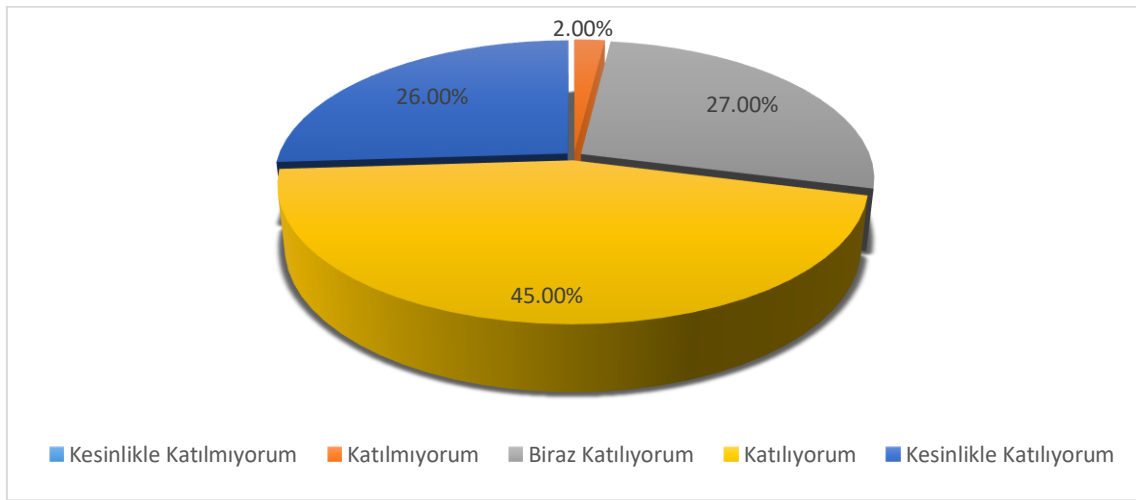
**Şekil 5.7 Stok Maliyetlerinin Lojistik 4.0 Etkisi ile Düşeceği Beklentisi**

Stok maliyetlerinin Lojistik 4.0 ile düşeceğine dair katılımcıların; %47' si (85 kişi) “katılıyorum”, %36' si (64 kişi) “biraz katılıyorum”, %12' si (22 kişi) “kesinlikle katılıyorum”, %3' ü (5 kişi) “kesinlikle katılmıyorum” ve %2' si (4 kişi) “katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların %97' si yani 171 kişi Lojistik 4.0 ile stok maliyetlerinin düşeceği fikrine sahiptir.



**Şekil 5.8 Lojistik Hizmetlerde Lojistik 4.0 ile Hız, Verimlilik ve Karlılık**

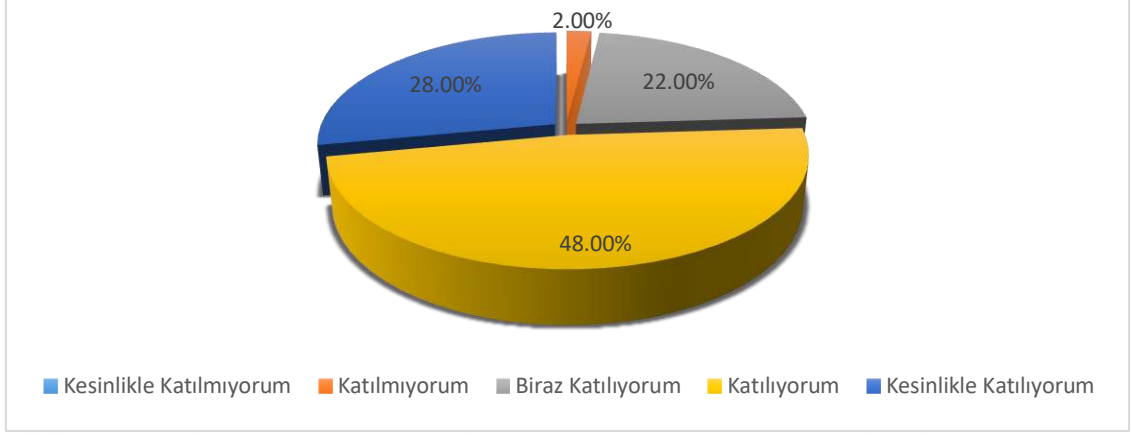
Lojistik 4.0 ile lojistik hizmetlerin hızlanacağı, karlılık ve verimlilik artışının olacağına dair katılımcıların; %46' sını (82 kişi) "katılıyorum", %32' si (58 kişi) "biraz katılıyorum", %18' i (33 kişi) "kesinlikle katılıyorum", %3' ü (6 kişi) "katılmıyorum" ve %1' i (1 kişi) "kesinlikle katılmıyorum" cevabını vermiştir. Katılımcıların %96' sını yani 173 kişi Lojistik 4.0 uygulamaları ile birlikte lojistik süreçlerin hızlanacağı, karlılık ve verimlilik artışı olacağı görüşündedir.



**Şekil 5.9 Lojistik 4.0 Uygulamaları Yatırım Maliyetinin Yüksek Olacağı Beklentisi**

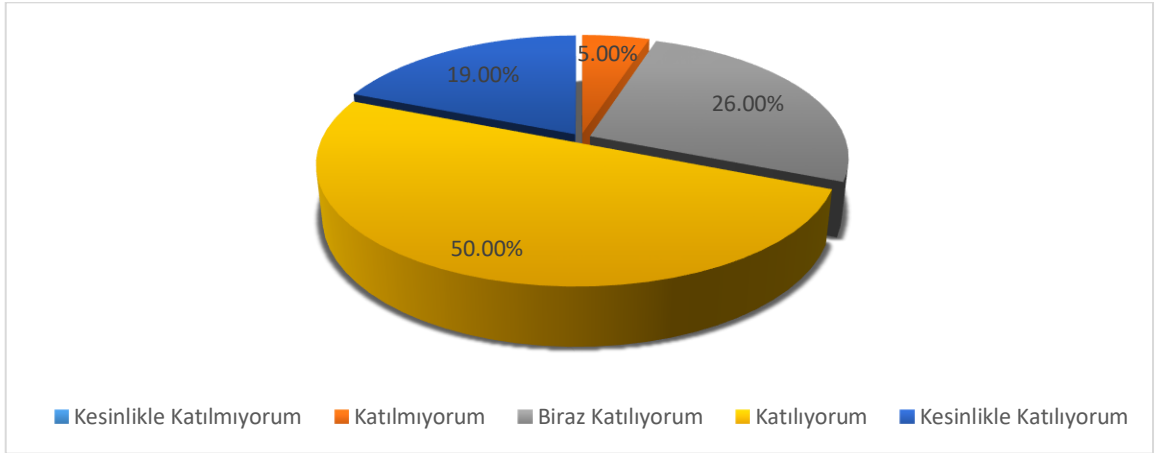
Lojistik 4.0 ile kullanılan akıllı, otonom ve dijital teknolojik uygulamalardaki yatırım maliyetlerinin yüksek olacağına dair katılımcıların; %45' i (82 kişi) "katılıyorum", %27's i (49 kişi) "biraz katılıyorum", %26' sını (46 kişi) "kesinlikle

katılıyorum” ve %2’ si (3 kişi) “katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların %98’ i (177 kişi) yatırım maliyetlerinin yüksek olacağını düşünmektedir.



**Şekil 5.10 Lojistik 4.0' a Yatırım Yapılması Halinde Uzun Vadede Kazançlı Çıkılması**

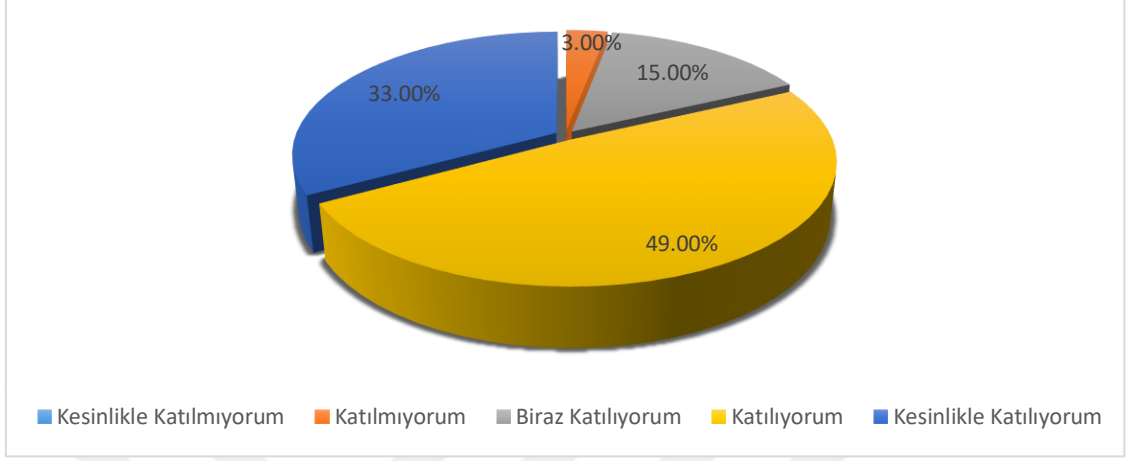
Lojistik 4.0 yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu ancak uzun vadede işletmelerin karlı çıkabileceğine dair katılımcıların; %48’ i (87 kişi) “katılıyorum”, %22’ si (39 kişi) “biraz katılıyorum”, %28’ si (50 kişi) “kesinlikle katılıyorum” ve %2’ si (4 kişi) “katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların büyük bir çoğunluğunu oluşturan %98’ i (176 kişi) Lojistik 4.0 yatırımları ile firmalarının uzun vadede kazançlı çıkacağına inanmaktadır.



**Şekil 5.11 Yük Taşımada İş Gücünün Lojistik 4.0 ile Azalması**

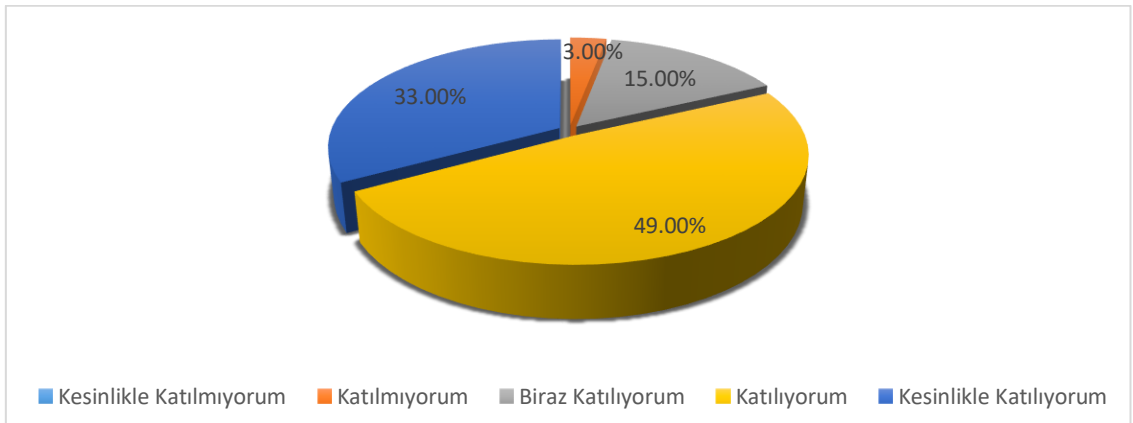
Lojistik 4.0 ile yük taşıma işlemlerinde iş gücü kullanımının azalacağına dair katılımcıların; %50’ si (90 kişi) “katılıyorum”, %19’ u (35 kişi) “kesinlikle

katılıyorum”, % 26’ sı (47 kişi) “biraz katılıyorum” ve %5’ i (8 kişi) “katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların yine büyük bir çoğunluğunu oluşturan %95’ i (172 kişi) Lojistik 4.0 ile birlikte yük taşıma işlemlerinde iş gücü kullanımının azalacağına inanmaktadır.



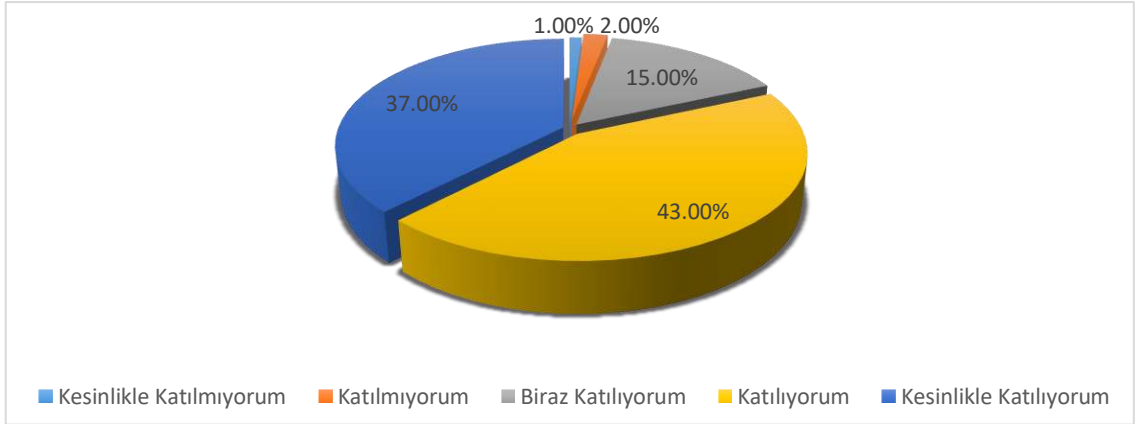
**Şekil 5.12 Lojistik 4.0 ile Teknoloji Yetkin Personel Sayısı Artması**

Lojistik 4.0 ile lojistik hizmetlerde teknoloji yetkin personel çalışacağına dair katılımcıların; %49’ u (89 kişi) “katılıyorum”, %33’ ü (59 kişi) “kesinlikle katılıyorum”, % 15’ i (27 kişi) “biraz katılıyorum” ve %3’ ü (5 kişi) “katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların yine büyük bir çoğunluğunu oluşturan %97’ si (175 kişi) Lojistik 4.0 ile lojistik hizmetlerde teknoloji yetkin personel sayısının artacağı fikrine sahiptir.



**Şekil 5.13 Lojistik 4.0 ile Lojistik Hizmetlerde Müşteri – Tedarikçi Entegre Sistemlerin Kullanılması**

Lojistik 4.0 ile Lojistik hizmetlerde müşteri – tedarikçi entegre sistemlerin kullanılmasına dair katılımcıların; %49’ u (89 kişi) “katılıyorum”, %33’ ü (59 kişi) “kesinlikle katılıyorum”, % 15’ i (27 kişi) “biraz katılıyorum” ve %3’ ü (5 kişi) “katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların yine büyük bir çoğunluğunu oluşturan %97’ si (175 kişi) Lojistik 4.0 ile birlikte tedarikçi-müşteri uyumlu entegre sistemler kullanılması gerektiği görüşündedir.

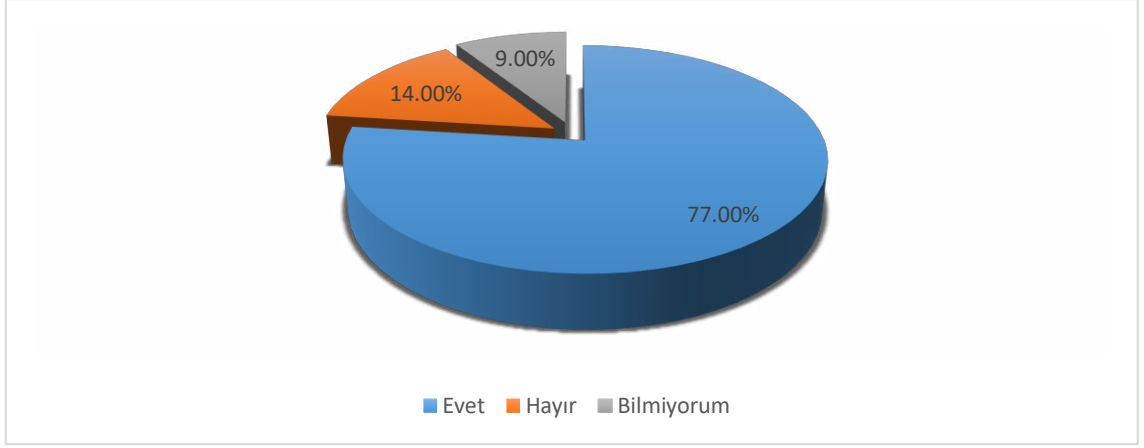


**Şekil 5.14 Lojistik 4.0 Uyum Sürecinde Firmaların Desteklenmesi**

Lojistik firmalarının, Lojistik 4.0’ a uyum sürecinde tek başına çaba göstermelerinin yeterli olmadığına dair katılımcıların; ; %43’ ü (78 kişi) “katılıyorum”, %37’ si (67 kişi) “kesinlikle katılıyorum”, % 15’ i (26 kişi) “biraz katılıyorum”, %4’ ü (7 kişi) “katılmıyorum” ve %1’ i (2 kişi) “kesinlikle katılmıyorum” cevabını vermiştir. Katılımcıların %95’ i 171 kişi Lojistik 4.0’ a uyum sürecinde firmaların desteklenmesi gerektiği görüşündedir.

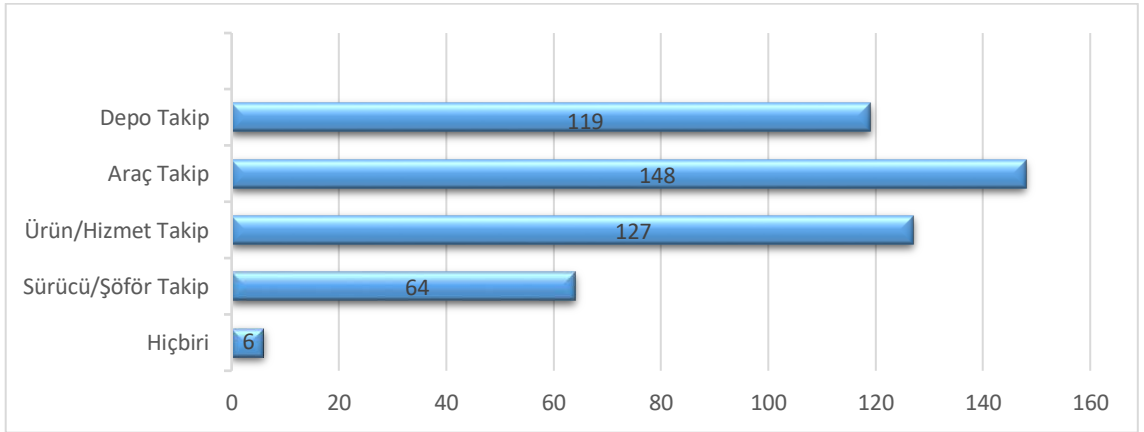
### 5.4.3. Uygulama Düzeyi Değerlendirmesi

Lojistik 4.0 uygulanma seviyesi için, Lojistik 4.0 uygulamaları ve örneklerinden yola çıkılarak kapalı uçlu beş soru ile katılımcıların Lojistik 4.0 ve anket hakkındaki görüşlerini aktarabilmeleri için bir adet açık uçlu soru yöneltilmiştir. Katılımcılardan elde edilen veri ve bilgiler aşağıda grafik ve tablolar eşliğinde sunulmuştur.



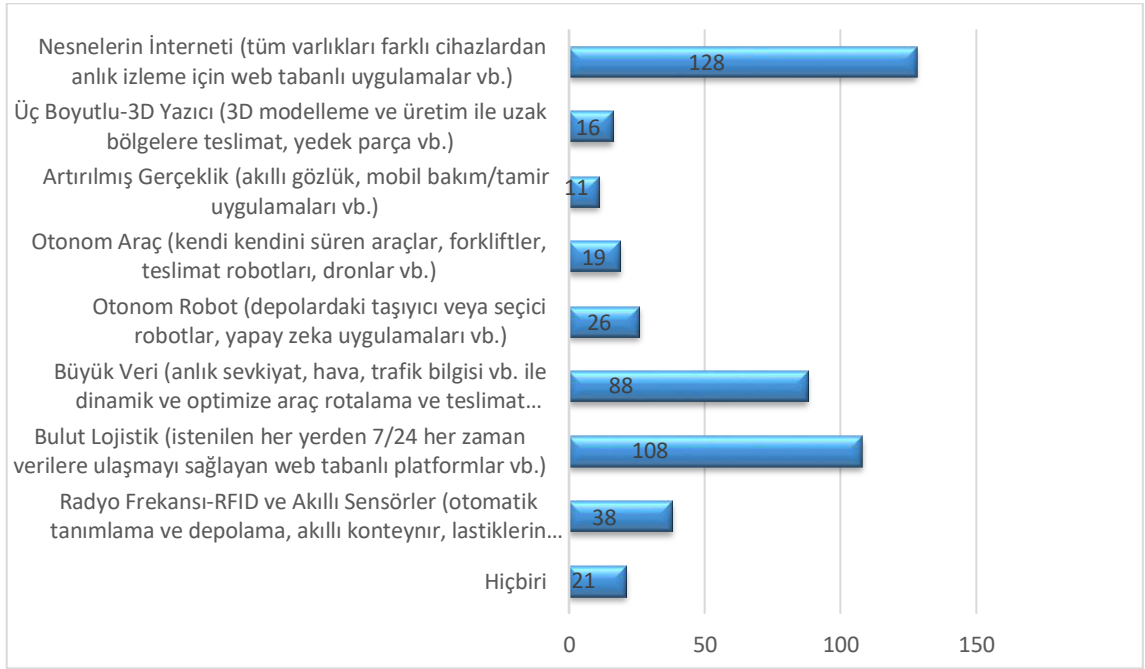
**Şekil 5.15 Lojistik 4.0 ile Kullanılan Sistem/Yazılımın Müşteri-Tedarikçi Sistem/Yazılımı ile Entegrasyonu**

Lojistik 4.0 uygulamalarında kullanılan sistemler ile yazılımların, müşteri ve tedarikçilerinizin kullandığı sistemler ile yazılımlar arasında entegrasyon olup olmadığına dair katılımcıların; %77' si (139 kişi) entegrasyon olduğunu beyan etmişlerdir. %14' ü (25 kişi) entegrasyon olmadığını ve %9' u (16 kişi) ise kullanılan sistemler ile yazılımlar arasında entegrasyonu olup olmadığı hususunda bilgi sahibi olmadığını beyan etmiştir.



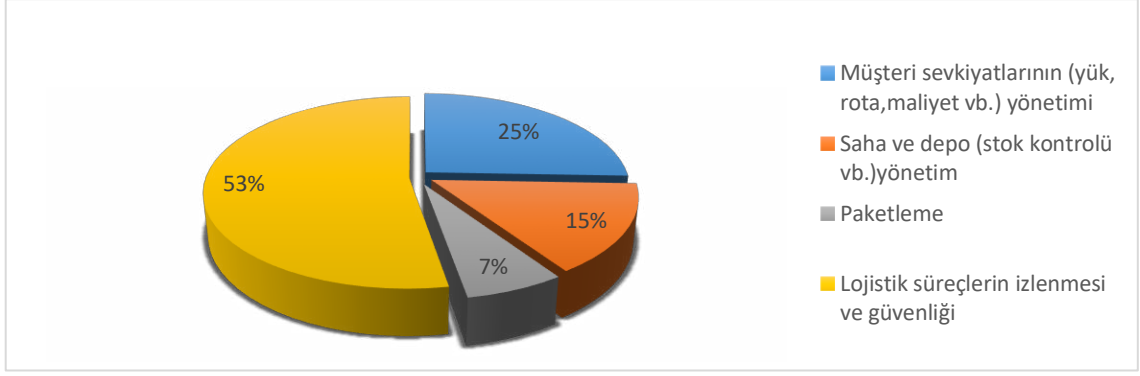
**Şekil 5.16. Kullanılan Takip İzleme Sistemleri**

Lojistik 4.0 ile birlikte hangi takip ve izleme sistemlerini/yazılımlarını kullanıyorsunuz sorusuna katılımcılardan; 148 kişi araç takip, 127 kişi ürün/hizmet takip, 119 kişi depo takip, 64 kişi sürücü/şöför takibi olarak kullanılan sistemi belirtmiş ve 6 kişi ise firmalarınca herhangi bir takip sistemi kullanılmadığını bildirmiştir.



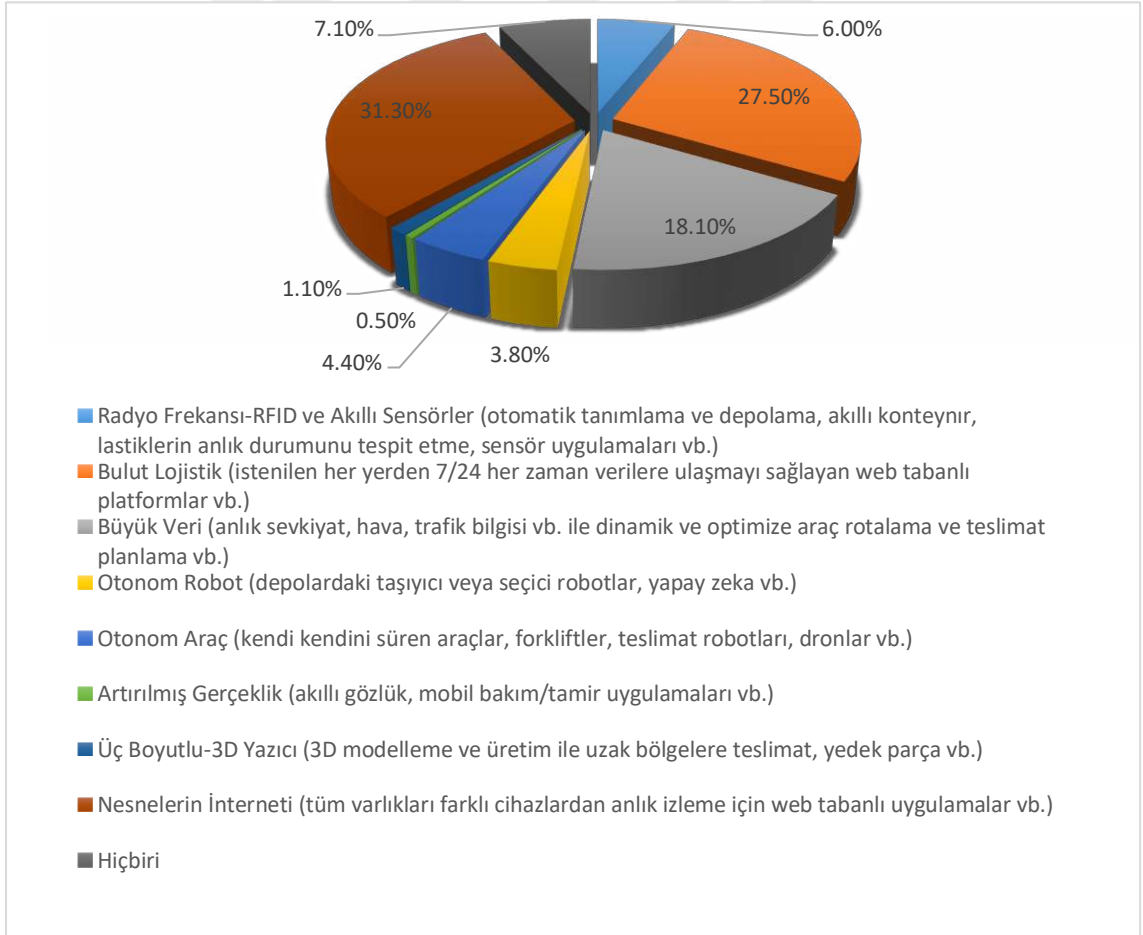
**Şekil 5.17. Lojistik 4.0 ile Kullanılan Dijital Teknolojik Uygulamalar**

Katılımcılara yöneltilen, firmanızda kullanılan dijital teknolojik uygulamalardan hangilerininin kullanıldığına dair; 128 kişi **Nesnelerin İnterneti** (tüm varlıkları farklı cihazlardan anlık izlemek için web tabanlı uygulamalar vb), 108 Kişi **Bulut Lojistik** (istenilen her yerden 7/24 her zaman verilere ulaşmayı sağlayan web tabanlı platformlar vb), 88 kişi **Büyük Veri** (anlık sevkiyat, hava, trafik bilgisi vb. ile dinamik ve optimize araç rotalama ve teslimat planlama vb), 38 kişi **Radyo Frekansı-RFID ve Akıllı Sensörler** (otomatik tanımlama ve depolama, akıllı konteyner, sensör uygulamaları vb), 26 kişi **Otonom Robot** (depolardaki taşıyıcı veya seçici robotlar, yapay zeka uygulamalar), 19 kişi **Otonom Araç** (kendi kendini süren araçları forkliftler, teslimat robotları vb), 16 kişi **Üç Boyutlu-3D Yazıcı** (3D modelleme ve üretim ile uzak bölgelere teslimat, yedek parça vb), 12 kişi **Artırılmış Gerçeklik** (akıllı gözlük, mobil tamir/bakım uygulamaları vb) gibi dijital teknolojik uygulamaların firmalarınca kullanıldığı, buna karşılık 22 kişi firmalarınca dijital teknolojik uygulama kullanılmadığını beyan etmiştir.



Şekil 5.18 Lojistik 4.0 Otomasyon ve Dijital Uygulamalarının En Çok Faydalı Olacağı Alan

Lojistik 4.0 uygulamalarının en çok hangi alanda faydalı olacağına dair katılımcıların; %53' ü (95 kişi) **lojistik süreçlerin izlenmesi ve güvenliği**, %25' i (46 kişi) **müşteri sevkiyatlarının /yük, rota, maliyet vb.) yönetimi**, %15,' i (27 kişi) **Saha ve depo (stok kontrolü vb.) yönetimi** ve %6' sı (12 kişi) **paketleme** alanında faydalı olacağını düşünmektedir.



Şekil 5.19 Lojistik 4.0 Uygulamalarından En Çok Tercih Edilen Uygulama

Firmanızda Lojistik 4.0 uygulamalarından en çok hangisinin kullanılabileceğini dair katılımcıların; %31,3' ü (56 kişi) **Nesnelerin İnterneti**, %27,5' si (50 kişi) **Bulut Lojistik**, %18,1' i (33 kişi) **Büyük Veri**, %6'sı (11 kişi) **Radyo Frekansı-RFID ve Akıllı Sensörler**, %4,4' ü (8 kişi) **Otonom Araç**, %3,8' i (7 kişi) **Otonom Robot**, %1,1' i (2 kişi) **Üç Boyutlu Modelleme-3D yazıcı**, %0,5' i (1kişi) **Artırılmış Gerçeklik** uygulamalarının kullanılabileceğini düşünmektedir. Ancak %7,1' i (12 kişi) seçeneklerde sunulan hiçbir uygulamanın firmalarında kullanılabileceğini düşünmemektedir.

Lojistik 4.0 hakkındaki görüşlerde ise, sektörün gelişiminde zaman ve hız kavramlarının günümüzde çok önemli bir yere geldiğini. Müşterilere aynı gün teslimatı sağlanamayan ürünlerde dahi, müşteri tercihini değiştirebilmesine neden olduğu vurgulanmıştır. Özellikle teslimat konusunda esnek saat kavramının öneminden veya teknoloji odaklı bir çözüm olarak ise teslimat kutularının (PTT Kargomat vb.) yaygınlaştırılması önerilmektedir. Lojistik sektöründe çalışan firmaların teknoloji ile beraber kablolu makinelerden biran önce kablosuz, nesnelerin interneti ile birbirine bağlı cihazlara geçilmesi gerektiği, bu şekilde manuel yapılan sortlardaki hata payının minimum düzeye indirilmesi ve çok daha kısa sürede çok daha fazla ürününün sort edilebilme imkanı ile lojistik süreçlere hız ve verimlilik katacağı düşünülmektedir. Araç takip sistemlerinin daha verimli kullanılabilmesini sağlayarak anlık rotalamanın önemi ve bu şekilde özellikle büyük şehirlerdeki trafik sorunundan en az şekilde etkilenebileceği düşünülmektedir. Lojistik 4.0 ile lojistik sektörünün, günümüz iletişim teknolojilerinin en ileri boyutu olan satalliteden yani uydu teknolojilerinden maksimum düzeyde faydalanılması gerektiği belirtilmiştir.

## 5.5. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ

Yapılan literatür taraması sonucunda, araştırma için 9 adet hipotez geliştirilmiştir. Bu hipotezler sırasıyla aşağıdaki gibidir:

H1: Büyük ölçekli firma çalışanlarının (250+ çalışan sayısına sahip), Küçük ve Orta Büyüklükteki firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H2: İhracat ve İthalat yapan firma çalışanlarının sadece yurtiçi hizmet veren firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H3: Otomotiv sektöründe taşımacılık yapan Lojistik firma çalışanlarının, diğer sektörlerde taşımacılık yapan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H4: Multimodal taşımacılık yapan Lojistik firma çalışanlarının, diğer türlerde taşımacılık yapan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H5: Müşterileri ve/veya tedarikçileri ile uyumlu/entegre sistemler/yazılımlar kullanıldığını bilen Lojistik firma çalışanlarının, bu konuda bilgi sahibi olmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H6: Firmalarında takip/izleme sistemleri/yazılımları kullanılan Lojistik firma çalışanlarının, hiçbir takip/izleme sistem/yazılımları kullanılmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H7: Müşteri memnuniyetine yönelik önceliği olan Lojistik firma çalışanlarının Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

H8: Firmalarında kullanılabileceği düşünülen dijital teknolojik uygulamalara (IoT, Otonom Araç, Otonom Robot, Artırılmış Gerçeklik, Radyo Frekansı-RFID vb.) göre Lojistik firma çalışanlarının, Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H9: Firmalarında dijital teknolojik uygulamalar (IoT, Otonom Araç, Otonom Robot, Artırılmış Gerçeklik, Radyo Frekansı-RFID vb.) kullanılan Lojistik firma çalışanlarının, hiçbir dijital teknoloji kullanılmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi daha yüksektir.

### 5.5.1. Farkındalık Düzeyinin Analizi ve Sonuçları

Anketin Farkındalık düzeyi için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) istatistik programında detaylı değerlendirme yapabilmek için 5’li Likert ölçeği (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Biraz Katılıyorum, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum) tercih edilmiş, toplanan verilerin güvenilirlik analizleri SPSS’de Cronbach’s Alpha güvenilirlik katsayısı hesaplanarak yapılmıştır. Güvenirlik, bir ölçme aracında bulunması gereken en önemli niteliklerden birisidir.

**Tablo 5.2 Kullanılan Ölçeğin Güvenirlik Analizi Sonuçları**

| Ölçekler           | Cronbach's Alpha |
|--------------------|------------------|
| Farkındalık Düzeyi | 0,828            |

Bu kapsamda, 0,828 güvenilirlik katsayısına sahip anketin farkındalık bakımından güvenilirliği “çok iyi” düzeyde olup ölçümün güvenilir olduğu ifade edilebilir (Bkz. Tablo 5.2). Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı, asgari değer olarak kabul edilen 0,70’in (Nunnally, 1978) üzerinde olması, kullanılan ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.3 Kullanılan Ölçeğin Tanımlayıcı İstatistikleri**

| Ölçekler           | Min  | Max  | Medyan | $\bar{X}$ | SS   |
|--------------------|------|------|--------|-----------|------|
| Farkındalık Düzeyi | 2,00 | 5,00 | 3,90   | 3,79      | 0,52 |

Tablo 5.3 incelendiğinde; Farkındalık ölçeği puan ortalamasının  $3,79 \pm 0,52$  olduğu görülmektedir.

**Tablo 5.4 Kullanılan Ölçeğin Normallik Analizi Sonuçları**

| Ölçekler           | Çarpıklık  |               | Basıklık   |               | Durum  |
|--------------------|------------|---------------|------------|---------------|--------|
|                    | İstatistik | Standart Hata | İstatistik | Standart Hata |        |
| Farkındalık Düzeyi | -0,737     | 0,181         | 0,947      | 0,360         | Normal |

Araştırmada kullanılan ölçeğin normallik analizi sonuçları Tablo 5.4’ de verilmiştir. Verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 3$  arasında olduğu ve normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 5.5 Firma Çalışan Sayısı Açısından Farkındalık Düzeyinin Karşılaştırılması**

| Ölçekler           | Kişi Sayısı | Ortalama | SS   | F            | p            |
|--------------------|-------------|----------|------|--------------|--------------|
| Farkındalık Ölçeği | 0-9         | 3,09     | 0,75 | <b>9,393</b> | <b>0,000</b> |
|                    | 10-49       | 3,68     | 0,45 |              |              |
|                    | 50-249      | 3,79     | 0,45 |              |              |
|                    | 250+        | 3,89     | 0,48 |              |              |

Katılımcıların firma çalışan sayılarına göre farkındalık ölçeği karşılaştırması tablo 5.5’ de verilmiştir. Katılımcıların firma çalışan sayılarına göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ). Farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu karşılaştırma testi Post Hoc-Tukey sonucunda; 0-9 kişi çalışan firma grubunun puanları diğer firma gruplarının puanlarından düşük olduğu gözlenmiştir.

#### **Elde edilen bulgulara göre;**

Büyük ölçekli firma çalışanlarının (250+ çalışan sayısına sahip), Küçük ve Orta Büyüklükteki firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Ortalama=3,89>...). Bu durumda  $H_1$  hipotezimiz desteklenmiştir.

**Tablo 5.6 Kullanılan Ölçeğin Ticari Faaliyetler Açısından Karşılaştırılması**

| Ticari Faaliyetler | Farkındalık Ölçeği |          |      |                  |              |              |
|--------------------|--------------------|----------|------|------------------|--------------|--------------|
|                    | Durum              | Ortalama | SS   | Levene Testi (p) | t            | p            |
| Yurtiçi            | Evet               | 3,80     | 0,50 | <b>0,009</b>     | 0,016        | 0,988        |
|                    | Hayır              | 3,80     | 0,68 |                  |              |              |
| İhracat            | Evet               | 3,86     | 0,48 | 0,083            | <b>2,340</b> | <b>0,020</b> |
|                    | Hayır              | 3,66     | 0,58 |                  |              |              |
| İthalat            | Evet               | 3,88     | 0,47 | <b>0,031</b>     | <b>2,632</b> | <b>0,010</b> |
|                    | Hayır              | 3,66     | 0,58 |                  |              |              |

Katılımcıların ticari faaliyetlerine göre farkındalık ölçeği karşılaştırması tablo 5.6’ da verilmiştir. Katılımcıların ticari faaliyetlerinden yurtiçi kategorisine göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p > 0,05$ ). Katılımcıların ticari faaliyetlerinden ihracat ve ithalat kategorilerine göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ). İhracat yapanların ortalama puanları, ihracat yapmayanlardan yüksektir. İthalat yapanların ortalama puanları, ithalat yapmayanlardan yüksektir.

### Elde edilen bulgulara göre;

İhracat ve İthalat yapan firma çalışanlarının sadece yurtiçi hizmet veren firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda H<sub>2</sub> hipotezimiz desteklenmiştir.

**Tablo 5.7 Kullanılan Ölçeğin Hizmet Verilen Sektörler Açısından Karşılaştırılması**

| Sektörler | Farkındalık Ölçeği |          |      |                  |        |       |
|-----------|--------------------|----------|------|------------------|--------|-------|
|           | Durum              | Ortalama | SS   | Levene Testi (p) | t      | p     |
| Otomotiv  | Evet               | 3,82     | 0,57 | 0,290            | 0,510  | 0,610 |
|           | Hayır              | 3,78     | 0,48 |                  |        |       |
| Tekstil   | Evet               | 3,82     | 0,48 | 0,111            | 0,943  | 0,347 |
|           | Hayır              | 3,75     | 0,60 |                  |        |       |
| Makine    | Evet               | 3,83     | 0,48 | 0,174            | 1,230  | 0,220 |
|           | Hayır              | 3,73     | 0,59 |                  |        |       |
| Gıda      | Evet               | 3,84     | 0,49 | 0,297            | 1,353  | 0,178 |
|           | Hayır              | 3,73     | 0,58 |                  |        |       |
| İnşaat    | Evet               | 3,67     | 0,65 | <b>0,000</b>     | -1,966 | 0,053 |
|           | Hayır              | 3,86     | 0,44 |                  |        |       |
| Diğer     | Evet               | 3,83     | 0,46 | <b>0,003</b>     | 1,087  | 0,282 |
|           | Hayır              | 3,71     | 0,68 |                  |        |       |

Katılımcıların hizmet verilen sektörlerle göre farkındalık ölçeği karşılaştırması tablo 5.7’ de verilmiştir. Katılımcıların hizmet verilen sektörlerle göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

### Elde edilen bulgulara göre;

Otomotiv sektöründe taşımacılık yapan Lojistik firma çalışanlarının, diğer sektörlerde taşımacılık yapan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu durumda H<sub>3</sub> hipotezimiz desteklenmemiştir.

**Tablo 5.8 Kullanılan Ölçeğin Taşımacılık Türleri Açısından Karşılaştırılması**

| Taşımacılık Türleri | Farkındalık Ölçeği |          |      |                  |              |              |
|---------------------|--------------------|----------|------|------------------|--------------|--------------|
|                     | Durum              | Ortalama | SS   | Levene Testi (p) | t            | p            |
| Karayolu            | Evet               | 3,80     | 0,52 | 0,698            | 0,356        | 0,722        |
|                     | Hayır              | 3,73     | 0,56 |                  |              |              |
| Demiryolu           | Evet               | 3,81     | 0,56 | 0,406            | 0,174        | 0,862        |
|                     | Hayır              | 3,79     | 0,52 |                  |              |              |
| Havayolu            | Evet               | 3,83     | 0,48 | 0,089            | 0,739        | 0,461        |
|                     | Hayır              | 3,77     | 0,56 |                  |              |              |
| Denizyolu           | Evet               | 3,89     | 0,46 | <b>0,012</b>     | <b>3,067</b> | <b>0,003</b> |
|                     | Hayır              | 3,63     | 0,58 |                  |              |              |
| Ro-ro               | Evet               | 3,84     | 0,57 | 0,329            | 0,584        | 0,560        |
|                     | Hayır              | 3,78     | 0,51 |                  |              |              |
| Multimodal          | Evet               | 3,93     | 0,48 | 0,313            | <b>2,808</b> | <b>0,006</b> |
|                     | Hayır              | 3,71     | 0,53 |                  |              |              |

Katılımcıların taşımacılık türlerine göre farkındalık ölçeği karşılaştırması tablo 5.8’ de verilmiştir. Katılımcıların genel olarak taşımacılık türlerine göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Fakat, denizyolu ve multimodal kategorilerine göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Denizyolu ile taşımacılık yapanların ortalama puanları yapmayanlardan yüksektir. Multimodal ile taşımacılık yapanların ortalama puanları yapmayanlardan yüksektir.

#### **Elde edilen bulgulara göre;**

Multimodal taşımacılık yapan Lojistik firma çalışanlarının, diğer türlerde taşımacılık yapan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda H4 hipotezimiz desteklenmiştir.

**Tablo 5.9 Katılımcıların Kullandıkları Sistemler ile Müşterilerin Kullandıkları Sistemler Arasındaki Uyum Karşılaştırılması**

| Ölçekler           | Durum      | Ortalama | SS   | F            | p            |
|--------------------|------------|----------|------|--------------|--------------|
| Farkındalık Ölçeği | Evet       | 3,86     | 0,46 | <b>7,040</b> | <b>0,001</b> |
|                    | Hayır      | 3,71     | 0,45 |              |              |
|                    | Bilmiyorum | 3,38     | 0,86 |              |              |

Katılımcıların kullandıkları sistemler ile müşterilerin kullandıkları sistemler arasındaki uyum karşılaştırılması ile farkındalık ölçeği ilişkisi tablo 5.9’ da verilmiştir. Katılımcıların kullandıkları sistemler ile müşterilerin kullandıkları sistemler arasındaki uyum karşılaştırılması ile farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı

bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu karşılaştırma testi Bonferroni sonucunda; uyumlu olanların puanları uyumluluk hakkında bilgi sahibi olmayanların puanlarından yüksek olduğu gözlenmiştir.

**Elde edilen bulgulara göre;**

Müşterileri ve/veya tedarikçileri ile uyumlu/entegre sistemler/yazılımlar kullanıldığını bilen Lojistik firma çalışanlarının, bu konuda bilgi sahibi olmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda H5 hipotezimiz *desteklenmiştir*.

**Tablo 5.10 Kullanılan Ölçeğin Takip Sistemleri Açısından Karşılaştırılması**

| Takip Sistemleri   | Farkındalık Ölçeği |          |      |                  |        |       |
|--------------------|--------------------|----------|------|------------------|--------|-------|
|                    | Durum              | Ortalama | SS   | Levene Testi (p) | t      | p     |
| Depo takip         | Evet               | 3,88     | 0,47 | 0,022            | 2,763  | 0,007 |
|                    | Hayır              | 3,64     | 0,59 |                  |        |       |
| Araç takip         | Evet               | 3,85     | 0,46 | 0,000            | 2,204  | 0,034 |
|                    | Hayır              | 3,56     | 0,70 |                  |        |       |
| Ürün/Hizmet takip  | Evet               | 3,85     | 0,50 | 0,135            | 1,914  | 0,057 |
|                    | Hayır              | 3,68     | 0,56 |                  |        |       |
| Sürücü/Şoför takip | Evet               | 3,85     | 0,57 | 0,550            | 0,964  | 0,336 |
|                    | Hayır              | 3,77     | 0,50 |                  |        |       |
| Hiçbiri            | Evet               | 3,18     | 0,66 | 0,238            | -2,988 | 0,003 |
|                    | Hayır              | 3,82     | 0,51 |                  |        |       |

Katılımcıların takip sistemlerine göre farkındalık ölçeği karşılaştırması tablo 5.10’ da verilmiştir. Katılımcıların genel olarak takip sistemlerine göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Fakat, depo takibi, araç takip sistemlerini tercih edenler ile hiçbirini tercih etmeyenlere göre farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Depo takip ve araç takip sistemlerini tercih edenlerin ortalama puanları etmeyenlerden yüksektir. Hiçbirini tercih etmeyenler ise en az bir sistemi tercih edenlerden ortalama puanı düşüktür.

**Elde edilen bulgulara göre;**

Firmalarında takip/izleme sistemleri/yazılımları kullanılan Lojistik firma çalışanlarının, hiçbir takip/izleme sistem/yazılımları kullanılmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda H6 hipotezimiz *desteklenmiştir*.

**Tablo 5.11 Katılımcıların Otomasyon ve Dijital Teknolojik Uygulamalarının Farkındalık Ölçeği ile Karşılaştırılması**

| Ölçekler           | Durum                                                    | Ortalama | SS   | F     | p     |
|--------------------|----------------------------------------------------------|----------|------|-------|-------|
| Farkındalık Ölçeği | Müşteri sevkiyatlarının (yük, rota,maliyet vb.) yönetimi | 3,86     | 0,47 | 2,739 | 0,045 |
|                    | Saha ve depo (stok kontrolü vb.)yönetimi                 | 3,74     | 0,61 |       |       |
|                    | Paketleme                                                | 3,85     | 0,47 |       |       |
|                    | Lojistik süreçlerin izlenmesi ve güvenliği               | 3,43     | 0,61 |       |       |

Katılımcıların otomasyon ve dijital teknolojik uygulamaları ile farkındalık ölçeği ilişkisi tablo 5.11’ de verilmiştir. Katılımcıların otomasyon ve dijital teknolojik uygulamaları ile farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu karşılaştırma testi örnek sayıları eşit olmadığı için Post Hoc-Sheffe (Gruplar arasında mümkün olan bütün doğrusal kombinasyonların karşılaştırması için Scheffe metodu geliştirilmiş olup; bu metod genel itibariyle, en esnek ve karşılaştırılacak grup sayılarının çok olması durumunda  $\alpha$  hata payını kontrol altında tutabilen (conservative) ve gruptaki gözlem sayılarının eşit olması varsayımını dikkate almayan bir post hoc türü olarak ele alınmaktadır, Scheffe, 1953) uygulandı ve sonucunda; Müşteri sevkiyatlarının (yük, rota,maliyet vb.) yönetimini faydalı görenlerin puanları lojistik süreçlerin izlenmesi ve güvenliği yöntemini faydalı görenlerin puanlarından yüksek olduğu gözlenmiştir.

**Elde edilen bulgulara göre;**

Müşteri memnuniyet hassasiyeti yüksek olan Lojistik firma çalışanlarının Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda H7 hipotezimiz desteklenmiştir.

**Tablo 5.12 Katılımcıların Tercih Ettikleri Dijital Teknolojik Uygulamaların Farkındalık Ölçeği ile Karşılaştırılması**

| Ölçekler           | Durum                | Ortalama | SS   | F     | p     |
|--------------------|----------------------|----------|------|-------|-------|
| Farkındalık Ölçeği | Nesnelerin İnterneti | 3,87     | 0,47 | 4,677 | 0,000 |
|                    | Üç Boyutlu-3D Yazıcı | 3,88     | 0,42 |       |       |
|                    | Artırılmış Gerçeklik | 3,74     | 0,49 |       |       |
|                    | Otonom Araç          | 3,08     | 0,80 |       |       |
|                    | Otonom Robot         | 4,02     | 0,38 |       |       |
|                    | Büyük Veri           | 3,86     | 0,52 |       |       |
|                    | Bulut Lojistik       | 3,77     | 0,33 |       |       |
|                    | Radyo Frekansı-RFID  | 4,05     | 0,92 |       |       |

Katılımcıların tercih ettikleri dijital teknolojik uygulamalar ile farkındalık ölçeği ilişkisi tablo 5.12’ de verilmiştir. Katılımcıların tercih ettikleri dijital teknolojik uygulamaları ile farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu karşılaştırma testi Post Hoc- Sheffe sonucunda; Otonom araç teknolojisini seçenlerin puanları Nesnelerin İnterneti , Üç Boyutlu-3D Yazıcı, Artırılmış Gerçeklik, Otonom Robot ve Büyük Veri puanlarından düşük olduğu gözlenmiştir.

#### Elde edilen bulgulara göre;

Firmalarında kullanılabileceği düşünülen dijital teknolojik uygulamalara (IoT, Otonom Araç, Otonom robot, Artırılmış Gerçeklik, Radyo Frekansı-RFID vb.) göre Lojistik firma çalışanlarının, Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. Bu durumda H8 hipotezimiz desteklenmemiştir.

**Tablo 5.13 Kullanılan Ölçeğin Kullanılan Dijital Teknolojiler ile Karşılaştırılması**

| Dijital teknolojiler | Farkındalık Ölçeği |          |      |                  |               |              |
|----------------------|--------------------|----------|------|------------------|---------------|--------------|
|                      | Durum              | Ortalama | SS   | Levene Testi (p) | t             | p            |
| Nesnelerin İnterneti | Evet               | 3,85     | 0,46 | <b>0,005</b>     | 1,815         | 0,074        |
|                      | Hayır              | 3,67     | 0,64 |                  |               |              |
| Üç Boyutlu-3D Yazıcı | Evet               | 3,98     | 0,59 | 0,239            | 1,473         | 0,142        |
|                      | Hayır              | 3,78     | 0,52 |                  |               |              |
| Artırılmış Gerçeklik | Evet               | 3,91     | 0,67 | 0,078            | 0,727         | 0,468        |
|                      | Hayır              | 3,79     | 0,51 |                  |               |              |
| Otonom Araç          | Evet               | 4,02     | 0,61 | 0,160            | <b>2,029</b>  | <b>0,044</b> |
|                      | Hayır              | 3,77     | 0,51 |                  |               |              |
| Otonom Robot         | Evet               | 4,03     | 0,52 | 0,690            | <b>2,531</b>  | <b>0,012</b> |
|                      | Hayır              | 3,76     | 0,51 |                  |               |              |
| Büyük Veri           | Evet               | 3,88     | 0,40 | <b>0,000</b>     | <b>2,116</b>  | <b>0,036</b> |
|                      | Hayır              | 3,72     | 0,61 |                  |               |              |
| Bulut Lojistik       | Evet               | 3,85     | 0,45 | <b>0,002</b>     | 1,690         | 0,094        |
|                      | Hayır              | 3,71     | 0,61 |                  |               |              |
| Radyo Frekansı-RFID  | Evet               | 3,99     | 0,46 | 0,402            | <b>2,655</b>  | <b>0,009</b> |
|                      | Hayır              | 3,75     | 0,53 |                  |               |              |
| Hiçbiri              | Evet               | 3,34     | 0,75 | <b>0,000</b>     | <b>-3,057</b> | <b>0,006</b> |
|                      | Hayır              | 3,85     | 0,46 |                  |               |              |

Katılımcıların kullanılan dijital teknolojilere göre farkındalık ölçeği karşılaştırması tablo 5.13’ de verilmiştir. Katılımcıların kullanılan dijital teknolojilere göre farkındalık ölçeği puanları arasında genel olarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır

( $p>0,05$ ). Fakat, otonom araç, otonom robot, büyük veri ve radyo frekansı-RFID kullananlar ve hiçbirini kullanmayanlar ile farkındalık ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır( $p<0,05$ ). Otonom araç, otonom robot, büyük veri ve radyo frekansı-RFID kullananların ortalama puanları kullanmayanlardan yüksektir. Hiçbirini tercih etmeyenler ise en az bir sistemi tercih edenlerden ortalama puanı düşüktür. Hiçbirini kullanmayanların ortalama puanı ise en az bir sistemi kullananlardan düşüktür.

**Elde edilen bulgulara göre;**

**H9:** Firmalarında dijital teknolojik uygulamalar (IoT, Otonom Araç, Otonom robot, Artırılmış Gerçeklik, Radyo Frekansı-RFID vb.) kullanılan Lojistik firma çalışanlarının, hiçbir dijital teknoloji kullanılmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumda H9 hipotezimiz desteklenmiştir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde işletmeler yönetim alanındaki yeni uygulamalar ve sahip oldukları teknolojik altyapı ile rekabet gücü elde etmeye çalışsalar da en önemli kaynakları entelektüel sermaye olarak insan kaynağıdır. İşletmelerde tüm yönetim ve teknoloji sistemlerinin uygulayıcısı; bilgisi, tecrübesi ve yetenekleriyle insan olduğu için işletmelerin en değerli varlığı da çalışanlarıdır (Doğan, Elçi ve Murat, 2019). Dünya genelinde yaşanan gelişmeler doğrultusunda müşterilere sunulan hizmetler ve mallar sınırları aşmış ve küreselleşme kavramıyla birlikte ticaret uluslararası bir noktaya gelmiştir. Neredeyse tüm dünyada geline bu süreçte pazarlama faaliyetlerinin artması ve çeşitlenmesi ve teknolojik altyapının hızlı gelişmesi sayesinde zaman ve yerden bağımsız olarak müşteriler tarafından hizmet ve/veya mallar talep edilebilmekte ve talep edilen bu mal ve/veya hizmetler güvenli ve hızlı bir şekilde alıcılara ulaştırılabilmektedir. İşte süregelen bu döngüde yani satıcıdan talep edilenin alıcıya ulaştırılması sürecinde üreticilerin ve tedarikçilerin sahip olabilecekleri en önemli rekabet güçlerinden bir tanesi olan lojistik hizmetinin; müşteri beklentilerini karşılayacak şekilde hızlı, güvenli ve esnek olması sürdürülebilir rekabet açısından çok önemli bir güç haline gelmiştir. Bundan dolayı gerçekleştirdiğimiz çalışmada; yukarıda belirtildiği üzere günümüz dünyasında işletmelerin en önemli rekabet gücü insan kaynağı olduğu için Endüstri 4.0 dijital teknolojinin etkisiyle lojistik firmalarındaki dijital dönüşümün sağlayıcısı olan Lojistik 4.0'ın, lojistik firma çalışanları tarafından uygulanma seviyesi ile algılanma düzeyinin ölçülmesi amaçlanmıştır.

Çiçekli (2020) çalışması sonucunda Ankara Lojistik Üssü' nün Lojistik 4.0 konusunda belli bir farkındalık düzeyine ulaşıldığı ancak, Lojistik 4.0 ile ilgili yürütülen çalışmaların (ar-ge, yatırım, eğitim vb.) geliştirilmesi gereken alanlar olarak tespit etmiştir. Ayrıca insan kaynağı ve eğitimin önemine vurgu yapılmış, Lojistik 4.0' a ilişkin bütün lojistik sektörünün farkındalığı ve bilgi düzeyinin artması gerektiğini belirtmiştir. Uygulama düzeyi açısından değerlendirildiğinde ise; firmaların neredeyse yarısının paydaşları ile entegre sistemler kullanmadığı, %75' inin ürün takip sistemi bulunmadığı, %20' sinin ise herhangi bir dijital teknoloji kullanmadığı sonucuna ulaşmıştır. Firmaların en çok kullandığı dijital teknoloji “Büyük Veri” olmuş ve “Otonom Robot” uygulamasını kullanan firma bulunamamıştır. Ankete katılan firmalar dijital teknolojik uygulamalardan en çok “lojistik süreçlerin izlenmesi ve güvenliği” açısından faydalı olacağını ve en çok

kullanılabilecek dijital teknolojik uygulamalar sırasıyla; “Bulut Lojistik, Nesnelerin İnterneti, Otonom Robot ve Büyük Veri” olmuştur.

Bu araştırmada elde edilen bulgular sonucunda ise; büyük ölçekli firma çalışanlarının (250+ çalışan sayısına sahip), Küçük ve Orta Büyüklükteki firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir. İhracat ve İthalat yapan firma çalışanlarının sadece yurtiçi hizmet veren firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Otomotiv sektöründe taşımacılık yapan Lojistik firma çalışanlarının, diğer sektörlerde taşımacılık yapan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Multimodal taşımacılık yapan Lojistik firma çalışanlarının, diğer türlerde taşımacılık yapan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu görülmekle birlikte “denizyolu” ile taşımacılık yapanların ortalama puanları her ne kadar multimodal taşımacılık yapan firma çalışanlarından yüksek değilse de diğer taşımacılık türlerini kullanan lojistik firma çalışanlarından yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgu oldukça manidardır. Çünkü denizyolu taşımacılığı uluslararası ticarete lojistik faaliyetleri açısından ihracat ve/veya ithalat faaliyetleri gerçekleştiren lojistik firmaları tarafından en çok tercih edilen taşımacılık türlerinden biridir, elde edilen bulgularımızdan olan İhracat ve İthalat yapan firma çalışanlarının sadece yurtiçi hizmet veren firma çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olması ile ilişkilendirilebilir.

Müşterileri ve/veya tedarikçileri ile uyumlu/entegre sistemler/yazılımlar kullanıldığını bilen Lojistik firma çalışanlarının, bu konuda bilgi sahibi olmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Firmalarında takip/izleme sistemleri/yazılımları kullanılan Lojistik firma çalışanlarının, hiçbir takip/izleme sistem/yazılımları kullanılmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Müşteri memnuniyet hassasiyeti yüksek olan Lojistik firma çalışanlarının Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Firmalarında kullanılabileceği düşünülen dijital teknolojik uygulamalara (IoT, Otonom Araç, Otonom Robot, Artırılmış Gerçeklik, Radyo Frekansı-RFID vb.) göre Lojistik firma çalışanlarının, Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. Firmalarında dijital teknolojik uygulamalar (IoT, Otonom Araç, Otonom Robot, Artırılmış Gerçeklik, Radyo Frekansı-RFID vb.) kullanılan Lojistik

firma çalışanlarının, hiçbir dijital teknoloji kullanılmayan lojistik çalışanlarına göre Lojistik 4.0 konusundaki farkındalık düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Firmalarında katma değeri yüksek dijital teknolojik uygulamalara sahip lojistik çalışanlarının farkındalığının yüksek olması değerlendirildiğinde; iletişim altyapısı ve IT yatırımlarına ve bu teknolojik yatırımların kullanılması imkânına sahip olan lojistik firma çalışanlarının IT ve bağlı olan diğer teknolojik gelişmeleri daha yakından takip edebildiği ve bununla birlikte içinde bulundukları iş süreçleri açısından daha fazla teknolojik imkân ve kabiliyete sahip olduğu kanaatine varılabilir.

Lojistik faaliyetlerin temel taşlarından ve en önemlilerinden bir tanesi olan depolama hizmetlerinde Lojistik 4.0 uygulamalarının kullanılmaya başlanmasıyla; insan hatalarından kaynaklı olumsuzlukların (ürün zarar görmesi, yanlış ürün sevkiyatı, zaman kaybı, son tüketim tarihlerine dikkat edilmemesi vb.) önüne geçilebilir. Akıllı depolama sistemlerinin depo-depolama hizmetlerinde kullanılması sonucunda depo alanları daha verimli kullanılabilir, insan kaynaklı hatalar minimize edilebilir, depolama maliyetleri ve çalışma süreleri azalabilir ve depo içi süreçlerin hızlanması ile sevkiyatlarda hız kazandırabilir. Depo ve depolama özelinde lojistik faaliyetlerin Covid 19 pandemi süresince özellikle aşılardan saklanmasıyla sevkiyatlarına kadar ne denli önemli olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra büyük kriz zamanlarında kısıtlamalar nedeni ile izole bir şekilde yaşamak zorunda olduğumuz bu dönemlerde teknoloji ile beraber lojistik faaliyetler toplumlar için can simidi görevi görmüş ve yaşamsal faaliyetler devam edebilmiştir.

Akıllı ürünlerin yanı sıra akıllı hizmetlerinde lojistik süreçlere dahil edildiği Lojistik 4.0 olarak adlandırılan “Akıllı Lojistik veya Dijital Lojistik”, dijital ve teknolojik uygulamaların kullanılmasıyla lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde izlenebilirliği sağlamıştır. Yeni teknolojiler ile birlikte günümüz lojistik hizmetlerine dinamik ve esnek çözümler sağlamakla birlikte “tam zamanında” lojistik hizmetlerini daha verimli getirmektedir. Ayrıca lojistik süreçlerde insan faktörü etkisi azalarak, kaynakların daha verimli kullanılması sağlanmaktadır.

**Yöneticilere Öneriler;** çalışmamızdan elde edilen bulgular doğrultusunda yöneticilere de birtakım önerilerde bulunulabilir: Lojistik 4.0 uygulamaları birden fazla paydaşları olan ve kullanıcılarıyla birlikte bir teknolojik ağ ekosistemi olarak düşünüldüğünde, lojistik firmalarının sunacağı hızlı, güvenli, erişilebilir ve müşteri beklentilerini esnek bir şekilde karşılayabilecek hizmetler açısından günümüz dünyasının

katı rekabet koşullarında lojistik firmalarının varlığını sürdürebilmesi için çok önemli bir hale geldiği belirtilebilir. Bu nedenle her ne kadar teknolojik yatırımlar işletmeler açısından maliyetli olarak görülüyor olsa da bu yatırımların gelecek süreçte işletmeleri avantajlı duruma getirebilecektir. Bunun yanında lojistik firma çalışanlarının iş yapış süreçlerine sağlayabileceği katkılar sayesinde, sorumluluğu ve iş yükü stresli ve rekabetçi olabilen lojistik sektörü çalışanlarının bir sinerji oluşturabilmesine ve motivasyonlarını artırabilmesine olanak sağlayabilecektir. Bu bağlamda lojistik firma yöneticilerinin gerek Lojistik 4.0 teknolojisine yatırım süreçleri gerekse çalışanlarının bu teknolojileri kullanabilmesine ve farkındalığının oluşmasına yönelik kararlar alması, lojistik faaliyetlerinin hangi aşamasında yer aldığına bakılmaksızın sağlıklı büyüme ve rekabet edebilme açısından firmalarına birçok avantaj sağlayabilecektir.

**Araştırmacılara Öneriler;** geleceğe yönelik olarak, araştırmamızdaki bağımlı değişkenimiz olan “Lojistik 4.0 hakkında lojistik firma çalışanların farkındalığı” yalnızca tedarikçi veya üretici lojistik firma çalışanları üzerinde test edilebilir. Bir başka değerlendirme olarak faaliyet çeşitliliği sadece ihracat veya sadece ithalat olan lojistik firma çalışanları üzerinde Lojistik 4.0 farkındalığı araştırılabilir. Bir diğer çalışma olarak Lojistik 4.0 uygulamalarının lojistik sektör çalışanlarının iş tatminini ve motivasyonunu nasıl etkilediği incelenebilir. Akademik bütün araştırmalarda olabileceği üzere, araştırmamızın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Araştırmamızdaki en önemli kısıtlılık içinde bulunulan pandemi süreci ve bu sürecin hayatın her alanında olduğu gibi araştırma sürecinde de etkilerinin görülmesidir. Bir diğer kısıtlılık ise örneklemin sadece İstanbul merkezli lojistik firma çalışanlarından oluşmasıdır. Bir çalışma olarak çok kültürlü yapıya sahip çok uluslu firmaların çalışanlarından oluşan örneklem seçilmesi durumunda literatüre katkı sağlayabilecek özgün bulgular elde edilebileceği düşünülmektedir.

**Sonuç olarak;** çalışmamızda Lojistik 4.0’ın, lojistik firma çalışanları tarafından uygulanma seviyesi ile algılanma düzeyinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Dünya üzerindeki uluslararası ticaret hacmi ve buna bağlı olarak lojistik hizmetlerinin hacmi, Endüstri 4.0’ın öncülüğünde Lojistik 4.0 uygulamaları ile birlikte günümüzde ve gelecekte ilgi çekmeye devam edeceğinden özellikle bulunduğu coğrafi ve jeopolitik konumundan dolayı büyük bir potansiyele sahip Türkiye’de lojistik sektörü ekonomik anlamda ülke ekonomisi içerisinde anlamlı bir paya sahip olmaya devam edebilecektir. Bu doğrultuda, bundan sonra bu alanda yapılacak çalışmaların, bu araştırmanın sonuçları ile birlikte, yol gösterici olması beklenmektedir.

# KAYNAKÇA

- (1) Adıgüzel, S. (2019). *Lojistik 4.0*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- (2) Alkış, G., Piritini, S., ve Ertemel, A. (2020). Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimliliğe Etkisi. *Business & Management Studies An International Journal*, 371-395. <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1341>.
- (3) Alnıpak, S., ve Alkan, G. (2017, Kasım 2). Sanayi 4.0' ın Lojistik Ve Limancılık Sektörüne Etkileri. 3. *Limani Kongresi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi. Doi: 10.18872/DEU.df.ULK.2017.006.
- (4) Arvento. (2021, Mart 17). *Araç Takip Nedir ?* Arvento Mobile Systems: <https://www.arvento.com/tr/arac-takip-nedir> adresinden alındı.
- (5) Ateş, İ. (2010). Türkiye' de Lojistik Hizmetlerinin Gelişiminin İhracattaki Büyümeye Etkileri. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 99-106.
- (6) Aydemir, H. (2016). Türkiye' de Boru Hattı Ulaştırması: Genel Durumu, Uluslararası Karşılaştırmalar ve Hedef ile Politikalara Yönelik Öneriler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 400-408. Doi: 10.21205/deufmd.2016185409.
- (7) Bakkal, M., ve Demir, U. (2011). *Lojistik Yönetimi ve E- Lojistik*. İstanbul: Hiperlink.
- (8) Balcı, M., ve Göcen, C. E. (2017). *Uluslararası Politik Ekonomi*. İstanbul: Savaş Yayınevi.
- (9) Bozkurt Keser, S., Sarıççek, İ., ve Yazıcı, A. (2020). İç Lojistikte Otonom Robotlar İçin Görev Planlaması. *ESOGÜ Müh. Mim. Fak. Derg.*, 117-127.
- (10) Britannica, T. E. (2020). *Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Thurn-and-Taxis-postal-system>: <https://www.britannica.com/topic/Thurn-and-Taxis-postal-system> adresinden alındı.
- (11) Bulut, E., ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 Ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 50 - 72.
- (12) Büyüközkan, G., ve Güler, M. (2019). Lojistik 4.0 Teknolojilerinin Analizi için Metodolojik Yaklaşım. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 21-47.
- (13) CSCMP. (2020). *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*. Council of Supply Chain ManagementProfessions:[https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx) adresinden alındı.
- (14) Çevik, O., ve Bayezid, G. (2011). Lojistik Faaliyetlerin Çevresel Sürdürülebilirliği ve Marco Polo Programı . *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 13, 35-44.
- (15) Çiçekli, S. (2018). Sanayi 4.0' ın Lojistik Sektörüne Etkileri. *Kalkınmada Anahtar Verimlilik - T.C. Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı* , 45-50.
- (16) Daimler. (2021, Mayıs 14). *Otonom sürüşün öncüsü. Mercedes-Benz Future Truck 2025*. DAIMLER: <https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/mercedes-benz-future-truck.html> adresinden alındı.
- (17) Dede, B. (2020). Lojistik Hizmetler Etkin Depo Yönetimi ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama.(Doktora tezi) İstanbul.

- (18) Demirci, E. (2010). *Lojistik İlkeleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- (19) DHL. (2020). *The Logistics Trend Radar 5th Edition*. DHL.
- (20) Dinçel, S. (2016). *Lojistik Yönetimi ve Girişimcilik*. İstanbul: Hiperlink.
- (21) Doğan, B., Elçi, M., ve Murat, G. (2019). Örgütsel İletişimin ve İşyeri Arkadaşlıklarının Psikolojik Güçlendirmeye Olan Etkileri: Bir Kamu Kurumunda Ampirik Bir Çalışma. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38.
- (22) Ecommerce, P. (2021, Haziran 3). *8 Commercial Drone Delivery Companies*. Practical Ecommerce: <https://www.practicalecommerce.com/8-commercial-drone-delivery-companies> adresinden alındı.
- (23) Edwards, D. (2021, Mayıs 18). *Amazon now has 200,000 robots working in its warehouses*. Robotics & Automation News: <https://roboticsandautomationnews.com/2020/01/21/amazon-now-has-200000-robots-working-in-its-warehouses/28840/> adresinden alındı.
- (24) Edwards, D. (2021, Mayıs 12). *Ike Robotics, DHL, Ryder ve NFI' ye 1.000 otonom kamyon tedarik edecek*. Robotics ve Automatin: <https://roboticsandautomationnews.com/2020/09/01/ike-robotics-to-supply-1000-autonomous-trucks-to-dhl-ryder-and-nfi/35809/> adresinden alındı.
- (25) Euronews. (2021, 05 21). *Boston Dynamics' ten yeni robot: Konteynerleri artık "Stretch" doldurup boşaltacak*. Euronews: <https://tr.euronews.com/2021/03/29/boston-dynamics-ten-yeni-robot-konteynerleri-art-k-stretch-doldurup-bosaltacak> adresinden alındı.
- (26) Exastax. (2021, Nisan 10). *Lojistik Sektörü Büyük Veriden Nasıl Yararlanıyor? Büyük Veri*. Exastax: <https://www.exastax.com.tr/buyuk-veri/lojistik-buyuk-veriden-nasil-yararlaniyor/> adresinden alındı.
- (27) FedEx. (2021, Haziran 01). *Delivering the Future: FedEx Unveils Autonomous Delivery Robot*. FedEx News Room: <https://newsroom.fedex.com/newsroom/thefuturefedex/> adresinden alındı.
- (28) Floyd, R. (2021, Mart 14). *RFID in Transportation*. engineering.com: <https://www.engineering.com/story/rfid-in-transportation> adresinden alındı.
- (29) Geek+. (2021, Mayıs 14). *Akıllı Lojistik ile Değer Yaratmak*. geekplus.com: <https://www.geekplus.com/> adresinden alındı.
- (30) Gönçer Demiral, D. (2021). Endüstri 4.0' ın Lojistik Boyutu: Lojistik 4.0. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 231-251. DOI: 10.21733/ibad.838751.
- (31) Görçün, Ö. F. (2017). *Depo ve Envanter Yönetimi Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi Boyutlarıyla*. İstanbul: BETA.
- (32) Görçün, Ö. F. (2018). Lojistikte Teknoloji Kullanımı ve Robotik Sistemler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 351-368.
- (33) Gülenç, İ. F., ve Karagöz, B. (2008). E-Lojistik ve Türkiye' de E-Lojistik Uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (15)*, 73-91.
- (34) Gümüş, S. (2013). Lojistik Sektörünün Türk Ekonomisine Katkıları ve Bir Araştırma. *Akademik Platform*, 302-324. <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v1i3.47>.
- (35) İlhan, R. (2021, Nisan 26). *Nike / Otonom Mobil Robot Uygulaması*. Otonom Fabrika:

<https://www.otonomfabrika.com/nike-otonom-mobil-robot-uygulamasi/> adresinden alındı.

- (36) Kabadayı, N. (2010). *Depo Tasarımı ve Yönetimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- (37) Kablan, A. (2018). Endüstri 4.0, "Nesnelerin İnterneti" - Akıllı İşletmeler ve Muhasebe Denetimi. *Süleyman Demirel Fakültesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 1561-1579.
- (38) Kalkınma Bakanlığı. (2018). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) Lojistik Hizmetlerin Geliştirilmesi Özel İhtisas Komisyon Raporu*. Ankara: Kalkınma Bakanlığı.
- (39) Kamber, E., ve Sönmeztürk Bolatan, G. (2019). Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 836 - 847. DOI:10.20875/makusobed.630453.
- (40) Karagöz, B., ve Bumin Doyduk, H. (2020). Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmaların Bakış Açısı. *İnsan & İnsan*, 37 - 51. DOI:10.29224/insanveinsan.513453.
- (41) Kayapınar, S. (2017). Endüstri 4.0' ın Dünyü, Bugünü ve Yarını: Lojistik Sektörü. 4. *Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı*. TUNCELİ: Munzur Üniversitesi, Fırat Kalkınma Ajansı.
- (42) Keçeci, A. (2020, 11 28). *Türkiye' de Karayolu Taşımacılığı*. Türkiye Cumhuriyeti Dış İşleri Bakanlığı: [http://www.mfa.gov.tr/turkiye\\_de-karayolu-tasimaciligi-.tr.mfa#:~:text=Y%C3%BCK%20ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20alan%C4%B1nda%20karayolu%20kullan%C4%B1m,ise%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20%25%2045'tir.](http://www.mfa.gov.tr/turkiye_de-karayolu-tasimaciligi-.tr.mfa#:~:text=Y%C3%BCK%20ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20alan%C4%B1nda%20karayolu%20kullan%C4%B1m,ise%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20%25%2045'tir.) adresinden alındı.
- (43) Kent, E. (2020, Aralık 14)Endüstrinin Gelişimine Bakış.<https://www.endustri40.com/endustrinin-gelisimine-bakis/>
- (44) Keskin, H. (2015). *Kavramlar, Prensipler ve Uygulamalar Lojistik El Kitabı Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- (45) Koçak, D. (2020). Lojistiğin Tarihsel Gelişimi: Askeri Gereksinimden İşletme Lojistiğine ve Tedarik Zinciri Yönetimine Evrilme Süreci. *Journal of Yasar University*, 246-258. ORCID: 0000-0002-3077-0706.
- (46) MEB. (2018). *Mesleki ve Teknik Eğitimde Endüstri 4.0 Dönüşümü*. Ankara: Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü.
- (47) MÜSİAD. (2017). *Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği - 2017 Lojistik Sektör Raporu*. İstanbul: MÜSİAD.
- (48) Nunnally, J. (1978). *Psychometric Theory: 2d Ed. McGraw-Hill*.
- (49) Orhan, O. Z. (2014). *Dünyada ve Türkiye' de Lojistik Sektörünün Gelişimi* (s. 11). içinde İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- (50) Otomasyon. (2021, Şubat 12). *Rfid mi ? Barkod mu ?* Otomasyon Türkiye' nin Otomasyon Dergisi: <http://otomasyondergisi.com.tr/arsiv/yazi/rfid-mi-barkod-mu/> adresinden alındı.
- (51) Önden, İ. (2018). İnsansız Lojistik Ağlarının Geleceğinin Değerlendirilmesi. *TÜBİTAK TÜSSİDE*, 1-8.
- (52) Özdemir, A., ve Özgüner, M. (2018). Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Etkileri: Lojistik 4.0. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 39-47. DOI: <https://doi.org/10.32479/iicd.147>.

- (53) Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 41-64.
- (54) Öztemel, E., ve Gürsev, S. (2018). Türkiye' de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 145-154. DOI:10.7240/marufbd.408560.
- (55) Öztürk, A. (2011). Etkin Depo Yönetimi ve Lojistik Depoların Etkin Depo Stratejileri Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul.
- (56) Peloton. (2021, Mayıs 14). *Kamyon Talımcılığı Endüstrisi İçin Daha İyi Bir Gelecek İnşa Etmek*. Peloton: <https://peloton-tech.com/autofollow/> adresinden alındı.
- (57) Saatçioğlu, Ö. Y. (2006). RFID Teknolojisi: Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, s. 24-35.
- (58) Saatçioğlu, Ö. Y., Tuğdemir Kök, G., ve Özispa, N. (2018). Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Yansımalarının Örnek Olay Kapsamında Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1675-1696.
- (59) Sayın, A. A., ve Barman, H. (2020, Nisan 30). Depo Tasarımı ve Sistemlerinin Gıda Sektöründe Uygulanması. *Turkish Studies - Social Science*, 1446-1455. Turkish Studies - Social Sciences. adresinden alındı.
- (60) Shao, A. (2002). *Marketing Research: An Aid to Decision Making*. Cincinnati: Ohio: South-Western/Thomson Learning.
- (61) Scheffe, H. (1953). A method of judging all contrasts in the analysis of variance. *Biometrika*, 40, 87-104.
- (62) Sputnik. (2020, Nisan 8). *Sputnik Türkiye*. Sputnik Türkiye: <https://tr.sputniknews.com/dunya/202004081041784848-dunya-ticaret-orgutunden-kuresel-ticarette-dususbeklentisi/#:~:text=%22K%C3%BCresel%20mal%20ticaret%20hacmi%2C%20bir,18%2C89%20trilyon%20dolar%20oldu> adresinden alındı.
- (63) Şekkeli, Z. H., ve Bakan, İ. (2018 b). Akıllı Fabrikalar. *Journal of Life Economics*, 203 - 220. DOI:10.15637/jlecon.270.
- (64) Şekkeli, Z. H., ve Bakan, İ. (2018). Endüstri 4.0' ın Etkisiyle Lojistik 4.0. *Journal of Life Economics*, 17-36. Doi:10.15637/jlecon.247.
- (65) Tanyaş, M., ve Baskak, M. (2012). Farklı Açılardan Depoların Sınıflandırılması. *Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi 10-12 Mayıs 2012 Konya*. Konya.
- (66) Tanyaş, M., ve Düzgün, M. (2014). *Depo Yönetimi Depo Depolama Sistemlerinin Otomasyonu ve Organizasyonu*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- (67) TDK. (2020). Türk Dil Kurumu: <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı.
- (68) Tesla. (2021, Mayıs 12). *Semi*. Tesla: <https://www.tesla.com/semi> adresinden alındı.
- (69) Torun, İ. (2003). Endüstri Toplumu'nun Oluşmasında Etkili Olan İktisadi ve Sina-i Faktörler. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 181-196.
- (70) Tseng, Y.-y., ve Yue, W. L. (2005). The Role Of Transportation In Logistics Chain. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* (s. 1657-1672). içinde Australia: University

of South Australia.

- (71)Tuna, O. (2017, 03 28). *Lojistikte Depolama Süreçleri*. Utikad: <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/14693/lojistikte-depolama-surecleri> adresinden alındı.
- (72) Tunç, H., ve Kaya, M. (2016). Türkiye' de Lojistik Sektörünün Gelişmesinde Dış Ticaretin Rolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 59.
- (73) Tutar, H., Terzi, D., ve Tınmaz, G. (2018). Türkiye' nin "VİZYON 2023" Stratejisi ile Almanya' nın "2025" Stratejik Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeleri İtibariyle Kaşılaştırılması. *Journal EMI Dergisi*, 195-212.
- (74) TÜBİTAK. (2016). *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*. Ankara: TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı.
- (75) UTİKAD. (2012, 12 05). *Bir Bakışta: Antrepolar*. UTİKAD: <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/10496/bir-bakista:-antrepolar> adresinden alındı.
- (76) UTİKAD. (2019). *Lojistik Sektör Raporu 2019*. İstanbul: Radika Matbaa Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.
- (77)UTİKAD. (2020, Ocak 24). *Lojistikçilerin Sesi*. Lojistikçilerin Sesi: <https://www.lojistikcilerinsesi.biz/2020/01/24/utikad-lojistik-sektoru-raporu-2019da-dikkat-cekten-analizler-yer-aldi/> adresinden alındı.
- (78) Varol, N. B. (2009). Dış Ticaret İşletmelerinde, Lojistik Uygulamalar Açısından, Depo ve Antrepo Yönetimi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul.
- (79) VOLVO. (2021, Mayıs 14). *Vera' nın ilk görevi: Volvo Trucks, bir lojistik merkezi ile liman arasında otonom bir taşımacılık sunuyor*. Volvo Group: <https://www.volvogroup.com/en/news-and-media/news/2019/jun/news-3336083.html> adresinden alındı.
- (80) Wolff, R. A., ve Yıldız, D. (2018). Türkiye'de Lojistik Yönetimindeki Gelişmeler: Stratejik Bir Bakış Açısı. *Social Sciences Research Journal*, 187-198.
- (81) Yalın Enstitü. (2020, Haziran 1). *Yalın Depo Yönetimi*. Yalın Enstitü: <https://lean.org.tr/yalin-depo-yonetimi/> adresinden alındı.
- (82) Yandex. (2021, Haziran 01). *Yandex'in teslimat robotu Yandex.Rover test sürüşlerine başladı*. Yandex: [https://yandex.com.tr/company/press\\_center/press\\_releases/2019/yandex-in-teslimat-robotu-yandex-rover-test-suru-lerine-ba-lad](https://yandex.com.tr/company/press_center/press_releases/2019/yandex-in-teslimat-robotu-yandex-rover-test-suru-lerine-ba-lad) adresinden alındı.
- (83) Yelis, B. (2021, Ocak 28). *RFID Teknolojileri ve Endüstriyel Uygulamaları*. Türkiye' nin Endüstri 4.0 Platformu: <https://www.endustri40.com/rfid-teknolojileri-ve-endustriyel-uygulamalari/> adresinden alındı.
- (84) Yılmaz, Ü., ve Duman, B. (2019). Lojistik 4.0 Kavramına Genel Bir Bakış: Geçmişten Bugüne Gelişim ve Değişimi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 186-200.

## **A. BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURUL KARARI**



## **B. ENDÜSTRİ 4.0' IN ETKİSİYLE DEPO YÖNETİMİ VE LOJİSTİK: LOJİSTİK 4.0' IN İSTANBUL BÖLGESİNDE UYGULANMA SEVİYESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Değerli katılımcı; Bu anket Beykoz Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü - Uluslararası Ticaret ve Lojistik bölümünde öğrenim gören ve aynı zamanda [REDACTED] ne bağlı [REDACTED] personeli olarak çalışan Cengizhan SEZGİN' in Yüksek Lisans tezinde yararlanılmak amacıyla yapılmaktadır.

Buradan elde edilecek veriler sadece çalışmanın amacı doğrultusunda kullanılacak olup, kişi/firma isimleri ile bilgileri hiçbir şekilde üçüncü şahıslarla paylaşılmayacak ve gizli tutulacaktır.

İlginiz ve yardımlarınız için çok teşekkür eder ve saygılarımızı sunarız.

Dr. Neslihan BALCI VAROL

BEYKOZ Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü

Not: Ankete katılım gönüllülük esastır. Sorularınızı [REDACTED]

posta adresine iletebilirsiniz.

\* Gerekli

### **BÖLÜM 1/3 – GENEL BİLGİLER**

**1. Firmanızda kaç kişi çalışmaktadır? \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

- 0-9
- 10-49
- 50-249
- 250+

**2. Lojistik hizmeti verdiğiniz ticari faaliyetler hangileridir ? \*** (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- Yurtiçi ticaret
- İhracat
- İthalat

**3. Lojistik hizmeti verdiğiniz sektörler hangileridir ? \*** (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

Otomotiv  
Tekstil  
Makine  
Gıda  
İnşaat  
Diğer

**4. Kullandığınız taşımacılık türleri hangileridir? \*** (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

Karayolu  
Demiryolu  
Havayolu  
Denizyolu  
Ro-ro  
Multimodal

## **BÖLÜM 2/3 – FARKINDALIK DÜZEYİ SORULARI**

**5. Lojistik 4.0 hakkındaki bilgi düzeyinizi belirtiniz. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Hiç Bilmiyorum  
Bilmiyorum  
Biraz Biliyorum  
Biliyorum  
Çok İyi Biliyorum

**6. Firmanızda Lojistik 4.0 ile ilgili çalışmalar (strateji, Ar-Ge, yatırım, eğitim vb.) yürütülüyor. (\*Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)**

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**7. Lojistik 4.0 ile stok maliyetleri düşecektir. (\*Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)**

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**8. Lojistik 4.0 ile lojistik süreçler hızlanacak, verimlilik ve karlılık artışı olacaktır. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum

Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**9. Lojistik 4.0'daki akıllı, otonom ve dijital teknolojik uygulamaların yatırım maliyeti yüksektir. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**10. Firmamız Lojistik 4.0' a yatırım yaparsa uzun vadede karlı çıkar. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**11. Lojistik 4.0 ile yük taşımada iş gücü kullanımı azalacaktır. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**12. Lojistik 4.0 ile sektörde teknoloji yetkin çalışan sayısı artacaktır. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**13. Lojistik 4.0 ile müşteriler ve tedarikçilerle uyumlu entegre sistemler kullanılmalıdır. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum  
Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum

**14. Lojistik 4.0' a uyum için firmaların tek başına çaba göstermeleri yeterli değildir. \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Kesinlikle Katılmıyorum  
Katılmıyorum

Biraz Katılıyorum  
Katılıyorum  
Kesinlikle Katılıyorum  
Kesinlikle Katılmıyorum

### BÖLÜM 3/3 – UYGULAMA DÜZEYİ SORULARI

**15. Kullandığınız sistemler/yazılımlar (depo yazılımı vb.) ile müşterilerinizin ve tedarikçilerinizin kullandıkları arasında entegrasyon/uyum var mı? \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Evet  
Hayır  
Bilmiyorum

**16. Firmanızda hangi takip/izleme sistemlerini/yazılımlarını kullanıyorsunuz? \*** (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

Depo takip  
Araç takip  
Ürün/Hizmet takip  
Sürücü/şoför takip  
Hiçbiri

**17. Firmanızda aşağıdaki dijital teknolojik uygulamalardan hangileri kullanılıyor? \*** (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

Nesnelerin İnterneti (tüm varlıkları farklı cihazlardan anlık izleme için web tabanlı uygulamalar vb.)  
Üç Boyutlu-3D Yazıcı (3D modelleme ve üretim ile uzak bölgelere teslimat, yedek parça vb.)  
Artırılmış Gerçeklik (akıllı gözlük, mobil bakım/tamir uygulamaları vb.)  
Otonom Araç (kendi kendini süren araçlar, forkliftler, teslimat robotları, dronlar vb.)  
Otonom Robot (depolardaki taşıyıcı veya seçici robotlar, yapay zeka uygulamaları vb.)  
Büyük Veri (anlık sevkiyat, hava, trafik bilgisi vb. ile dinamik ve optimize araç rotalama ve teslimat planlama vb.)  
Bulut Lojistik (istenilen her yerden 7/24 her zaman verilere ulaşmayı sağlayan web tabanlı platformlar vb.)  
Radyo Frekansı-RFID ve Akıllı Sensörler (otomatik tanımlama ve depolama, akıllı konteynır, lastiklerin anlık durumunu tespit etme, sensör uygulamaları vb.)  
Hiçbiri

**18. Otomasyon ve dijital teknolojik uygulamaların firmanız açısından en çok hangi alanda faydalı olacağını düşünüyorsunuz? \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Müşteri sevkiyatlarının (yük, rota, maliyet vb.) yönetimi  
Saha ve depo (stok kontrolü vb.) yönetimi  
Paketleme

Lojistik süreçlerin izlenmesi ve güvenliği

**19. Firmanızda aşağıdaki dijital teknolojik uygulamalardan en çok hangisinin kullanılabileceğini düşünüyorsunuz? \*** (Yalnızca bir şıkkı işaretleyin)

Nesnelerin İnterneti (tüm varlıkları farklı cihazlardan anlık izleme için web tabanlı uygulamalar vb.)  
Üç Boyutlu-3D Yazıcı (3D modelleme ve üretim ile uzak bölgelere teslimat, yedek parça

vb.)

Artırılmış Gerçeklik (akıllı gözlük, mobil bakım/tamir uygulamaları vb.)

Otonom Araç (kendi kendini süren araçlar, forkliftler, teslimat robotları, dronlar vb.)

Otonom Robot (depolardaki taşıyıcı veya seçici robotlar, yapay zeka vb.)

Büyük Veri (anlık sevkiyat, hava, trafik bilgisi vb. ile dinamik ve optimize araç rotalama ve teslimat planlama vb.)

Bulut Lojistik (istenilen her yerden 7/24 her zaman verilere ulaşmayı sağlayan web tabanlı platformlar vb.)

Radyo Frekansı-RFID ve Akıllı Sensörler (otomatik tanımlama ve depolama, akıllı konteynır, lastiklerin anlık durumunu tespit etme, sensör uygulamaları vb.)

Hiçbiri

**20. Lütfen Lojistik 4.0 veya anket ile ilgili ilave görüş ve önerilerinizi belirtiniz.**



# ÖZGEÇMİŞ

**Cengizhan SEZGİN**

## KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Cengizhan SEZGİN  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : [REDACTED]  
**E mail** : [REDACTED]

## EĞİTİM DURUMU

**(2018-2021)** : Beykoz Üniversitesi, Lisansüstü Programlar Enstitüsü,  
Uluslararası Ticaret ve Lojistik, İSTANBUL  
**(2012-2013)** : Lisans, Comenius University in Bratislava, Sosyal ve Ekonomik  
Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler, BRATİSLAVA  
**(2008-2013)** : Lisans, Sakarya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,  
Uluslararası İlişkiler, SAKARYA  
**(2002-2006)** : Lise, Dadaloğlu Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi, ADANA

## İŞ DENEYİMİ

| Yıl        | Yer                                    |
|------------|----------------------------------------|
| 2013       | Swiss Post Solutions S.R.O. Bratislava |
| 2016-Halen | [REDACTED]                             |

## YABANCI DİL

İngilizce (İyi), Rusça (Temel)