



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Selin BOLAT

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ: ANTALYA
BÖLGESİNDE LOJİSTİK FAALİYETTE BULUNAN İŞLETMELERDE BİR
ARAŞTIRMA

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2019



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Selin BOLAT

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ: ANTALYA
BÖLGESİNDE LOJİSTİK FAALİYETTE BULUNAN İŞLETMELERDE BİR
ARAŞTIRMA

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2019

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Selin BOLAT'ın bu çalışması, jürimiz tarafından Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA (İmza)

Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT (İmza)

Üye : Prof. Dr. Şerife Gözde YİRMİBEŞOĞLU (İmza)

Tez Başlığı : Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Sektörüne Etkileri: Antalya Bölgesinde Lojistik Faaliyette Bulunan İşletmelerde Bir Araştırma

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 19/06/2019

Mezuniyet Tarihi : 04/07/2019

(İmza)
Prof. Dr. İhsan BULUT
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Sektörüne Etkileri: Antalya Bölgesinde Lojistik Faaliyette Bulunan İşletmelerde Bir Araştırma” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Selin BOLAT



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU
BEYAN BELGESİ



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Selin BOLAT
Öğrenci Numarası	20165265009
Enstitü Ana Bilim Dalı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Programın Türü	(X) Tezli Yüksek Lisans () Doktora () Tezsiz Yüksek Lisans
Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı	Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT
Tez Başlığı	Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Sektörüne Etkileri: Antalya Bölgesinde Lojistik Faaliyette Bulunan İşletmelerde Bir Araştırma
Turnitin Ödev Numarası	11484003588

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 119 sayfalık kısmına ilişkin olarak, 02/07/2019 tarihinde tarafımdan Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nda belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

alıntılar hariç % 7

alıntılar dahil % 7'dir.

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

(X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

() Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

02/07/2019

(imzası)

Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
ÖNSÖZ	xv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİNİN KAVRAMSAL TEMELLERİ

1.1. Sanayi ve Sanayi Devrimi Kavramı	4
1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi	4
1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi.....	7
1.1.2.1 Taylorizm	8
1.1.2.2. Fordizm.....	9
1.1.2.3. İkinci Sanayi Devriminin Sonuçları	10
1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi.....	12
1.1.3.1. Bilgisayarın Tarihçesi	12
1.1.3.2. İnternetin Tarihçesi.....	14
1.1.3.3. Üçüncü Sanayi Devriminin Sonuçları	16
1.1.3.4. Tam Zamanında Üretim	19
1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi	21
1.1.4.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Tanımı	25
1.1.4.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Bileşenleri.....	26
1.1.4.2.1. Nesnelerin İnterneti	27
1.1.4.2.2. Siber Fiziksel Sistemler	31

1.1.4.2.3. Büyük Veri	32
1.1.4.2.4. Üç Boyutlu Yazıcılar	35
1.1.4.2.5. Arttırılmış Gerçeklik.....	37
1.1.4.2.6. Simülasyon	39
1.1.4.2.7. Bulut Bilişim.....	39
1.1.4.2.8. Otonom Robotlar	41
1.1.4.2.9. Akıllı Fabrikalar	44
1.1.4.2.10. Entegre Sistemler.....	46
1.1.4.3. Dördüncü Sanayi Devriminin İşletmenin Temel Fonksiyonlarına Etkileri.....	47
1.1.4.3.1. Üretim Fonksiyonuna Etkileri	47
1.1.4.3.2. Pazarlama Fonksiyonuna Etkileri	48
1.1.4.3.3. Muhasebe ve Finansman Fonksiyonuna Etkileri.....	49

İKİNCİ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ

2.1. İşletmelerde Değer Yaratan Faaliyetler	51
2.2. Lojistik 4.0.....	52
2.2.1. Lojistik 4.0'da Tam Zamanında Üretim Sistemleri.....	56
2.3. Sanayi Devrimleri Kapsamında Lojistiğin Evrimsel Süreci.....	57
2.3.1. Lojistik 1.0.....	58
2.3.2. Lojistik 2.0.....	59
2.3.3. Lojistik 3.0.....	60
2.4. Endüstri 4.0 Teknolojik Bileşenlerinin Lojistik Sektörüne Etkileri	60
2.4.1. Nesnelerin İnternetinin Lojistiğe Etkileri	60
2.4.2. Büyük Verinin Lojistiğe Etkileri	63
2.4.3. Üç Boyutlu Baskının Lojistiğe Etkileri	65
2.4.4. İnsansız Hava Araçlarının Lojistiğe Etkileri	67
2.4.5. Özerk Otomobillerin Lojistiğe Etkileri.....	70
2.4.6. Depo Yönetiminde Kullanılan Robotik Sistemlerin Lojistiğe Etkileri	73
2.5. Dünyada ve Türkiye'de Lojistik 4.0 Alan Yazını	77
2.5.1. Dünyada Lojistik 4.0 Alan Yazını	77
2.5.2. Türkiye'de Lojistik 4.0 Alan Yazını	79

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİNE YÖNELİK ANTALYA BÖLGESİNDE LOJİSTİK FAALİYETTE BULUNAN İŞLETMELERDE BİR ARAŞTIRMA

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	80
3.2. Araştırmanın Yöntemi	81
3.3. Araştırmanın Örneklem Seçimi	82
3.4. Veri Toplama Araçları.....	82
3.5. Verilerin Analizi	84
3.6. Araştırmanın Bulgu ve Yorumları	84
3.6.1. Firmaların Genel Bilgileri	85
3.6.2. Araştırma Soruları Kapsamında Oluşturulan Kategorilere Yönelik Bulgular.....	86
3.6.2.1. Firmanın Endüstri 4.0'daki Konumuna İlişkin Bulgular.....	87
3.6.2.1.1. Endüstri 4.0'ın Tanımlanması	87
3.6.2.1.2. Endüstri 4.0 Stratejisi	89
3.6.2.1.3. Endüstri 4.0 Uyumlu Makine	90
3.6.2.1.4. Teknoloji Bileşenleri Kullanımı	91
3.6.2.1.5. Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mevcudiyeti.....	93
3.6.2.1.6. Firma Bünyesinde Geliştirilen Yazılım.....	94
3.6.2.2. Lojistik 4.0 Hakkında Genel Bilgilere İlişkin Bulgular	95
3.6.2.2.1. Lojistik 4.0'ın Tanımlanması	95
3.6.2.2.2. Yatırım Planları	97
3.6.2.2.3. Entegrasyon	98
3.6.2.2.4. Donanım Alt Yapısı.....	99
3.6.2.2.5. Yazılım Kullanımı	100
3.6.2.2.6. Araç Takip Sistemleri.....	102
3.6.2.3. Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri Konusundaki Algılara İlişkin Bulgular	103
3.6.2.3.1. Genel Etkiler.....	103
3.6.2.3.2. İstihdama Etkileri	105
3.6.2.3.3. Drone ve Sürücüsüz Tırlara Yönelik Düşünceler.....	107
3.6.2.3.4. 3DP Teknolojisi İle Lojistik Faaliyetlerin Geleceği.....	109
3.6.2.3.5. Depo Yönetiminde Robotik Sistemlerin Kullanımı	111

3.6.2.3.6. Depo Yönetiminde Kullanılan Robotların Verimliliği Arttıracak Düşüncesi	111
3.6.2.3.7. Engeller ve Zorluklar	113
SONUÇ	116
KAYNAKÇA.....	120
EK 1 - FİRMA YETKİLİSİ GÖRÜŞME FORMU	133
Ö Z G E Ç M İ Ş	135

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1 Sanayi Devriminin Aşamaları	22
Şekil 1. 2 Endüstri 4.0 İçin Gerekli Dört Unsur	24
Şekil 1. 3 Dördüncü Sanayi Devriminin Bileşenleri	26
Şekil 1. 4 Nesnelerin İnternetine Bağlı Cihaz Sayısı.....	29
Şekil 1. 5 Gelişmekte Olan Teknolojilerin Tırmanma Döngüsü 2018	30
Şekil 1. 6 Siber Fiziksel Üretim Sistemleri	31
Şekil 1. 7 Büyük Veri Değerlendirme Boyutları	33
Şekil 1. 8 Gerçeklik - Sanallık Sürekliliği	38
Şekil 1. 9 Bulut Teknolojisi Görseli	40
Şekil 1. 10 Akıllı Fabrikaların Şematik Görüntüsü	45
Şekil 2. 1 Değer Zinciri Analizi.....	51
Şekil 2. 2 Lojistiğin Evrimi	58
Şekil 2. 3 Lojistikte Nesnelerin İnterneti.....	61
Şekil 3. 1 Araştırmada Kullanılan Örneklem Yöntemi	82

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. 1 Endüstrileşme Sürecindeki Ülkelerin Demiryolu İnşası	6
Tablo 1. 2 Ülkelerin Sanayi Ürünleri Satış Gelirleri (Milyar USD)	22
Tablo 1. 3 Üç Boyutlu Yazıcı Ürünlerini Kullanan Şirketler	36
Tablo 1. 4 Sektörlere Göre Dünyadaki Tahmini Endüstriyel Robot Kullanımı	42
Tablo 1. 5 Dünyada Yıllara Göre Tahmini Toplam Endüstriyel Robot Tedariki (Bin)	43
Tablo 1. 6 Dünyadaki 15 Büyük Pazarın Tahmini Endüstriyel Robot Arzı (2017)	43
Tablo 1. 7 Servis Robotlarının Sektörlere Göre Tahmini Kullanım Oranları	44
Tablo 2. 1 Lojistik 4.0 Boyutları ve Değerlendirme Alanları	54
Tablo 2. 2 Lojistik 4.0 'ın Avantaj ve Dezavantajları	56
Tablo 2. 3 Dünya'da Lojistik 4.0 Alan Yazının Gelişimi	77
Tablo 2. 4 Türkiye'de Lojistik 4.0 Alan Yazının Gelişimi	79
Tablo 3. 1 Firmaların Genel Bilgileri	85
Tablo 3. 2 Araştırma Soruları Kapsamında Oluşturulan Kategori ve Alt Temalar	86
Tablo 3. 3 Endüstri 4.0'ın Tanımlanmasına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	87
Tablo 3. 4 Tanımlı Bir Endüstri 4.0 Stratejisine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	89
Tablo 3. 5 Endüstri 4.0 İle Uyumlu Makinelere İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	91
Tablo 3. 6 Teknoloji Bileşenlerin Kullanımına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	91
Tablo 3. 7 Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mevcudiyetine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	93
Tablo 3. 8 Firma Bünyesinde Geliştirilen Yazılımın Mevcudiyetine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	94
Tablo 3. 9 Lojistik 4.0'ın Tanımlanmasına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	95
Tablo 3. 10 Lojistik 4.0 Hakkında Yatırım Planlarına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	97
Tablo 3. 11 Tedarikçi, Müşteri ve Firma Sistemleri Arasındaki Entegrasyona İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	98
Tablo 3. 12 Firmada Kullanılmakta Olan Donanım Alt Yapısına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	99
Tablo 3. 13 Firmadaki Bilgi Akışını Sağlamak Üzere Kullanılan Yazılımlara İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	101
Tablo 3. 14 Araç Takip Sistemlerinin Kullanımına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	102
Tablo 3. 15 Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektöründeki Etkilerine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	103

Tablo 3. 16 Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektöründeki İstihdama İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	105
Tablo 3. 17 Drone'lar İle Teslimatlara Yönelik Düşüncelere İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	107
Tablo 3. 18 Sürücüsüz Tırlara Yönelik Düşüncelere İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	108
Tablo 3. 19 3DP Teknolojisi İle Lojistik Faaliyetlerin Geleceğine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	110
Tablo 3. 20 Depo Yönetiminde Robotik Sistemlerin Kullanımına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	111
Tablo 3. 21 Depo Yönetiminde Kullanılan Robotların Verimliliği Arttıracığına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	112
Tablo 3. 22 Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0'ın Uygulanmasında Engeller ve Zorluklara İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı	113

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1. 1 Buharlı Makine Örneği	5
Fotoğraf 1. 2 Ford Model T Görünümü.....	10
Fotoğraf 2. 1 Lojistik 4.0 Uygulama Örnekleri	55
Fotoğraf 2. 2 DHL Parcelcopter 4.0 Görünümü.....	69
Fotoğraf 2. 3 Amazon Prime Air Görünümü.....	69
Fotoğraf 2. 4 UPS Teslimat Kamyonu Drone’u.....	70
Fotoğraf 2. 5 Amazon Robot Kiva	73
Fotoğraf 2. 6 DHL Effibot Robot.....	74
Fotoğraf 2. 7 SSI Schafer Sürücüsüz Taşıma Sistemi Weasel	75
Fotoğraf 2. 8 Open Shuttle	76
Fotoğraf 2. 9 Karis Pro System	76

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri United States of America
ARPA	: Gelişmiş Araştırma Projeleri Teşkilatı Advanced Research Projects Agency
ARPANET	: Gelişmiş Araştırma Projeleri Teşkilatı Ağı Advanced Research Projects Agency Network
AG	: Arttırılmış Gerçeklik Augmented Reality
BT	: Bilgi Teknolojileri Information Technologies
CPS	: Siber Fiziksel Sistem Cyber Physical System
ENIAC	: Elektronik Sayısal Entegreli Hesaplayıcı Electronic Numerical Integrator And Computer
Endüstri 1.0	: Birinci Sanayi Devrimi First Industrial Revolution
Endüstri 2.0	: İkinci Sanayi Devrimi Second Industrial Revolution
Endüstri 3.0	: Üçüncü Sanayi Devrimi Third Industrial Revolution
Endüstri 4.0	: Dördüncü Sanayi Devrimi The Fourth Industrial Revolution
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması Enterprise Resource Planning
FTP	: Dosya Aktarım Protokolü File Transfer Protocol
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi Global Positioning System
IP	: İnternet Protokolü Internet Protocol
IoT / Nİ	: Nesnelerin İnterneti Internet of Things

IHA	: İnsansız Hava Aracı Unmanned Aerial Vehicle
JIT / TZÜ	: Tam Zamanında Üretim Just in Time
JIS	: Sırayla Üretim Just in Sequence
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Massachusetts Institute of Technology
MILNET	: Askeri Ağ Military Network
MRP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması Materials Requirement Planning
MUSİAD	: Müstakil Sanayici ve İş Adamları Derneği
NACSS	: Otomatik Kargo ve Liman Konsolidasyon Sistemi Nippon Automated Cargo and Port Consolidation System
NFC	: Yakın Alan İletişimi Near Field Communication
NSFNET	: Ulusal Bilim Vakfı National Science Foundation Network
PLC	: Programlanabilir Mantıksal Denetleyici Programmable Logic Controller
PTT	: Posta ve Telgraf Teşkilatı
RFID	: Radyo Frekans Tanıma Sistemi Radio Frequency Identification
RTLS	: Gerçek Zamanlı Konumlandırma Sistemleri Real Time Location System
SG	: Sanal Gerçeklik Virtual Reality
TCP	: İletim Denetimi Protokolü Transmission Control Protocol
TMS	: Taşımacılık Yönetim Sistemi Transportation Management System

UCLA	: Kaliforniya Üniversitesi University of California, Los Angeles
UNIVAC	: Evrensel Otomatik Bilgisayar Universal Automatic Computer
UTAH	: Utah Üniversitesi The University of Utah
3DP	: Üç Boyutlu Baskı Three Dimensional Printing
WMS	: Depo Yönetim Sistemi Warehouse Management System

ÖZET

Geçmişten günümüze kadar olan sanayileşme süreci, dört farklı dalga üzerinden açıklanmaktadır. Su ve buhar gücü ile çalışan makinelerin keşfi, elektriğin ve montaj hattının yardımı ile seri üretime geçiş ve dünyanın global bir köy haline gelmesine zemin hazırlayan internet ve bilgi teknolojileri alanındaki çığır açıcı yenilikler tarihe tanıklık etmiştir. Batılı ülkelerin üretimdeki rekabet üstünlüklerini yeniden ele geçirme motivasyonu ile hareket ettiği Endüstri 4.0, 2011 yılında Almanya’da ortaya atılarak resmi sanayi politikası haline getirilen bir esnek üretim stratejisidir. Diğerlerinden farklı olarak üstel bir hızla ilerleyen bu devrim; nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, büyük veri ve otonom robot gibi daha birçok teknolojik yapının, endüstride kullanılmasını mümkün kılmakta ve üretimi akıllı hale getirmektedir. Gen dizilemeden, nanoteknolojilere kadar her alanda tesirlerini hissettirecek olan bu devrimin, lojistik sektöründe etkilerini nasıl göstereceği konusu merak uyandırmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründe halihazırda görülen ve gelecekte görülmesi muhtemel olan potansiyel etkiler incelenmiş ve Lojistik 4.0’ı dördüncü sanayi devrimine taşıyacak teknoloji trendleri araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca, dünyadaki “akıllı lojistik” uygulamalarına da yer verilerek lojistik hizmetlerde verimlilik sağlayan yenilikler ile ekonomide katma değer yaratmak isteyen Türkiye için bir kıyaslama (benchmarking) merdiveni oluşturması hedeflenmiştir.

Çalışmanın yöntemi doğrultusunda, dördüncü sanayi devriminin lojistik sektörüne olan etkileri konusundaki firma yetkililerinin algılarını keşfetmeye yönelik, Antalya bölgesinde lojistik faaliyette bulunan işletmelerde, yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Yüz yüze görüşme kapsamında elde edilen veriler, bilgisayar destekli nitel veri analizi programında çözümlenerek yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, firmaların büyük çoğunluğunun Endüstri 4.0’ı, başta üretim olmak üzere tüm iş süreçlerinde teknolojinin başrolde olmasını ve dijital dönüşüm kapsamında da bu süreçlerin birbirine bağlanması olarak algıladıkları ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0’ın lojistik sektörüne olan etkileri noktasındaki algılarda ise sanayileşmedeki dördüncü dalga ile lojistikteki süreçlerin hızlanarak büyük bir ivme kazanacağı, verimliliği ve kalifiye eleman ihtiyacını arttıracığı görüşleri, çoğunluk dahilinde olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dördüncü Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, Akıllı Lojistik

SUMMARY

**THE EFFECTS OF THE FOURTH INDUSTRY REVOLUTION ON THE
LOGISTICS SECTOR: AN INVESTIGATION ON LOGISTICS ACTIVITIES IN
ANTALYA REGION**

The industrialization process from the past to the present is explained through four different waves. The discovery of water and steam powered machines, the transition to mass production with the help of electricity and assembly line, and the groundbreaking innovations in the field of internet and information technologies, which paved the way for the world to become a global village, have witnessed history. Industry 4.0, in which Western countries act with the motivation to recapture their competitive advantages in production, is a flexible production strategy that was introduced in Germany in 2011 and turned into an official industrial policy. This revolution, which, unlike the others, proceeds at an exponential speed; It makes it possible to use many other technological structures such as internet of objects, cyber physical systems, big data and autonomous robot in the industry and make production smart. It is curious how this revolution, which will make its effects felt in every field, from gene sequencing to nanotechnologies, will show its effects in the logistics sector. Therefore, in this study, the potential effects of Industry 4.0 in the logistics sector, which are likely to be seen in the future, are investigated and technology trends that will lead Logistics 4.0 to the fourth industrial revolution are investigated. The study also in the world of "smart logistics" practices in place giving a benchmark for logistics services in Turkey who want to create added value in the economy with innovations that provide efficiency (benchmarking) aimed to create a ladder.

In accordance with the methodology of the study, semi-structured interviews were conducted in the logistics companies in Antalya region in order to discover the perceptions of the firm authorities about the effects of the fourth industrial revolution on the logistics sector. The data obtained from face to face interviews were analyzed and interpreted in the computer aided qualitative data analysis program. In the light of the findings, it was revealed that the majority of the companies perceived Industry 4.0 as the leading role of technology in all business processes, especially production, and the interconnection of these processes within the scope of digital transformation. In the perception of the effects of Industry 4.0 on the logistics sector, the fourth wave of industrialization and the views that the processes in logistics will accelerate and increase the efficiency and the need for qualified personnel were within the majority.

Keywords: Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0, Logistics 4.0, Intelligent Logistics

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimine başladığım günden bu yana desteği, bilgisi ve deneyimleri ile her daim yanımda olduğunu hissettiren ve yol gösteren tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT'a çok teşekkür ederim.

Firmalardan gerekli randevuları almam konusunda bana referans olan değerli hocam Öğr. Gör. İsmail KARAYÜN'e ve ihtiyacım olduğu her an yardımlarını esirgemeyen, akademik bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Arş. Gör. Naci BÜYÜKDAĞ'a, Arş. Gör. Hasan Emin GÜRLER'e ve Arş. Gör. Artuğ Eren COŞKUN'a çok teşekkür ederim.

Tezimin literatür kısmında benimle birlikte makaleler okuyan, desteklerini ve sevgilerini her daim kalbimde hissettiğim Annem, Babam ve Kardeşlerim çok kıymetlisiniz, hayatıma dokunduğunuz her an için size çok teşekkür ederim. Antalya'da olduğum süre içerisinde hep yanımda yanımda olan, güzel naifliğini ve dostluğunu esirgemeyen kıymetli arkadaşım Ezgi Nur HÜNER'e teşekkürlerimi sunarım. Eğitim sürecinde benimle birlikte aynı yollardan geçen, bilgisi ve güzel dostluğu ile hep yanımda olan Ceren ÖZATA'ya, çok kıymetli ablam Kamer YURTKULU'ya ve kadim dostum Demet GÜLER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

GİRİŞ

Dünya Ekonomik Forumu tarafından yayımlanan Küresel Rekabet Endeksi, ülkelerin rekabet edilebilirlik ve verimlilik düzeylerini belirli kriterlere göre ölçerek sıralamaktadır. Ülkelerin rekabet güçlerini sıralamada on iki kriterden faydalanan küresel rekabet endeksi, Endüstri 4.0'ın sunmuş olduğu esneklik, çeviklik, inovasyon ve insan odaklı yaklaşım ile yeniden yapılandırılmakta ve "Küresel Rekabet Endeksi 4.0" adını almaktadır. 140 ülke arasından Türkiye'nin 61. sırada yer aldığı küresel rekabetçilik 2018 raporunda ilk üçü; ABD, Singapur ve Almanya oluşturmaktadır (WEF, 2018). Endüstri 4.0 ile ekonomide teknolojiyi kaldıraç olarak kullanabilen her ülkenin, rekabetçiliğe erişme fırsatına nail olacağına vurgulandığı raporda, ülkemizin de sanayileşmenin dördüncü dalgasını yakalaması oldukça önemlilik arz etmektedir.

Rekabetçilik bakımından diğer ülkeler ile farkın büyümemesi adına, Türkiye'nin inovasyona yapacağı doğru yatırımlar ile imalat sanayi içerisinde yer alan yüksek teknoloji ürünlerinin ihracattaki payını da arttırması gerekmektedir. Nitekim Türkiye İstatistik Kurumu tarafından açıklanan Mart 2019 verilerine göre, ileri teknoloji ürünlerinin imalat sanayi ürünleri ihracatı içindeki payı %3.9'dur (TÜİK, 2019) ve bu değeri yükseltmenin yolu Endüstri 4.0 teknolojik bileşenlerini üretime uyarlamaktan geçmektedir. Bu çerçeveden hareketle, sanayileşmenin dördüncü dalgası da bu teknolojik bileşenler yardımı ile üretim maliyetlerini azaltmak ve verimliliği arttırmak isteyen her ülkenin, rekabet avantajı yaratma noktasında adeta birer umudu haline gelmektedir.

Endüstri 4.0 sahip olduğu teknik alt yapıların entegrasyonu ile sadece üretim ekosistemini değil, çıktıya dönüşen ürünlerin ve dağıtım sistemlerinin de akıllı hale gelmesini ve otonom bir şekilde yönetilebilmesini ifade etmektedir. Bu kapsamda geçmişten günümüze kadar olan tüm endüstri devrimlerinde olduğu gibi, sanayinin temel destekleyicilerinden biri olan lojistik sektörünün Endüstri 4.0 ile büyük bir dönüşüm geçirmesi kaçınılmazdır. Nitekim dönemin temel belirleyicilerinin demir, kömür ve buhar olduğu Endüstri 1.0'da demir yolu taşımacılığının belirgin hale gelmesi, elektrik ve montaj hattının ve üretim felsefelerinin getirdiği bilgi birikimi ile Endüstri 2.0'da araba üretimindeki seri üretimin kara yolu taşımacılığında izlerini göstermesi ve internet ve bilgi teknolojileri alanındaki gelişmelerin de Endüstri 3.0 ile e-ticaret ve e-lojistik sistemlerinin ortaya çıkışına etki etmesi tesadüf değildir. Bu kapsamda tıpkı diğer devrimlerde olduğu gibi, Endüstri 4.0 ile gelen yeniliklerin de lojistik sektöründeki iş yapma süreçlerini etkilemesi beklenmektedir.

Sanayileşmenin dördüncü dalgasının lojistik sektöründeki yansımaları “Lojistik 4.0” olarak kodlanmaktadır ve Lojistik 4.0’da geleceğin lojistik teknolojilerine yer verilmektedir. Örneğin, nesnelerin interneti kapsamında tedarik zincirinin işbirlikçi bir ağa dönüşmesi ve üyeler arasında kesintisiz bilgi akışının sağlanması kamçı etkisini azaltmaktadır. Yine Endüstri 4.0’ın teknolojik bileşenlerinden biri olan büyük verinin, lojistik sektörde kullanımı geleceğe yönelik etkin kararlar alınabilmesi ve müşteri deneyimlerinin geliştirilmesi noktasında önemli fırsatlar sunmaktadır. Tüketicilerin de üretimde aktif rol oynamasını sağlayarak butik ihtiyaçların talep edilen zamanda karşılanmasını sağlayan 3DP teknolojisi ile de gelecekte son kilometre lojistiğine odaklanılarak havalimanı yakınlarında 3DP depoları kurulabilecektir. Bu çerçevede taşıma faaliyeti gerçekleştiren firmanın; kamyon, tren, uçak vb. araçlarını mobil üretim tesislerine dönüştürmesi ve malın anında üretilerek tüketiciye teslim edilmesi konusunu dahi gündeme getirebilecektir (Horenberg, 2017).

Endüstri 4.0 ürünlerin tüketiciye ulaştırılmasında rol oynayan taşıma araçlarında da birtakım yenilikler sunmaktadır. İnsansız hava araçlarının ve özerk otomobillerin lojistik sektöründeki kullanımı bunlardan biridir. İnsansız hava araçları e-ticaret hacminin gittikçe arttığı günümüz ortamında, küçük boyutlu ürünlerin ulaşılması zor bölgelere daha az maliyetle ve daha hızlı bir şekilde ulaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Kara yoluna kıyasla, karbon emisyonu ve enerji tasarrufu noktasında da olumlu tesirler yaratan İHA’lar, depolarda intralojistik faaliyetlerin gözetiminde dahi kullanılabilirler. Özerk otomobillerin veya yüksek derecede otonom düzeye sahip araçların lojistik sektörde otoyollarda kullanımı, optimize edilen en uygun rotalama teknolojileri sayesinde, maliyet ve zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca bu araçların insan faktörüne kıyasla, algılama yeteneklerinin yüksek olması da emniyetli bir ulaşım sağlarken enerjisini elektrikten alması da yeşil lojistik noktasında olumlu tesirler yaratmaktadır.

Endüstri 4.0 işlerin büyük bir kısmının robotik sistemlere devredilmesi ile lojistiğin önemli maliyet kalemlerini oluşturan depo yönetiminde de insana dayalı hataların azaltılması ve sipariş toplama süreçlerinde verimliliğin sağlanması hususunda etkiler yaratmaktadır. Nitekim dünyaca ünlü Amazon, Alibaba gibi e-ticaret devleri de bu etkilerden hareketle, depolarını personel ve otonom robotların birlikte çalışabileceği alanlar olarak tasarlamaktadır. Bu kapsamda manuel araçlara kıyasla taşıma, ürün toplama ve istifleme gibi süreçlerde kullanılan robotik sistemler geleceğin depolarında giderek yaygın hale gelmektedir.

Çalışmanın amacı bu doğrultuda, Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojik bileşenlerin lojistik sektörü üzerindeki etkilerini incelemek ve geleceğin lojistik sektörüne ilişkin geniş bir çerçeve sunmaktır.

Araştırmanın birinci bölümünde, geçmişten günümüze kadar olan tüm sanayi devrimlerinin ortaya çıkış süreci ve nedenlerine değinilerek ilk üç devrimin genel sonuçları lojistik sektörü minvalinde anlatılmaktadır. Bu kapsam lojistik sektörünün geçmişi ile ilgili de bir bakış açısı yaratma noktasında yararlı olmaktadır. Ayrıca bu bölümde, araştırmanın temel motivasyonunu oluşturan Endüstri 4.0'ın tanımına ve bu devrimi oluşturan teknolojik bileşenlere yer verilmektedir.

Araştırmanın ikinci bölümünde, Lojistik 4.0'ın sevkiyat ve tedarik lojistiğinde değer yaratan bir faaliyet olduğu vurgulanarak Lojistik 4.0 kavramının tanımına ve sanayi devrimleri kapsamında lojistik sektörünün evrimsel sürecine yer verilmektedir. Ayrıca sanayileşmenin dördüncü dalgasının lojistik sektörü üzerindeki etkileri incelenerek, Türkiye ve Dünyada'ki Lojistik 4.0 alan yazını ile bu bölüm sonlandırılmaktadır.

Araştırmanın üçüncü bölümünde, dördüncü sanayi devriminin lojistik sektörüne olan etkileri konusundaki firma yetkililerinin algılarını keşfetmeye yönelik, lojistik faaliyette bulunan işletmelerde nitel araştırmalarda en sık kullanılan veri toplama yöntemlerinden biri olan yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşme kapsamında elde edilen verilerin analizinin ardından, sonuç ve değerlendirme ile araştırmaya son verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

SANAYİ DEVRİMLERİNİN KAVRAMSAL TEMELLERİ

1.1. Sanayi ve Sanayi Devrimi Kavramı

Sanayi (endüstri), “ham maddelerin veya ara malların üretilmesinde bilgi, beceri ve teknolojiden yararlanılarak işçinin emeği vasıtası ile üretim fabrikalarında mal veya hizmete dönüştürülmesidir”. Devrim, toplumsal, ekonomik ve siyasi yapılara uzun soluklu, kapsamlı sonuçlar getiren büyük değişikliklerdir (TÜBA, 2019). Nasıl ki tarihsel süreçleri milattan önce ve sonra olarak ayırmak mümkünse; toplumsal, siyasal ve ekonomik süreçlerde radikal değişimleri beraberinde getiren bir dönemi de sanayi devrimi öncesi ve sanayi devrimi sonrası olarak ayırmak mümkündür (Görçün, 2016: 11).

Sanayi devrimi öncesinde avcılık ve toplayıcılıktan, tarım devrimine geçiş, insan ve hayvan emeğinin birleştirilmesi ile mümkün olurken üretim süreçleri hayvanların evcilleştirilmesi ve kas gücünün kullanılması ile sağlanmıştır. Ülkelerin ekonomik gelişiminde rol oynayan ve getirdiği yeniliklerle diğer sektörleri de büyük oranda etkileyen etkileyen sanayi devrimi ise, insan ve hayvan gücüne dayalı bir üretim tarzından, makinelerin ve gelişen teknolojinin hakim olduğu bir üretim çağına geçişi ifade etmektedir.

Dünya Ekonomik Forumunun makalesine göre, dört adet sanayi devrimi bulunmaktadır. Bunlar birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sanayi devrimidir. Bazı kaynaklara göre, endüstrileşmedeki dönüşüm süreci beş farklı dalga üzerinden açıklanmaktadır. Bu ayrımın diğerlerinden farkı, üretimde basit el aletlerinin kullanımının “Endüstri 0” olarak kodlanmasıdır (Zorlu vd, 2018: 190).

1.1.1. Birinci Sanayi Devrimi

Sanayileşmenin ilk adımı olan birinci sanayi devrimi yani diğer bir deyişle Endüstri 1.0, 18. yüzyılın sonlarında İngiltere’de su ve buhar gücü ile çalışan makinelerin keşfedilmesi ile ortaya çıkmıştır. Ne zaman başladığı ve bittiği kesin olarak bilinemeyen bu devrimin tarihsel başlangıcı buhar gücü ile çalışan makinelerin yapılmasına dayandırılmakta ve yaklaşık olarak 1760’lı yıllardan 1840’lı yıllara uzanmaktadır. Mekanik üretime öncülük eden bu endüstriyel dönüşüm, zamanla Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya’ya yayılarak tüm dünyada etkisini göstermiştir (Gür vd, 2017: 54). İnsan emeğinin yerine makine kullanımının önemli hale geldiği ve üretimde maden ve metal kullanımının arttığı bu dönem, “Makineleşme çağı” olarak da isimlendirilir. Makineleşme çağına ve üretimde elle üretim

tekniklerinden fabrikalara geçişi kolaylaştıran bu dönemin temel bileşenleri kömür, demir ve buhar olmuştur.

1784 yılında Edmund Cartwright'ın mekanik dokuma makinesini icat etmesi, tekstil sektörünü derinden etkileyerek sanayileşmenin öncü sektörlerinden biri olmasını sağlamıştır. Nitekim Endüstri 1.0'ın, İngiltere'de ortaya çıkmasını sağlayan temel etkenlerden birisi de tekstilin o dönem İngiltere'si için önemli bir sektör olmasıdır (Kabaklarlı, 2016: 34). Sanayi devrimini bu topraklarda tetikleyen diğer etmenler ise sahip olduğu demir ve kömür rezervlerinin yanında; sermaye ve enerji maliyetlerinin daha ucuz, ücretlerin ise yüksek olmasıdır (Özdoğan, 2017: 4; Gür vd, 2017: 54). Endüstriyel dönüşümün başını çeken İngiltere'nin tüm bu etmenlere sahip olması ile üreticiler buhar gücünden yararlanan yeni tekstil fabrikaları aracılığı ile daha fazla pazara ve ham maddeye ihtiyaç duymuş ve bu durum üretilen ürünlerin denizaşırı ülkelere ihracat ihtiyacını da beraberinde getirmiştir (Pamuk ve Soysal, 2018: 2).



Fotoğraf 1. 1 Buharlı Makine Örneği

Kaynak: http://my.beykoz.edu.tr/serkang/files/2011/02/sanayi_devrimi.pdf, (erişim tarihi: 10.12.2018)

Artan ham madde ve pazar ihtiyacı neticesinde üretilen ürünlerin diğer pazarlara ulaştırılabilme serüveni, üretimin temel bileşenlerinden olan demir, kömür ve buharın demir yolu endüstrisinde de kullanılması ile mümkün kılınmıştır. Tekstil gibi üretimde fazla sermaye gerektirmeyen hafif sanayiden sonra, teknolojik gelişmelerin yaşanması ve üretimde bilgi birikiminin artması ile lojistik sektöründe de adeta yeni bir çağın kapılarının aralanmasına sebep olmuştur (SIEMENS, 2016: 5). Her ne kadar lojistik sektörünün asıl gelişiminin 20. yy'ın ikinci yarısında yaşandığı kabul edilse de, başlangıcı endüstri devriminin doğuşuna dayandırılmaktadır (Özdemir ve Gökmen, 2016: 119). Lojistiğin temel faaliyetlerinden biri olan ulaşımda (taşımacılıkta), buharlı makinelerin demiryolu araçlarında kullanımı ile ürünlerin tedarik edilmesinden, pazara ulaştırılmasına kadar olan sürecin temel

faktörü olmasını sağlayarak yüksek miktardaki ürünlerin daha uzak coğrafyalara taşınmasını mümkün hale getirmiştir (Görçün, 2016: 16-19). Aynı zamanda bu süreçte malların taşınması esnasındaki güvenlik sıkıntıları da asgari düzeye indirilmiştir.

Tablo 1. 1Endüstrileşme Sürecindeki Ülkelerin Demiryolu İnşası
(Birikimli Toplam-km)

Yıllar	İngiltere	Fransa	Almanya	ABD
1830	157	31	-	37
1831	225	31	-	153
1832	267	52	-	369
1833	335	73	-	612
1834	480	141	-	1019
1835	544	141	6	1767
1836	649	141	6	2049
1837	870	159	21	2410
1838	1196	159	140	3079
1839	1562	224	240	3705
1840	2390	410	469	4535
1841	2858	548	683	4689
1842	3122	645	931	6479
1843	3291	743	1311	6735
1844	3500	822	1752	7044
1845	3931	875	2143	7456
1846	4889	1049	3281	7934
1847	6352	1511	4306	9009
1848	8022	2004	4989	9650
1849	8918	2467	5443	11853
1850	9797	2915	5856	14518

Kaynak: Freeman ve Louçâ, 2002: 193 akt.Başer, 2011: 189

İrlanda'nın Britanya rakamları içerisinde yer aldığı yıllar 1831-1839 ve 1841-1847 yıllarıdır.

Ülkeleri alanındaki teknolojik yenilikleri ile toplumsal, siyasal ve ekonomik olarak etkileyen birinci sanayi devriminde buharlı makinelerin lokomotiflerde kullanımı, 1804 yılında İngiliz Mühendis Richard Trevithick tarafından gerçekleştirilmiştir. 1830'lu yıllardan sonra ise buharlı lokomotif günümüzdeki şeklini kazanır hale gelmiştir. Tablo 1.1'de endüstrileşme sürecinde sanayileşmekte olan ülkelerin, 1830 yılından 1850 yılına kadarki demiryolu ağlarının gelişim seyri görülmektedir. Demiryolu yapımında ilk öncü olan ülke İngiltere'dir. Fransa, Almanya ve ABD'nin demiryolu inşa sürecindeki gelişim seyri, ilerleyen yıllarda mümkün olabilmiştir. Özellikle ABD'nin 1850'li yıllara gelindiğinde, demiryolu ağ sürecinde lider ülke olan İngiltere'ye yetiştiği, hatta geçtiği anlaşılmaktadır. Ancak burada

ABD'nin İngiltere'ye göre yüz ölçümünün oldukça büyük olduğu gerçeği gözden kaçırılmaması gereken bir ayrıntıdır. Yine endüstrileşme sürecinin ilk yıllarında demiryolu ağ inşasında faaliyette bulunmayan Almanya'nın, 1837 yılından 1850 yılına kadar demiryolu inşa sürecini sürekli arttırdığı ve 1850'li yıllara kadar önemli bir gelişme elde ettiği gözlemlenmektedir.

Endüstri 1.0 döneminde demir yolu taşımacılığı dönemin temel belirleyici unsuru olsa da, deniz yolu taşımacılığının oynadığı rol ve gösterdiği önem de yadsınamaz bir gerçektir. Deniz yolu taşımacılığının gelişim seyri incelendiğinde, henüz endüstri devrimi çağının kapıları aralanmamış iken; rüzgar ve insan gücüne dayanmakta olduğu ve deniz ve iklim koşullarına bağlı olarak yüksek riskler barındırdığı görülmektedir. Bu kapsamda endüstri devrimi ile gelen buharlı makinelerin, denizyolu araçlarında da kullanımı taşıma süreçlerinin kontrol altına alınmasını ve lojistik çerçeveden ürün ve ham maddelerin ihtiyaç olan noktalara hem düşük maliyetle hem de daha kolay sevk edilebilmesine olanak tanımıştır. Bu dönemde ulaşım endüstrisine fayda sağlayacak gelişimler yakından incelendiğinde, 1800'lü yılların başlarında Amerikalı Robert Flton buharlı gemilerin su taşımacılığında kullanılabilmesini sağlayan ilk kişi olmuştur. 1819 yılında ise yelkenle birlikte kullanılan buharlı bir gemi Atlas okyanusunu aşmıştır. Sadece buhar gücü ile çalışarak gemilerin okyanusları aşması ise 1838'li yıllara tekabül etmiştir. Zamanla tüm bu gelişmeler, deniz yolu taşımacılığında düşük risk ve düşük maliyet ile toplam lojistik maliyetlerinin düşmesini sağlamakla beraber, bir ürünün üretimi için ihtiyaç olan ham maddelerin fiyatlarının da düşmesini sağlamıştır. Lojistik açıdan sağlanan bu avantajlar, pazarın genişlemesinin önemli bir unsuru sayılmaktadır. Pazarın genişlemesini sağlayan diğer bir unsur ise; İngiltere topraklarında kanallar ve paralı yolların yaygınlaşması neticesinde ürünlerin limanlara ulaştırılması daha kolay hale gelmiştir. Endüstri 1.0 süreci tüm bu çizilen çerçeveler neticesinde, ulaşım modlarından olan deniz ve demir yolu taşımacılığının entegrasyonunu limanlar vasıtası ile sağlamaya çalışmıştır (Görçün, 2016: 19-20; Torun, 2003: 191; Gür vd, 2017: 56).

1.1.2. İkinci Sanayi Devrimi

Sahip olduğu yenilikler ve teknolojik dönüşümler ile dünyanın bir adım daha küreselleşmesine olanak sağlayan ikinci sanayi devrimi yani diğer bir deyişle Endüstri 2.0, "Teknolojik devrim" veya "Fordizm" olarak da adlandırılmaktadır. 19. yüzyıl sonlarında ortaya çıkan sanayileşmenin bu ikinci dalgası 1870 ve 1914'lü yıllara tekabül etmekte ve doğu bloğunun çöküşü olan 1989 yılına kadar uzanmaktadır (Görçün, 2016: 51). Geçmişten günümüze her devrim bir önceki devrimlerin desteği ile yaşansa da, bu döneme damgasını

vuran temel bileşenler demir, kömür ve buharlı makineler yerine; elektriğin ve montaj hattının yardımı ile seri üretime geçiş, ham petrol ve çelik olmuştur. Endüstride ortaya çıkan yeni üretim felsefeleri ile de dünya arzın oldukça arttığı sahnelere şahit olmuş, üretimde çeşitlilik artmış ve bu yeni teknolojik çağ üretimden, ulaşım, iletişimden kentleşmeye kadar birçok değişimlere de kapılarını aralamıştır.

Bu dönemde ham madde bileşenlerinde yaşanan değişiklikler ile çeliğin demiryolu taşımacılığında kullanımı egemen hale gelmiş ve özellikle birinci dünya savaşında yer alan ülkelere mühimmat ve teçhizat bakımından savaş lojistiği konusunda önemli kolaylıklar sağlamıştır. ABD’de otomotiv sektöründe yaşanan kitlesel (seri) üretim ile otomobillerin sayısı artmış, buna bağlı olarak üreticiler ve tüketiciler daha yakın hale gelmiş ve arz fazlası ürünlerin uluslararası pazarlara dağıtma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sanayi ve taşıma sistemlerindeki gelişmeler vasıtası ile göç hareketlerinin yoğun olarak yaşandığı bu çağ, kentlerin nüfusunun giderek arttığı bir çağa şahitlik etmiştir (Özdemir ve Gökmen, 2016: 120).

Endüstri 2.0’da telefon, ucuz gazete kağıdı, radyo, daktilo tarzındaki haberleşme araçlarının icadı ve petrolün ve içten yanmalı motorların hem endüstride hem de ulaşım sektöründe kullanılır hale gelmesi, insanlar arasındaki mesafeleri hem taşımacılık hem de iletişim yönünden azaltmış ve bir sonraki inovatif çağın bilgi teknolojileri vasıtası ile doğmasına basamak oluşturarak dünyanın küresel bir köy haline gelmesine de zemin hazırlamıştır. Bu sanayi devriminde bir öncekinden farklı olarak, bilimsel bilginin ne kadar önemli olduğu gerçeği ortaya çıkmıştır (Castells, 2013: 43 akt.Özkan vd. 2018: 130). Bu bilimsel bilginin ortaya çıkmasında, o dönemin üretim felsefelerinden olan ve adını kurucularından alan ABD’li Frederick Winslow Taylor’ın “taylorizmi” ve Ford Motor Company’nin kurucularından biri olan otomobil üreticisi Henry Ford’un “fordizm” akımları büyük ölçüde etkili olmuştur.

1.1.2.1 Taylorizm

Bir makine mühendisi olan ve endüstri mühendisliğinin de öncü kişilerinden biri olarak görülen Taylor, üretimdeki ilke ve metodolojilerini 1911 yılında yayımladığı “Bilimsel Yönetimin İlkeleri” adlı eserinde toplamış ve görüşleri literatürde “taylorizm” adı altında karşılık bulmuştur. İnsanın doğası gereği tembel ve çalışmaktan kaçan bir yapısı olduğuna inanan Taylor, bir işteki en büyük tehlikeyi yönetici ve çalışanların kaytarmaları olduğunu düşünmüştür. Ona göre, denetimin sürekli olmadığı yerde üretimde verimlilik sağlanamayacaktır ve üretimde bilim esas olmalıdır. Bu kapsamda taylorizm, kitlesel

üretimde istenen verimliliğin elde edilebilmesi için bir işin en küçük parçalara ayrılarak basitleştirilmesini ve standart hale gelmesini ve emek süreçlerinin de yönetim tarafından hareket ve zaman etütleri yardımı ile yönlendirilerek kontrol edilmesini sağlayan bir sistemdir (Bayrakçı ve Çağlayan, 2018: 318-319). İşin standart hale gelmesi için gerekli olan hareket ve zaman etütlerinde hareket; bir işin en kolay şekilde nasıl yapılabileceğini anlatırken, zaman etüdü ise o işi yapmak için gerekli sürede ne kadar çıktı alınabileceğinin belirlenmesidir (<https://www.coursehero.com/file/pak6bh/Dost%C3%A7a-bir-atmosferin-yarat%C4%B1lmas%C4%B1-di%C4%9Fer-ilkelerin-uygulanmas%C4%B1n%C4%B1-sa%C4%9Flayacak/>, erişim tarihi: 20.12.2018).

Üretimde çıktı verimliliğinin sağlanabilmesi için kafa ve kol emeğinin birbirinden ayrılmasını zorunlu kılan taylorizm, belirli bir teknoloji düzeyinde emek süreci nasıl kontrol altına alınır sorusuna cevap aramış ve sanayideki işleri en küçük parçalara ayırarak o işi yapmayı beceri gerektirmeyecek duruma dönüştürmüştür (Orhan, 2010: 136; Aydoğanoglu, 2011: 19). Bir üretim sürecinde çalışanın sadece kendisine ait olan işle ilgili uzmanlık edinmesini sağlayan taylorizmde, her ne kadar bir iş en küçük ayrıntılarına kadar planlanmış da olsa, makinelerin yerinin sabit olması ve çalışanların makineler arasındaki hareketliliği nedeniyle verim düşüklüğünün ve zaman kayıplarının önüne geçilememiştir. Çalışanlar aynı zaman dilimi içerisinde çalışmış oldukları parçaları tamamlamaları halinde, sistemdeki bir sonraki noktaya nakledilmesi ile de yükümlü oldukları için üretimde güçlükler ve zaman kayıpları yaşanmıştır (Çakmak, 2004: 237).

1.1.2.2. Fordizm

Taylorist sistemde, çalışanların bir üretim sürecinde makineler arasındaki hareketliliği nedeniyle yaşanan üretimdeki verimsizliklere, sembolik olarak uygulanması 1914 yılında başlanan ve taylorist yönetim felsefesinin hem tamamlayıcısı hem de daha genişletilmiş hali olarak görülen fordizmin, Henry Ford'un yürüyen bir bant sistemini otomotiv endüstrisine entegre ederek kitlesel üretimi mümkün kılması ile çare bulunmuştur. Her bir özel işin ayrı ayrı işçiler tarafından yapıldığı fordizmde, bir çalışanın sadece cıvata sıkma görevinin olması veya diğer bir çalışanın arabaya sadece tekerlek takması gibi görevlerle küçük iş bölümlerine ayrılmakta ve "yürüyen bant" yani diğer bir adıyla "akan şerit uygulaması" ile çalışanlar makinelere gitmeyip, iş çalışanın önüne gelmektedir. Tamamlandığında ise diğer bir çalışana ulaşmaktadır. Bu sistemde herhangi bir aksaklık, üretimin tüm sürecini etkileyecek olsa da alınan iş verimini ve üretim artışlarını çok yüksek düzeylere ulaştırmıştır (Bayrakçı ve Çağlayan, 2018: 321; Türkan, 2010: 31).

Taylorizmden farklı olarak, emekle birlikte makine araçlarının da yeniden örgütlenmesini sağlayan Fordizm’de, montaj hattı yardımı ile “Ford Model T”nin üretime sunulması otomobil üretim hacminde önemli ivmenin yakalanmasını sağlamıştır. Yakalanan bu ivme ile elektrikle güçlendirilen seri üretim ve yürüyen bant yardımıyla, aynı otomobilden hem çok sayıda hem de daha ucuz bir şekilde üretim mümkün olmuştur (Selçuk, 2011: 4131-4132). Fotoğraf 1.2’de görseli bulunan Ford Model T’nin yeni yöntemle gerçekleştirilmiş olan üretimi, 1916 yılının endüstrisinde el yapımı olan arabalara göre, fiyatının onda birine satılması ve piyasanın yüzde ellisini ele geçirmesi o dönemdeki başarısına örnek gösterilebilmektedir. Ford’un işçilerine, rakiplerine oranla daha yüksek meblağ olan sekiz saat çalışma karşılığında beş dolar ödemesi, işçilerini aynı zamanda ürettikleri otomobillerinin kullanıcısı yapmayı hedeflediğini de göstermektedir (Er, 2015: 425).



Fotoğraf 1. 2 Ford Model T Görünümü

Kaynak: <https://en.wikipedia.org> (erişim tarihi: 20.12.2018)

Ölçek ekonomisi çerçevesinde, seri üretim ile tek tip üründen fazlaca üretilir hale geldiği fordizm, lojistik yönetiminin önemli konularından biri olan ürünün, ham maddenin veya yarı mamulün depolarda hangi miktarda hazır olarak bekletileceğine karar veren stok yönetiminde, yüksek depolama maliyetlerine ve fordizm krizine neden olmuştur. Ürünlerin depolarda bekleyişi, hem malların genel maliyetini arttırmış hem de anında satılamamış olmaları nedeniyle, işletmeleri likidite açısından olumsuz yönde etkilemiştir (Erturgut, 2016: 136-137; Er, 2015: 426).

1.1.2.3. İkinci Sanayi Devriminin Sonuçları

Endüstri 2.0 çağında otomobil sayısındaki artış, sahip olduğu endüstri bilgi birikimi ve petrol potansiyeli ile ABD’yi otomobil piyasasında öncü ülke konumuna yerleştirmiş ve dünyada otomobil kullanımının sayısını arttırarak yeni bir taşımacılık türü olan kara yolu taşımacılığının gelişiminde büyük bir rol oynamıştır. Kara yolu taşımacılığı ile nakliye

şirketlerinin de oluşmaya başladığı bu dönemde, 1907 yılında Amerika'nın Seattle şehrinde kurulan ve günümüzün lojistik devlerinden biri olan UPS (United Parcel Service -Birleşik Paket Hizmeti) bu gelişime en güzel örneklerden biri olarak görülmektedir (MÜSİAD, 2017: 33). Otomobil üretimine kıyasla, karavan ve otobüs tarzındaki ticari araçların üretimine 1912 yılında başlanırken kamyonun üretimi ise birinci dünya savaşı yıllarında mümkün olmuştur (DPT, 2002: 3).

Dünyada ekonomik ilerlemenin ve refahın gelişmesinde büyük bir rolü olan kara yolu taşımacılığı, diğer sektörlerle yakından ilişkili olup, olumlu ve olumsuz etkilerini de diğer faaliyet alanlarına yansıtan esnek yapılı, taşıma modları arasındaki geçişlere uyumlu bir taşıma türüdür (Erturgut, 2016: 116). Kara yolu taşımacılığının gelişiminden önce, insanlar ticaret potansiyelinden ötürü kıyı kesimlerde yani liman bölgelerinde yaşarken ikinci sanayi devrimi döneminde kara yolu ağlarının yapımı ve çeliğin demiryolu ağlarındaki gelişimi ile kentleşme anlayışı da iç kesimlere doğru mutasyona uğramıştır. Yine Endüstri 2.0 çağında, Wright kardeşler ile ABD hükümeti arasında ilk uçak yapımı için bir anlaşma imzalanarak uçuş gerçekleştirilmiştir.

Endüstri 2.0 döneminde taşıma sektöründe ve sanayide kullanılan enerji kaynakları yakından incelendiğinde ise doğada oluşumu oldukça uzun yıllar gerektiren, yenilenemeyen enerji kaynaklarının fosil yakıtlarından biri olan petrol ve türevi ürünlerin çeşitli aletler yardımı ile çıkarılması bu dönemde mümkün olmuştur. Tedarik edilmesi ve taşınması fazlaca emek gerektiren kömürün, hem ulaşım sektöründe hem de endüstrideki kullanımının fazlaca emek gerektirdiğini anlayan endüstri, kömürün yerine ikame edilebilecek yeni enerji kaynaklarını aramaya yönelmiştir. Kömür gibi bir yerden başka bir yere ulaştırılması oldukça zaman alan enerji kaynağının, deniz ve demir yolu vasıtası ile taşınması, taşıma türlerine olan bağımlılığı fazlaca arttırmaktaydı. Bu nedenle yeni enerji kaynağı olarak petrolün kullanımı, içten yanmalı motorların da gelişmesini sağlayarak hem sanayinin hem de ulaşım sistemlerinin ilerlemesinde oldukça önemli rol oynamıştır (Görçün, 2016: 52-53).

Petrol ve türevi ürünlerin kullanımı, taşıma araçlarında ve sanayide daha az yer kaplayarak kapladığı alanın sanayide üretim araçlarına tahsis edilmesini sağlamıştır. Aynı zamanda birim zamanda üretilen fazla sayıdaki ürünün, daha hızlı bir şekilde taşınmasını olanaklı hale getirmiştir. Bu dönemde, deniz yolu taşımacılığında da buhar gücü ile çalışan makinelerin yerini, sıvı yakıtlı ve içten yanmalı motorlar vasıtası ile çalışan gemiler almıştır. Ulaşım sistemindeki bu yenilik, gemilerin taşıma kapasitesini arttırırken hızın artması konusunda da büyük rol oynamıştır (Görçün, 2016: 54-55-72).

1.1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

Getirdiği birçok yenilik ile literatürde değişik şekillerde isimlendirilen Endüstri 3.0, 20. yy'ın son çeyreğinde yani 1970'li yıllardan itibaren, üretimde bilgisayar teknolojileri vasıtası ile programlanabilir mantıksal denetleyicilerin (PLC) endüstride otomasyonu mümkün kılması ile başlamıştır. Endüstri 1.0 buhar makinesinin, Endüstri 2.0 elektrik yardımı ile seri üretime geçişin çağı olurken günümüzü en yakın yansıtan bu çağ; elektronik, bilgisayar ve internet teknolojilerinin yardımı ile sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişi, toplumdaki iletişim şekillerini, yönetim felsefelerini, üretimde bireyselleşme unsurunu, yeni ticaret şekillerini ve sosyal medya gibi daha birçok yeniliğin doğuşunu temsil eden bir döneme tanıklık etmemizi sağlamıştır. Bu dönemde dijital teknolojilerin yardımı ile üretimde otomasyon ileri seviyelere taşınarak insana dayalı kas gücü önemli ölçüde azalmış ve beyin gücü artmış, önceki dönemlerde kullanılan petrol, kömür gibi fosil yakıtlar da hem çevresel kaygılar, hem de tükenir olmasından ötürü yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmıştır. Enerji kaynaklarında “sürdürülebilirlik” olgusunun ön plana çıktığı bu çağda, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerji kaynakları büyük önem kazanmıştır (Taş, 2018: 13).

Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile “Bilgisayar Devrimi” veya “Dijital Devrim” olarak adlandırılan sanayileşmenin bu üçüncü dalgası, toplum yapısında meydana gelen köklü değişikliklerle yerini, enformatik topluma yani diğer bir deyişle bilgi toplumuna bırakmıştır. Bilgi toplumunda üretimde maddi sermaye yerine, bilgi ve yükseköğrenim görmüş nitelikli insan sermayesi odak olarak kullanılmış bilgisayar, elektronik haberleşme araçları, robotlar ve yeni gelişmiş teknolojiler bilginin üretilmesinde büyük rol oynamıştır. Sanayileşmenin ilk iki dalgasında, bir ürünün veya hizmetin bir yere taşınmasında uzaklık ve maliyet oldukça önemli bir unsur iken bu dönem, bilgisayarların internet ağı ile birbirine bağlanarak üretici ve tüketici arasındaki sınırların kaybolmasına şahitlik etmiştir (Aktan ve Tunç, 1998: 9-10-11).

Endüstri 3.0'ın ortaya çıkmasında büyük rol oynayan, bilgisayar ve internet teknolojilerinin gelişiminden kısaca bahsetmek, ortaya çıkaracağı diğer yenilikleri kavramak ve lojistik sektöründe yaratacağı ivmeleri yakalamak adına oldukça faydalı olacaktır.

1.1.3.1. Bilgisayarın Tarihçesi

Bilgisayarların, geçmişi çok eskilere dayanmakta ve tarihte önceleri bir hesaplama aracı olarak kullanılmaktadır. Bilgisayarlar en basit tanım ile verileri saklayan, depolayan ve ihtiyaç duyulduğunda ise bu verileri geri verebilen elektronik aygıtlardır

(<https://tr.wikipedia.org>, erişim tarihi: 02.01.2019). İlk insanların basit hesaplama aracı olarak kullandıkları “abaküs” bilim dünyasında bilgisayarların ilk yapısı olarak kabul görse de, elektrikle çalışan ilk bilgisayar olma özelliğini taşıyan “ENIAC”, ABD’nin ikinci dünya savaşına katılması ile Amerikalı bilim adamları tarafından uzun menzili toplar ve füzeleri hesaplamak üzere yapılmış yaklaşık 30 ton ağırlığından oluşan bir aygıttır (İşman, 2014: 3). 1946 yılında dizayn edilen ve Türkçe’de “Elektronik Sayısal Entegreli Hesaplayıcı” anlama gelen “ENIAC” sözcüğü İngilizce “Electronic Numerical Integrator and Computer” kelimelerinin kısaltılmışıdır. 150 Kilowatt enerji harcayan ve 167 m2 genişliğindeki bu devasa makine, 20 saatte yapılan hesaplamaları 15 saniyeye indirebilmekte ve dünyanın ilk elektronik bilgisayarı olma vasfı ile tarihteki yerini alarak, 1955 yılına kadar kullanılmaktadır (MÜSİAD, 2017: 103).

Veriler ve programların delgi kartları ile yüklendiği 1950’li yılların bilgisayar teknolojisinde vakum tüpleri kullanılmıştır (ENIAC’ta dahil olmak üzere). Oldukça fazla enerji harcayan bu tüplerin yaydıkları ısı da eş zamanlı olarak yüksektir. İlk ticari bilgisayar olan “UNIVAC”, 1952 yılında kullanıma sunulurken ilerleyen yıllarda transistörler hayatımıza girmiş, silikon çiplere entegre devreler yüklenmiş ve daha küçük boyutlarda, daha hızlı ve daha düşük maliyetli mikro bilgisayarların üretimi mümkün hale gelmiştir (Namazcı, 2012: 9). Nitekim bugün dünyanın en büyük yarı iletken üreticilerinden biri olan Intelin kurucu ortağı Gordon Moore da kendi adıyla bir yasa haline gelen transistörler hakkındaki makalesini, 1965 yılında “Electronics Magazine” adlı dergide yayımlamıştır. Moore yasasına göre, mikroişlemcilerin içerisindeki transistörlerin sayısı her yıl iki kat artmaktadır. Bunun sonucunda transistör sayısındaki bu artış, bilgisayarların işlem kapasitelerini de doğru oranda artırırken üretim maliyetlerini sabit bırakmakta, hatta azaltmaktadır. Günümüze kadar büyük oranda geçerliliğini koruyan Moore’un bu öngörüsü, elektronik aygıtların daha fazla verinin depolanabilmesini sağlamada öncü olmasını sağlamıştır (Sayılğan, 2017: 446).

Bilgisayar teknolojisinde 1970’li ve 1980’li yıllara gelindiğinde ise İngilizcesi “personal computer” olarak adlandırılan kişisel bilgisayarlar piyasaya sürülmüş, Apple ve Radio Shack gibi markalar kişisel bilgisayar ürünlerini satmaya başlamıştır. Önceleri bir oda büyüklüğünde olan bilgisayarlar, geçirmiş olduğu evrimlerle giderek küçülerek ofislerde ve evlerde kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu dönemde Microsoft’un kurucularından olan Bill Gates, Microsoft işletim sistemini piyasaya tanıtması ile bugün, ofis yazılımları ve işletim sistemleri pazarında dünyada lider konuma yükselmeyi başarmıştır. Laptop, dizüstü veya

taşınabilir bilgisayarların ve türev ürünlerin de üretimi ile bu elektronik aygıtlar, günümüzde cebimizde taşınabilecek kadar işlevsel hale gelmiştir (İşman, 2014: 4-5).

1.1.3.2. İnternetin Tarihçesi

Endüstri 3.0, bilgisayar teknolojisinde yaşanan gelişmelere paralel olarak dünyadaki tüm bilgisayarların “internet” ağı ile birbirine bağlandığı bir dönemdir. İnternet ve dijital geleceğin tarihini inceleyen John Ryan, bu teknolojiyi endüstrileşmenin bir çocuğu olarak görmektedir. Endüstrileşmenin ilk dönemlerinde yaşanan hiyerarşik ve merkezi düzen, bu dönemde büyük bir değişime uğrayarak dünyanın ağ ve şebekeler boyunca birbirine bağlandığı bir çağıdır (Başlar, 2013). Bilgiye kolay erişim ve paylaşma gerekliliği ile ortaya çıkan internet kavramını tam olarak açıklayıcı nitelikte tanım yapılamasa da, kimine göre dev bir kütüphane, kimine göre bir alışveriş merkezi, kimine göre ise dünyanın en büyük üniversitesini ifade eden sanal bir dünyadır (Yılmaz ve Horzum, 2005: 111). Dünyayı birbirine yakınlaştıran internet tanımlamalarını farklı görüş açılarına göre arttırmak mümkündür.

Dünyada internetin orjininin, ABD'nin bilim, mühendislik ve ekonomi alanındaki başarılarıyla ün kazanan teknik üniversitelerinden biri olan, Massachusetts Institute of Technology (MIT)'de J. C. R. Licklider'in 1962 yılında “galaksiler arası bilgisayar ağı” adlı konuyu tartışmaya açması ile başlamaktadır. MIT'de araştırmacı olan J. C. R. Licklider ve Lawrence Roberts yaptıkları çalışmalarla, şebekeleşmenin yapılabilir olduğunu kanıtlayarak 1965 yılında Kaliforniya'daki bir bilgisayarla, Massachusetts'deki bilgisayar arasında bağlantı kurmuş ve ilk kez bilgisayarların birbirleri ile konuşması bu sayede mümkün olmuştur (Erturgut, 2008: 80; Kutup, 2010: 12).

Günümüz internetinin atası olarak bilinen internet teknolojisi esasen II. Dünya savaşı sonunda ABD ve Sovyetler Birliği arasında yaşanan kutuplaşma sonucu, soğuk savaşın meydana getirdiği bir askeri gereklilik neticesinde ortaya çıkmıştır. Herhangi bir saldırının meydana gelmesi durumunda, ABD askeri üsleri arasında iletişim sağlamak amacıyla 1958 yılında ABD Savunma Bakanlığının bir kolu olarak faaliyette bulunan “ARPA” (Advanced Research Projects Agency - Gelişmiş Araştırma Projeleri Teşkilatı) kurulmuştur. ARPA bünyesinde oluşturulacak olan iletişim ağının tek bir merkeze değil, birden fazla bağlantıya olanaklı olması ve bir parçada meydana gelen herhangi bir aksaklık durumunda, diğer parçaların iletişimi devam ettirebilmesi hedeflenmiştir. Bunun için internet aracılığı ile gönderilen mesajların ulaştırılmadan önce paketlere ayrılmasına, ulaştığı anda ise tekrar bir araya gelmesini sağlayan “paket anahtarlama” teknolojisi geliştirilmiştir. Amerikalı mühendis

Paul Baran bu teknolojinin faydalarını sıraladığı raporunda, olası düşman saldırılarından en az etkilenebilir olmasını en öncelikli sıraya yerleştirmiştir. 1962 yılında ABD Hava kuvvetlerinin olası füze ve uçak saldırılarını kontrol edecek bir ağ oluşturma çabasına ARPA da destek vermiş ve bu ağın adı “ARPANET” olarak karşılık bulmuştur (Civelek ve Sözer, 2003; Başaran, 2010: 257).

İlk fiziksel ağın 1969 yılında California eyaletinde kurulduğu bilgisayar ağı; Stanford Araştırma Enstitüsü, UCLA, UC, Santa Barbara ve Utah Üniversitelerinden oluşan dört noktayı birbirine bağlamıştır (Civelek ve Sözer, 2003). İnternet teknolojisinde 1970’li yıllara gelindiğinde ise elektronik postanın (e-mail) mucidi olan Ray Tomlinson, e-posta’yı ARPANET ile uyumlu hale getirerek ilk elektronik mail gönderimini gerçekleştirmiştir. Bu gelişme, internet üzerinden iletişimi sağlayan önemli adımlardan biridir. Tomlinson kişilerin birbirinden ayırt edilebilmesini sağlamak için kullanıcı adı ve adreslerinin birleştirilebilmesini sağlayacak @ sembolünü kullanmıştır. Yine bu yıllarda internetin temel iletişim protokollerinden biri olan TCP/IP Bob Kahn tarafından önerilmiş ve ARPANET, standart protokollerine kavuşarak istenen olgunluğa erişmiştir. Telnet protokolünün uzaktaki bir bilgisayara bağlanması ve FTP protokolünün geliştirilmesi ile de internete bağlı olan bilgisayarlar arasında dosya aktarımının sağlanması bu dönemdeki diğer gelişmelerdir (Aslan, 2005: 77; Kutup, 2010: 12).

Ağ teknolojisinin “internet” olarak adlandırılmaya başlandığı 1980’li yıllar’da, internet askeri amaçlarla kullanımının yanında, üniversitelerde hizmet veren araştırmacıların ve akademisyenlerin de bilgi alışverişinde bulunmak üzere yararlandıkları bir yer haline gelmiştir (Başaran, 2010: 258). 1983 yılında ARPANET büyük bir dönüşüm içerisine girerek, sadece askeri amaçlarda başvurulmak üzere kullanılan MILNET ve akademik, sanayi ve kamu kurumlarının yararlandıkları ARPANET olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Aydoğan ve Başaran, 2012). Bu dönemin ayırt edici bir diğer gelişmesi, internetin omurgasını oluşturan NSFNET’ in (National Science Foundation - Ulusal Bilim Vakfı) kurulmasıdır. NSFNET, ülke çapındaki tüm süper bilgisayarların birbirine bağlanması misyonunu üstlenerek 1990’lı yıllardan itibaren ARPANET’in kendisine devredilmesi ile internet ağını üniversitelerin ve kamu kurumlarının ötesinde, daha geniş bir kesimi kapsayan sivil bir alt yapı haline dönüştürmüştür (Aydoğan ve Başaran, 2012; Aslan, 2005: 77).

Türkçesi “dünyayı saran ağ” anlamına gelen ve Avrupa merkezli bir teknolojik gelişme olan “world wide web’in” (www) gelişimi 1990’larda, Tim Benners Lee önderliğinde başlamış ve web’in ortaya çıkışı ile de internet küresel hale gelmiştir. Önemli gelişmelerden biri olarak görülen internet teknolojisinin ticari kullanıma sunulması yine bu

yıllarda gerçekleşirken ilk arama motoru olan Yahoo, 1995 yılında faaliyete geçmiş ve bugün dünyanın dev şirketlerinden biri olan Google'da 1998 yılında kurulmuştur. Kullanıcıların internet tarayıcıları üzerinden enformasyonu görüntülemelerine yarayan web'in bu ilk dönemi, literatürde Web 1.0 olarak adlandırılırken 2000'li yıllar ile birlikte "sosyal medya" olarak adlandırılan internet temelli uygulamaların hayatımıza girişi ile kullanıcılarının içerik üretmek üzerinde üzerinde değiş-tokuş yapabildiği, arkadaşlarıyla bu mecralar üzerinden iletişim kurabildiği Web 2.0 dönemi başlamıştır. Web 2.0'da görülen popüler platformların bazıları; Wikipedia, Facebook, Twitter, YouTube, Instagram vb. uygulamalardır (Aydoğan ve Başaran, 2012).

1.1.3.3. Üçüncü Sanayi Devriminin Sonuçları

Endüstrileşmenin üçüncü dalgasında, 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren internetin iş yapma yeri olarak ticari kullanıma açılması ile birlikte, Amazon, eBay gibi alışveriş sitelerinin kurulması, alıcı ve satıcının herhangi bir aracı olmaksızın, internet platformunda buluşmasına ve alışverişine olanak sağlayan "e -ticaret" kavramının doğuşunu beraberinde getirmiştir. İnternet; geleneksel ticaretin şeklini değiştirerek, tüketicilerin zaman ve mekan fark etmeksizin 365 gün 24 saat alışverişine olanak tanımıştır (İleri ve İleri, 2011: 109). Farklı kurumlar tarafından değişik şekillerde tarif edilen e-ticaret kavramı konusunda, internet pazarında katılımcı sayısının fazlalığı ve karmaşık ilişkilerin hızlı gelişebilmesi yönüyle ortak bir mevcut tanım yoktur (Çeviker vd, 2013: 69). Bu kapsamda tarif edilen e-ticaret tanımlarının bir kısmına göre, bilgisayar ağ kanalları aracılığı ile bilginin, ürünün veya bir hizmetin satılması ve satın alınması faaliyetlerinin yanında, tutundurma hizmetlerini pazarlama kanalı ile sağlamak, satış sonrası ve öncesinde müşteri desteğinde bulunarak lojistik iletişimi de yine küresel internet ağı yolu ile temin etmektir. Dünya Ticaret Örgütü'nün (WTO) e-ticaret tanımına göre ise mal ve hizmetlerin üretim, reklam, satış ve dağıtımlarının internet ağları aracılığı ile elektronik ortamda gerçekleştirilmesidir (Elibol ve Kesici, 2004: 306).

Sanayi devriminin gelişiminde büyük rol oynayan demiryolu endüstrisinde, tedarik zincirinin üyeleri coğrafi mesafelere egemen olurken e-ticaret; üretici ve tüketici arasındaki coğrafi mesafeleri ortadan kaldırarak araçların ticaret üzerindeki etkisini ve maliyetleri azaltmıştır. Ülkelerin ekonomik olarak birbirlerine bağımlılıklarının arttığı ve pazarın tek bir pazar haline dönüştüğü e-ticarete, tüm dünya bir ürünün veya hizmetin müşterisi olarak kabul edilmiş ve ticaret kavramı da küresel şekle kavuşmuştur (İşler, 2008: 279). Kredi kartı ve

online ödeme şekillerinin hayatımıza girdiği bu dönemde, elektronik ticarete artan tüketici talebinin etkisiyle ürünlerin stok devir süreleri azalmıştır (Çeviker vd, 2013: 69).

Bir işletmenin dünyaya açılan kapısı olan elektronik ticaret, gün geçtikçe gelişmeye devam etmektedir. Endüstri 3.0 çağında e-ticaretin hayatımızda bu kadar önemli bir şekilde yer kaplamasının en temel nedenlerinden biri, şüphesiz ki “kişiselleştirme” olgusudur. Bu çağda, ikinci sanayi devrimi ile gelen kitlesel-standart üretim kavramı yerini, her tüketicinin algı, zevk ve görüşlerine göre farklılaşan bireysellik olgusuna bırakmıştır. Arama motorlarında herhangi bir ürünün veya hizmetin aranmasından veya tüketicinin yaptığı herhangi bir alışverişinden, sitelerin dili, içerikleri ve reklamları tüketicilere göre anında değişebilmekte ve kişiselleştirilmektedir (Başlar, 2013). Kişiselleştirme yeteneği, müşterilerin istedikleri şeyin, istenilen zamanda ve istedikleri mekanda işletmeler tarafından karlı bir biçimde sunulması olarak tanımlanmaktadır (Tonta ve Küçük, 2005: 5). Bu yetenekle gelişen elektronik ticaretin alt yapısı ile tüketicilerin alışkanlıkları, tercihleri ve demografik özellikleri takip edilerek, alıcı ve satıcı arasında kişiye özel ticari ilişkiler kurulmaktadır (Elibol ve Kesici, 2004: 309).

Sanayileşmenin üçüncü dalgasındaki bilgisayar ve internet teknolojisindeki gelişmeler, e-ticaretin doğuşunu ve gelişimini sağlamasının yanı sıra, lojistik sistemlerde de yarattığı dönüşümler ile “e-lojistik” olarak adlandırılan yeni bir kavramla tanışıklık elde edilmesini sağlamıştır. E-lojistik tedarik zinciri yönetiminin bir parçası olarak görülen ve bir ürününün doğru zamanda, doğru miktarda, en uygun fiyatla nihai tüketiciye akışı ile ilgilenen geleneksel lojistiğin daha gelişmiş bir versiyonudur. Geniş bir tanımının yapılması oldukça zor olan bu kavramda “bilgi” oldukça önemli bir unsur olmakla beraber; satın alma, depolama, dağıtım ve müşteri hizmetleri vb. geleneksel lojistik süreçlerinde internet teknolojisinin esas alındığı bir sistemdir (Gülenç ve Karagöz, 2008). Elektronik bilginin yönetilmesi, depolama operasyonlarında otomasyon teknolojilerinden yararlanılması, ulaştırma alt yapısı ve işletmenin katma değer yaratan lojistik hizmetleri bu sistemin sahip olduğu önemli bileşenlerdir (Karayün ve Uca, 2018: 48).

Çevik ve hızlı lojistik sistemlerin kurulmasının zorunlu olduğu günümüzde, müşteri bir ürünü satın aldığı andan itibaren, malın tüm taşıma süreçlerine ve kendisine ulaştırılacağı zamana hakim olmak istemektedir. Lojistik hizmet veren işletmelerin kullanmış olduğu elektronik programlar sayesinde; ürünün taşıma, sipariş oluşturma ve gönderi takip süreçleri kolaylıkla müşteri tarafından takip edilebilmekte ve navlun faturası gibi taşıma ile ilgili tüm belgeler de elektronik ortamda düzenlenebilmektedir (Gülenç ve Karagöz, 2008; Karayün ve Uca, 2018: 47). Elektronik ortamda firmalar ve müşteriler arasında doğrudan bir ilişki

kurulması, iletişimin sağlıklı ve hızlı olmasını sağlarken envanter maliyetlerini de azaltıcı bir etki yaratmakta, aynı zamanda müşterilere de sipariş ettikleri ürünün nerede, ne zaman geleceği konusunda takip etme özgürlüğü sunmaktadır (Bakkal ve Demir, 2011: 51).

Endüstrileşmenin üçüncü dalgasında, elektronik ticaretin gelişmesi ve rekabetin hız kazanması ile birlikte küçük parti ürünlerinin taşınması giderek önemli hale gelmiş ve taşıma sistemlerinde yaşanan e-lojistik gibi gelişmeler hız ve esnekliğin artmasını sağlamıştır. Hız, siparişi yapılan bir ürünün bulundurulmasının yanı sıra, değişimlere çabuk uyum sağlayabilmek, esnek olmak ve müşterinin isteklerine hızlı bir şekilde yanıt verebilir olma özelliklerini mevcut kılmaktır. Bu çağda artan ticaret hacmi, lojistik faaliyetlerde hızlı ve esnek olabilme arzusu, lojistik taşıma şekillerinde de yenilikleri beraberinde getirmiştir. Çapraz sevkiyat, multimodal (intermodal) taşımacılık, konsolidasyon, etiketleme ve paketleme gibi yeni dağıtım ve taşıma sistemlerinin kullanılmasını sağlamıştır (Gülenç ve Karagöz, 2008; Çağlar, 2014: 43).

Yeni dağıtım ve taşıma sistemlerinin yanında sanayileşmenin üçüncü çağı, çağdaş yönetim ve organizasyon uygulamalarından olan dış kaynak kullanımının lojistik sektöründe de izlerini gösterdiği bir dönem olmuştur. Her ne kadar ilk kullanım örneklerinin, Roma dönemine kadar gittiği düşünülse de asıl gelişim ve öneminin 90'lı yıllarda şirketler tarafından anlaşılması ile modern şekline kavuşabilmiştir. Endüstrileşmenin gelişiminden önce tedarikten üretime, üretimden taşıma ve depolamaya kadar tüm faaliyetlerin tek bir işletme tarafından gerçekleştirilmesini bunun bir güç sahibi olmanın getirdiği özellik olarak düşünülürken zamanla bunun maliyet kayıplarına ve işletmeleri temel-çekirdek yeteneklerinden uzaklaştıran ve markalaşmayı engelleyen en temel neden olduğu görülmüştür (Görçün, 2016: 102-103).

Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımının adlandırılış şekli, üçüncü parti (3pl) ve dördüncü parti (4pl) lojistikdir. Birinci partiyi şirket, ikinci partiyi müşteri oluştururken, üçüncü parti; alıcı veya satıcının faaliyetlerini üstlenen şirkettir. Bir şirkete üçüncü parti lojistik şirketi denilebilmesi için kendi başına sadece taşıma veya depolama faaliyetini üstlenmesi yetmemekte, asgari olarak bu faaliyetlerden birkaçını birden entegre bir şekilde yerine getirmesi gerekmektedir (MÜSİAD, 2015: 24). Şirketlerin alanında uzman şirketlere lojistik faaliyetleri devretmesi, kendilerini rakiplerinden ayıran ve kolayca taklidi yapılamayan temel yetenekleri konusunda uzmanlık elde etmelerine, maliyet avantajına, risklerin devredilmesine, depolama ve stoklama maliyetlerinin azalmasına, lojistik hizmetlerin müşteri tercihlerine göre farklılaştırılması gibi faktörlerde avantaj elde etmelerine olanak sağlamıştır (Erturgut, 2016: 230-231).

Dış kaynak kullanımının yanında endüstrileşmenin üçüncü dalgası, kitlesel üretim bandında üretilen standart ürünler yerini bu dönemde, her tüketici talebine göre farklı yönlerde şekillenen bireysel üretim mantığına bırakmıştır. O çağlarda yaşanan “ne üretirsek onu satarız” anlayışı, yüksek stok maliyetleri ve fordizm krizi sanayileşmenin üçüncü dalgasında yönetim paradigmalarının kökten değiştiği üretimde israfın, çalışanlarda ise vasıfsızlaşmanın önüne geçilmeye çalışıldığı esnek üretime yani postfordizme bırakmıştır. Üretimde yalınlaşmanın oldukça önemli hale geldiği bu dönemde, Japonya’da ortaya çıkan Toyota üretim sistemi veya tam zamanında üretim felsefesi olarak değişik şekillerde isimlendirilen “stoksuz üretim” anlayışı, üretimde verimliliklerin büyük oranda sağlanmasını ve işletme faaliyetlerinde her daim iyileşmeyi temel alan kaizen felsefesinin, vizyon edinilmesini sağlamıştır. Önce üretim sonra müşteri bulma anlayışı bu dönemde terk edilerek müşterinin talebi doğrultusunda üretime geçilmesini ve önceki dönemlerde görülen itme stratejisi yerine, çekme stratejisinin esas alınarak sıfır stok-sıfır hata olgusuna ulaşmanın mümkün olduğunu göstermiştir.

1.1.3.4. Tam Zamanında Üretim

Tam zamanında üretim sistemi (Just In Time-JIT), üretimde kullanılacak bütün girdilerin daha az talep edilmesini ve katma değer yaratmayan her türlü israfın engellenmesi gerektiğini savunan yalın üretim sisteminin, yalın envanter uygulamalarındandır (Murphy ve Knemeyer, 2016: 145; Türkan, 2010: 29). Literatürde yalın üretim ve tam zamanında üretim kavramlarının birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir (Emiroğlu, 2016: 74). “Yalın” olma fikrinin, Japon organizasyonlarında bir yönetim felsefesi olarak benimsendiği yalın üretim; bir ürünün tasarlanmasından, sevkiyatına kadar olan tüm süreçte ihtiyacı bulunmayan her türlü faaliyetten kurtulmayı hedef alır. Bu düşünceye göre; üretim hataları, aşırı üretim sonucu elde edilen stoklar, stokların bekletilmesi, gereksiz taşıma gibi süreçlerin tamamı birer israf kaynağıdır ve israf; ürünün maliyet kalemlerini arttırarak, müşteri memnuniyetsizliğine neden olmaktadır (Türkan, 2010: 29; Şeker, 2016: 450).

Tam zamanında üretim sisteminin ortaya çıkmasında, ikinci dünya savaşı sonrasında Japonya’nın içerisinde bulunduğu ekonomik konjonktür etkili olmuştur. Kıt olan sermaye kaynaklarının Toyota üretim sistemi kapsamında en düşük maliyet ile yönetilebilme fikri, Toyota başmühendisi Taiichi Ohno önderliğinde geliştirilmiştir. 1973 petrol krizi sonrasında, diğer Japon işletmelerince de bu felsefenin önemi anlaşılacak ülke genelinde uygulama alanı bulmuştur. Japon üreticileri, enerji krizi ile gelen kaynakların tükenişine paralel olarak üretimdeki maliyetleri azaltmayı ve kayıpların (israfın) önüne geçilmesi gerektiğini fark

etmiştir. Azalan maliyetler ile batı otomobillerinin yarı fiyatına kaliteli Japon araçlarının üretilmesi, dikkatlerin bu üretim felsefesine çekilmesini sağlamıştır. Bu kapsamda JIT felsefesi, 1980'lerin başından itibaren Amerika'dan Avrupa'ya kadar hızla tüm dünyada yaygınlık göstermekle beraber, günümüzde General Motors, Apple Computer ve IBM gibi dünyaca tanınan firmaların bu üretim yöntemini kullandığı görülmektedir (Özkan ve Esmeray, 2002: 129-130; Vargün, 2009: 252).

Literatürde değişik şekillerde tanımlanan JIT, tüketiciler tarafından ihtiyaç duyulan veya talep edilen bir ürünün doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda, doğru malzeme ile hemen devreye sokulmasını temel alan bir üretim sistemidir (Vargün, 2009:252; Atmaca ve Terzi, 2007: 295). “Satabileceğimiz bir malı ihtiyaç duyulan zamanda üretiriz” anlayışı ile hareket eden bu sistemde, talebi oluşmayan bir ürün üretime girmemektedir. Bu durum depolarda “sıfır stok” faktörünü yaratarak yüksek depolama maliyetlerinin yanında, taşıma maliyetlerinin de önüne geçilmesini sağlamaktadır (Vargün, 2009: 253).

Lojistik verimlilik açısından bazı dönüşümleri de beraberinde getiren TZÜ yaklaşımında, emniyet stoğu olmadığı için tedarikçilerin yüksek kalitede olan ürünleri ulaştırmaları hedeflenmekte ve tedarikçinin bir rakipten ziyade, bir ortak olarak görülme ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu üretim sisteminde müşteri; daha küçük partiler halinde, daha sık sipariş verme eğiliminde olduğu için artan sipariş faaliyetini hatasız karşılayabilmek amacı ile tedarikçiler, müşterilerine nispeten daha yakın olmalıdır. Daha yakın tedarikçi konumlarının sağlanması, üretim yaklaşımında kamyonla yapılan taşıma şeklini önemli hale getirmektedir. Bu kapsamda yapılacak olan üretim ve dağıtım tesislerinin bu taşımaya elverişli bir şekilde düzenlenmiş olmasına dikkat edilmelidir (Murphy ve Knemeyer, 2016: 145).

TZÜ sistemi yalnızca stokların azaltılması ve yönetilmesi süreci olarak anılsa da gerçekte bir işletmede pazarlamadan, satışa, bakım onarımdan, mühendislik tasarıma da kadar tüm faaliyetleri etkilemektedir (Emiroğlu, 2016: 74). TZÜ felsefesi çekme sistemine dayalı bir sistemdir ve bunu Japonca “kart” anlamına gelen “kanban” aracılığı ile sağlamaktadır. Bir üretim kontrol sistemi olan çekme sisteminde, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçi talep edilen zamanda bir önceki iş istasyonuna giderek ihtiyaç duyduğu sayıdaki parçayı çekmekte, yani almaktadır. Konfeksiyon ve tekstil firmaları çeken sistemlere örnek verilmekle beraber, en spesifik örnek; bir fast food restoranı olan Mc Donalds'tır. Müşterinin Mc Donalds'ta hamburger siparişi etmesi ile servis yapan kişi hamburgeri vermekte ve hamburger sayısının azaldığı gören çalışan yenilerini yapmaktadır. Stokların azaldığını gören yönetici ise yenilerini sipariş etmektedir. Bu kapsamda müşterinin talebi, ürünlerin stok sürecini etkileyen

bir çekme sistemi oluşturmaktadır. İten sistemlerde ise değişikliklere uyum sağlamanın yolu, stok bulundurmaktan geçer. Yüksek stoklarla çalışmanın kaçınılmaz olduğu bu sisteme, en spesifik örnek okul yemekhaneleridir. Yemekte o hafta kaç öğrencinin yemek yiyeceği tahmin edilerek sipariş verilmektedir. Kısacası, gerekli üretimin tahmin yolu ile elde edildiği bu sistemde sürprizlere yer yoktur ve yapılan üretim müşteri talebine gerek duyulmaksızın itme stratejisine dayanmaktadır (Kanat ve Güner, 2006: 276; Gecü, 2008: 22).

TZÜ sistemi, Jidoka (otonomasyon) ve Poka Yoke (Hatasız üretim) olarak adlandırılan çeşitli yaklaşımlara dayanmaktadır. Jidoka, herhangi bir sorunun tespiti durumunda üretimi durdurma yetkisi verir (Öztuna, 2017: 44). Hataların kaçınılmaz kusurların ise engellenebilir olarak görüldüğü poke yoke kavramında ise kusurların nasıl en aza indirilebileceği ile ilgili çalışılmaktadır. Her iki kavram arasındaki en önemli fark; jidoko hata oluşuktan sonra, poke yoke ise hata oluşmadan önce kullanılmaktadır (Erdoğan vd, 2006: 197).

1.1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi

İlk kez Almanya'nın Hannover Ticaret Fuarında 2011 yılında ortaya atılan Endüstri 4.0, sanayileşme sürecinin dördüncü dalgasıdır. Endüstrideki dördüncü dönüşümün Almanya tarafından resmi sanayi politikası olarak benimsemesi ile fiili olarak başladığı varsayılan Endüstri 4.0'ın, ne zaman ve nasıl tamamlanacağı henüz kestirilememektedir (Görçün, 2016: 141). Üçüncü sanayi devrimi ile birlikte gelen bilgi teknolojilerinin endüstride otomasyonu mümkün kılmasından öte Endüstri 4.0, makinelerin birbirleri ve insanlar arasındaki iletişimini mevcut kılarak üretimde endüstriyel robotlarının yaygın hale gelmesini ve insanların iş yerinde geçirdikleri zamanın “akıllı fabrikalar” aracılığı ile azalarak kol gücünün tarih, zihin emeğinin ise altın çağa ulaşacağı bir devrimdir.

Endüstrileşmenin üçüncü dalgasındaki bilgisayar ve internet teknolojileri, dünyayı birbirine bağlarken dördüncü sanayi devrimi çeşitli bileşenlerin aracılığı ile bağlanan bu dünyaya; makinelerin, nesnelerin ve insanların birbiri arasındaki bağlanabilirliğini de ekleyerek üretim, taşıma, günlük yaşantı gibi daha birçok süreçte hayatın ve endüstriyel yapının değişmesinde büyük rol oynayacaktır. Bu devrimde, diğerlerinden farklı olarak insan faktöründen tümüyle arındırılmış karanlık fabrikalarda, makineler birbirleri ile entegre bir şekilde koordineli olarak üretim yapabilecektir. Ayrıca endüstrileşmenin bu dönüşümünde, endüstride ileri teknoloji içeren katma değeri yüksek ürünlerin üretimi daha ucuza mal edilebilirken pazara çıkış süresi de minimuma indirilebilecektir. Bu kapsamda

endüstrileşmedeki dördüncü dönüşüme kadar sanayi devriminin geçirmiş olduğu aşamalara Şekil 1.1’de yer verilmektedir.



Şekil 1.1 Sanayi Devriminin Aşamaları

Kaynak: TUSİAD, 2016: 19

Sanayi devrimleri ile ilgili tarihsel süreç incelendiğinde, devrimlerinin orjininin Batı ülkeleri olduğu gözlemlenmektedir. Gelişmiş batılı ülkeler önceleri ürünlerinin üretimlerini ucuz iş gücü avantajı sayesinde, gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirirken günümüzde rekabet üstünlüğü konusundaki bu dengelerin Batılı ülkelerden Çin, Hindistan, Brezilya gibi ülkelere kaydığı görülmektedir (EKOIQ, 2014: 2). Ülkeler arasındaki rekabet farklılıklarının gittikçe açıldığı son yıllarda, düşük maliyetli ve yenilikçi üretimin Doğu Asya ülkelerinde yükselişi oldukça dikkat çekici bir konudur.

Tablo 1.2 Ülkelerin Sanayi Ürünleri Satış Gelirleri (Milyar USD)

Ülkeler	2006	2011	Yüzdesele Değişim
Euro(27)Bölgesi	550	620	12,72
ABD	280	280	0
Almanya	190	220	15,79
Rusya	10	15	50
Çin	170	580	241,18

Kaynak: Ersoy, 2016 akt.Öcal ve Altıntaş, 2018: 2082

Tablo 1.2’de, ülkelerin 2006 yılından 2011 yılına kadar endüstriyel satış ürünleri incelendiğinde, Çin’in sanayi ürünlerinden elde ettiği gelirlerde büyük bir sıçrama olduğu görülmektedir. Bu noktada Çin’in ucuz emeğin mevcudiyeti sayesinde, gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında karşılaştırmalı bir üstünlük elde ettiği anlaşılmaktadır (Öcal ve Altıntaş, 2018: 2082). Tam da bu noktada Endüstri 4.0, Batılı ekonomilerin üretimde ileri teknoloji ve

otomasyonu kullanarak sanayideki rekabet üstünlüklerini yeniden kazanma amaçlı bir inisiyatiftir. Bu amaçla Almanya’da ortaya atılan endüstrileşmenin bu dalgasında, endüstrideki yeni stratejiler yardımı ile emek gücünün robotlarla ikame edilmesi vasıtasıyla başta imalat sanayi olmak üzere otomotiv, havacılık, sağlık, lojistik gibi sektörler öncelik verilerek ülkeler arasındaki rekabet açığının azaltılması hedeflenmektedir (Gür vd., 2017: 69; Öcal ve Altıntaş, 2018: 2082). Endüstri 4.0, bilişim ve sanayi sektörünü bir arada buluşturarak sanayide üretim maliyetlerini azaltmak ve ileri teknoloji içeren katma değerli ürünleri daha ucuza mal edilmesini sağlamak isteyen ülkelerin rekabet avantajı yaratma konusunda adeta birer umudu haline gelmektedir.

Dünya Ekonomik Forumu’nun (World Economic Forum) kurucusu ve aynı zamanda başkanı olduğu Klaus Schwab’a göre, endüstride dördüncü bir dönüşümün başlamasını sağlayan üç neden vardır (Schwab, 2017: 11). Bunlar:

- Hız: Endüstrileşmenin dördüncü dalgası doğrusal olarak değil, üstel bir hızla gelişmektedir. Yaşamakta olduğumuz dünyada gelişen teknoloji, birbiri ile bağlantılı daha yeni teknolojilerin doğuşunda önemli derecede rol oynayacaktır.
- Genişlik ve derinlik: Endüstri 4.0 ile gelen dijital devrim; ekonomik faktörlerin yanı sıra iş hayatında, toplum yapısında ve bireysellikte eşi benzeri görülmemiş bir paradigma değişmelerini de beraberinde getirecektir.
- Sistem etkisi: Ülkelerin, şirketlerin, sektörlerin ve toplumun bir bütün olarak dönüşümünü de içinde barındırmaktadır.

Yine endüstrileşmenin bu dönüşümünde, teknolojinin diğer dönemlere kıyasla sanayinin önünde gidiyor olması ortaya çıkması muhtemel iş modelleri, yeni iş yapma biçimleri, mal ve hizmet modüllerinde daha fazla kişiselleştirilme olgusu ve örgütsel yapılarda yeniden doğuşu temsil ederken bu dönemin insanlar için adeta bir dönüm noktası olduğunu göstermektedir (Banger, 2017: 24). Kapsadığı ve etkilediği alanların oldukça geniş olduğu Endüstri 4.0, geçmiş dönemlere kıyasla, daha hızlı ilerlerken tüm teknolojilerin iç içe geçerek kaynaşması yolu ile nanoteknolojiden, gen dizilemesine, yenilenebilir enerjiden, nanoteknolojilere kadar birçok faktörde gelişmelerin ortaya çıkacağını göstermektedir (Schwab, 2017: 17).

Sener ve Elevli’ye göre ise dördüncü sanayi devrimini diğerlerinden farklı kılan ve üretimde hata faktörünün önüne geçilerek niteliksiz iş gücünü ortadan kaldıran temel unsur; sensör, veri, bilgi ve işlem sistemlerinin birleştirilmesidir (Sener ve Elevli, 2017: 26). İnsanların çevrelerinde olup biteni duyu organları ile algılama yapısına benzer olarak nesnelere de ısı, ışık, nem, sıcaklık, hareket gibi değerleri üzerlerinde bulunan sensörler aracılığı ile

algılar (Banger, 2017: 39). Bu kapsamda sensörler; hassas ve ölçüm yapma kabiliyeti yüksek olan ortamdaki ısıyı, nemi, ışığı, hareketi, titreşim gibi sinyallerin veriye dönüşmesini sağlayan algılayıcılardır. Bulduğumuz her ortama veri yaydığımız günümüzde önemli olan Endüstri 4.0'da, bu verilerin belli bir sistematik yapıda toplanmasını sağlayarak "big data" (büyük veri) aracılığı ile ayıklayabilmektir. Verilerin anlamlı bir yapıya dönüştürülebilme aşamasında ise bilgi faktörü devreye girmektedir. Bu yapıda kullanılan yazılım algoritmaları vasıtası ile toplanan veriler, makinelerin faaliyete geçmek üzere kullandıkları işlem için karar verme sürecini gerçekleştirmektedir. Sensörler aracılığı ile toplanan veriler, sistematik bir yapıya kavuştuktan ve karar verme sürecini tamandıktan sonra, son aşamada işlem aşamasına ulaşmaktadır. Bu aşama, planlanan faaliyetlerin fiziksel bir harekete yani eyleme dönüştürülmesi sürecidir. Örneğin aracın yön değiştirmesi, robot kolunun hareket etmesi, yükün depo robotları aracılığı ile taşınması bu aşamadaki örneklerdendir. Bu kapsamda Endüstri 4.0 için gerekli olan tüm bu aşamalar Şekil 1.2'de gösterilmektedir (Sener ve Eleveli, 2017: 27-28).



Şekil 1. 2 Endüstri 4.0 İçin Gerekli Dört Unsur

Kaynak: Sener ve Eleveli, 2017: 27

1.1.4.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Tanımı

Dördüncü sanayi devrimi veya Endüstri 4.0, ülkeden ülkeye göre değişiklik gösteren isimlendirmeleri mevcut olan bir kavramdır. Endüstrileşmenin dördüncü dönüşümü; Almanya’da “Platform Endüstri 4.0”, ABD’de “Endüstriyel İnternet” (Nesnelerin Endüstriyel İnterneti), Japonya’da “Toplum 5.0”, Çin’de “İnternet +”, Güney Kore’de “Akıllı Fabrika” ve “Akıllı Şehir” gibi girişimlerle ifade edilmektedir. Endüstri 4.0’ı tanımlamak üzere çeşitli kavramlar öne sürülmektedir. “Sanayi 4.0”, “Akıllı Fabrika-Akıllı Üretim”, ”Dijital Sanayi Çağı”, “Makineden Makineye”, “Endüstriyel İnternet” bu kavramlardan bazılarıdır. Görüldüğü üzere, dördüncü sanayi devriminin kavramsallaştırılmasında ve tanımlanmasında ortak, uzlaşmış bir ifade yoktur (Gür vd., 2017: 69-73).

Literatür kapsamında incelen Endüstri 4.0 tanımlamalarından bazıları aşağıdaki gibidir:

“Tüketiciler tarafından talep edilen bir ürünün yaşam döngüsü çerçevesinde siparişten teslim kadar bütün sürecin tam bir kontrol altında tutulduğu, her türlü fonksiyon ve faaliyetin otonom sistemlerle yerine getirildiği, müşterilerin talep ve beklentilerine en üst düzeyde cevap verilebildiği bir süreci ifade etmektedir “ (Görçün, 2016: 144).

Tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm aktörlerin otomasyon vasıtası ile birbirleri ile entegre bir şekilde çalışması ve makinelerin de üretim sürecinde birbirleriyle, tedarikçilerle ve müşterilerle iletişim kurarak esnek üretim sistemine geçilmesi olarak ifade edilmektedir (Kabaklarlı, 2016: 13)

Akıllı sanayi olarak da adlandırılan ve geleceğin şekillendirdiği bir üretim tarzı olarak görülen Endüstri 4.0, fiziksel ve sanal dünyanın siber-fiziksel sistemler aracılığı ile birbirine bağlanarak değer zinciri içerisinde özerk bir şekilde iletişim kurulabilen, teknoloji ve cihazlara dayanan üretim sistemlerinin ifadesidir (MÜSİAD, 2017: 50).

Endüstri 4.0, nesnelerin internetinin ve siber fiziksel sistemlerin akıllı fabrikalar ile bütünleşik hale getirilerek ürünlerin, işletme içi ve çevresinin iletişimini sağlayan bir değer zincirinin oluşturulması ve imalatın otomasyona bağlı hale gelerek dijitalleşmesi olarak tanımlanmaktadır (Kagermann vd., 2013; Oesterreich ve Teuteberg, 2016 akt.Koçak ve Diyadin, 2018: 109).

En basit tanım ile Endüstri 4.0, ileri düzey internet ve bilgi teknolojilerine ek olarak, geleneksel endüstrinin de güçlü yönlerinin ilave edilmesi ve bütünleştirilmesi sürecidir. Akıllı üretim dönemi olarak da ifade edilen Endüstri 4.0; robot, uzay, biyoteknoloji, nanoteknoloji gibi ileri teknolojik alanlardaki büyük gelişmelerin etkisi ile nesnelere ile iletişimin ve etkileşimin sağlandığı bir dönem olarak da tanımlamak mümkündür. Akıllı ürünlerin, akıllı

fabrikalarda üretilmesini ve akıllı lojistik sistemleri ile dağıtılmasını sağlayan bütünleşik bir sistem olarak da tanımlanabilir (Şekkeli ve Bakan, 2018: 18-20).

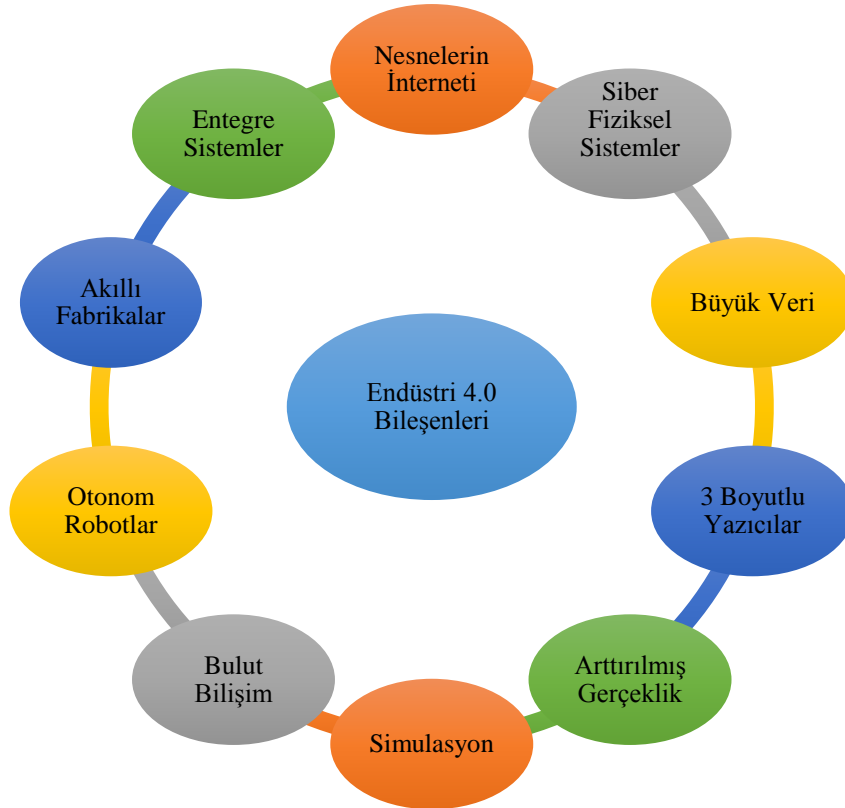
Endüstri 4.0, ticari ve toplumsal olayları daha iyi tahmin etme, kontrol etme ve planlama gibi amaçlar ile kullanılan karmaşık fiziksel makineler ve araçların, sensör ve yazılımlar ile birbirleriyle entegrasyonu ya da ürünlerin yaşam seyri boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonunun yönetimi olarak tanımlanmaktadır (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017 akt.Yıldız, 2018: 548).

Son yıllarda bilgi teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler, siber fiziksel sistemler aracılığı ile insanlar ve makineler arasında etkileşim sağlamanın yanı sıra, doğrudan iletişimini de mevcut kılmaktadır. Üretim ve işletme ortamına bu tür bir ağın entegre edilmesi Endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Yıldız vd., 2018: 417).

1.1.4.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Bileşenleri

Endüstrileşmenin dördüncü dönüşümü; birçok bileşenden meydana gelen, karmaşık ve devasa bir yapıdadır. Endüstrileşme sürecinin başarı ile tamamlanabilmesi için bu bileşenlerin birbirleri ile uyumlu ve entegre olması gerekmektedir.

Şekil 1.3’de, dördüncü sanayi devriminin bileşenleri bulunmaktadır.



Şekil 1. 3 Dördüncü Sanayi Devriminin Bileşenleri

Kaynak: Görçün, 2016: 146

1.1.4.2.1. Nesnelerin İnterneti

İngilizce “Internet of Things” (IoT) olarak adlandırılan Nesnelerin İnterneti terimi “Şeylerin İnterneti” olarak da kullanılmakla beraber, endüstriyel kullanımda, “Nesnelerin Endüstriyel İnterneti” ve “Endüstriyel İnternet” olarak anılmaktadır (Banger, 2017: 43-44). IoT, dünyayı internete bağlayan teknolojinin ötesine geçerek nesnelerin de tıpkı insanlar gibi birbirleri ile çeşitli protokoller aracılığı ile etkileşim ve iletişime geçmesini sağlayan internet teknolojisinin dördüncü evresidir. Önceki evrelerde, bilginin dijital ortamlara taşınarak kullanımı ve dijital ortamda etkileşiminin sağlanması mümkün olurken Endüstri 4.0 çağında, çeşitli sensörler ve yazılımların yardımı ile nesnelerin birbirleriyle haberleşmesi mümkün olmaktadır.

Literatürde birbirinden farklı tanımlamaları bulunan IoT kavramı konusunda, üzerinde uzlaşılan mevcut bir tanım yoktur. Fakat vurgulanan nokta, genellikle her şeyin ve herkesin bütünleşik bir ağ üzerinden birbirine bağlanması olmaktadır (Erturan ve Ergin, 2017: 15). İncelenen tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

“Nesnelerin İnterneti benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu kavramı kabaca, çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile haberleşen ve birbirine bağlanarak, bilgi paylaşarak akıllı bir ağ oluşturmuş cihazlar sistemi olarak da tanımlamak mümkündür” (<https://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazlarin-etkilesim-trendleri>, erişim tarihi: 24. 01. 2019).

IoT; insan müdahalesine gerek olmaksızın, birbirleri ile sürekli senkronize halde bulunan cihazların, makinelerin veya her nesnenin internet aracılığı ile aralarında veri iletişimi yaparak bilgi edindiği ve bu bilgileri karar sürecinde kullandığı bir ağ yapısıdır (Daş, 2018: 328).

IoT Amerikan Federal Ticaret komisyonuna göre, günlük hayatta kullanımda olan nesnelerin, internet ortamına bağlanarak veri gönderip alabilmesi şeklinde tanımlanmıştır (<https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>, erişim tarihi: 24.01.2019).





Nesnelerin internetinin temelini “Makineler Arası İletişim”in (M2M) oluşturduğu düşünülse de IoT, nesnelerin bir ağ üzerinden birbiri ile iletişim kurmasının ötesinde, “Her Şeyin İnterneti” yani insan-insan ve makine-insan arasındaki etkileşimin ve iletişimin sağlanmasını da bu sürece dahil etmektedir (Oral ve Çakır, 2017: 173; Altınpulluk, 2018: 96). Bu kapsamda IoT tanımını, nesnelerin internetinin temel bileşeni olarak kabul edilen RFID etiketleri ve yazılım programları, sensörler, akıllı telefonlar vb. araçlar ile hem insanlar

hem de nesnelar arasında iletişimin, internet tabanlı bir ağ uzerinden sağlanması şeklinde genişletmek de moomkündür (şekkeli ve Bakan, 2018: 21).

Endüstri 4.0'ın gelişiminde büyük rol oynayan nesneların interneti, yeni ortaya çıkmış bir kavram değildir. Uygulama alanı olarak ilk kez 1991 yılında Cambridge Üniversitesiindeki 15 araştırmacının, kahve makinesi içerisinde yer alan kahve miktarını görebilmek amacı ile makinenin video-kamera aracılığı ile görüntüsünü yakalayan ve bu görüntünün dakikada üç kez bilgisayara aktarılmasına izin veren çevrimiçi sistemin geliştirilmesi ile ortaya çıkmıştır. IoT teknolojisinin kavram olarak kodlanması ise 1999 yılında İngiliz teknoloji öncüsü Kevin Ashton'un Procter & Gamble şirketi için gerçekleştirmiş olduğu sunumda, "Radyo Frekans Tanıma Sistemi'nin" (RFID) nesnelarda kullanımının faydalarını aktarması ile kullanılmıştır (Kutup, 2011).

Sensör ve nesneların iletişim kurmak için RFID, NFC, Bluetooth ve Zigbee vb. kablosuz ağlarından birinin kullanıldığı IoT teknolojisinde, nesnelar kendilerine entegre edilen gömülü sistemler sayesinde "akıllı" hale gelmektedir. Gömülü sistem, yazılım ile oluşan ve bir sistemin içerisinde yer aldığında, o sistemi akıllı hale getiren elektronik donanımlardır (<https://www.elektrikport.com/universite/gomulu-sistem-nedir/8658#ad-image-0>, erişim tarihi: 24.01.2019). Nesneların internetinde kullanılan "nesne" terimi, kullanılan bir cihaz, aksesuar veya fiziksel herhangi bir şey olabilirken; saat, baret, telefon, gözlük, ısıtma sistemleri vb. örnekler bu tanıma uyan nesnelardan bazılarıdır (Banger, 2017: 38). Günümüzde internete bağlı halde bulunan akıllı telefon, tablet gibi aletlere ilave olarak; 2020 yılına kadar yaklaşık 50 milyar nesnenin internete bağlanması ve nesnelere akıllılık niteliğinin kazandırılması beklenmektedir

(https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf, erişim tarihi: 24.01.2019). Bu çerçeveden hareketle, nesneların internetine bağlı cihaz sayısı şekil 1.4'de gösterilmektedir. Yine gelecekteki dönüm noktalarından biri olarak, 2025 yılına kadar 1 trilyon sensörün internete bağlanacağı ve nesneların yaydığı verilerin insanlarınkinden daha yüksek olacağı öngörülmektedir (Schwab, 2017: 148; Kutup, 2010).

Dünya popülasyonu	6.3 Milyon	6.8 milyar	7.2 milyar	7.6 milyar
Nesnelerin İnternetine bağlı cihaz sayısı	500 milyon	12.5 milyar	25 milyar	50 milyar
Kişiler				
Kişi başına bağlanan cihaz sayısı	0.8	1.84	3.47	6.58
	2003	2010	2015	2020

Şekil 1. 4 Nesnelerin İnternetine Bağlı Cihaz Sayısı

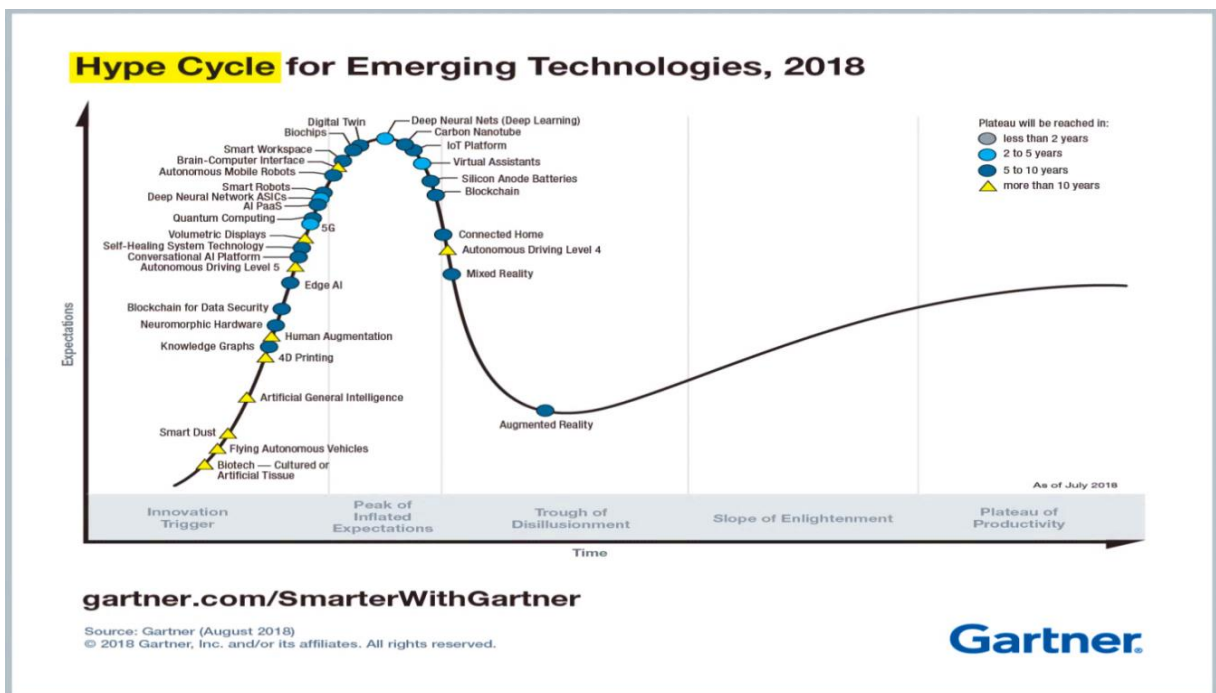
Kaynak: Cisco IBSG, 2011 akt.Kayapınar, 2017

Nesnelerin interneti sayesinde, aracınız iş yerinizdeki kahve makineniz ile iletişime geçerek iş yerinize yaklaşınca kahvenizin hazır olmasını sağlayabilecek veya sabah kaçta uyanmanız gerektiği konusunda alarm kurduysanız ve o gün trafikteki yol şartları kötü ise gideceğiniz yere zamanında varabilmek için telefonunuz alarmı erkene alabilecek. Buzdolabınızdaki bir ürün bitmeye yakın, bunu fark ederek otonom bir şekilde marketten bitmekte olan ürünün siparişini kendi kendine verebilecektir. Arabaların takip cihazı sayesinde, herhangi bir olay veya kaza anında yardım çağrısında bulunabilecek veya park alanınıza ihtiyacınız olduğunda, hangi park alanının boş olduğunu size bildirebilecek. Bunlar IoT teknolojisinin insan hayatını kolaylaştıran örneklerden bazılarıdır.

2020 yılında pazar büyüklüğünün 656 milyar dolardan, 1.7 trilyon dolara ulaşmasının beklendiği (TÜBİTAK, 2016: 2) nesnelerin interneti teknolojisi; günümüzde akıllı üretim, akıllı ev, akıllı şehir, lojistik, tarım, sağlık, otomotiv sektörü gibi birçok faaliyet alanında kullanılmaktadır (Daş, 2018: 328). Nesnelerin interneti ile donatılmış akıllı şehir uygulamalarında öncü olan ABD’de atık yönetimi şirketi “Bigbelly’nin” ürettiği, akıllı çöp konteynırları ile New York’ta güneş panellerinden sağlanan enerji ile atılan yeni çöpler için yer açılmakta ve konteynırlar dolduğunda, içerisindeki sensörler aracılığı ile görevlilere haber verilmektedir (Davutoğlu vd., 2017: 559). Yine Kuzey Kore’deki Jindo köprüsü, üzerinde 600’ den fazla sensör barındırması ile herhangi bir tehlike anında ilgililere mail veya sms yolu ile ulaşabilmektedir (Torğul, 2015: 27). Ülkemizde KoçSistem firması da geliştirdiği nesnelerin interneti teknolojisini “Platform 360” olarak adlandırmaktadır. Platform 360; satış, üretim, lojistik gibi alanlarda otomasyona izin vererek verimliliğin sağlanmasını ve kalite artışını hedeflemektedir (<https://www.kocsistem.com.tr/urun-ve-servisler/nesnelerin-interneti/platform360/>, erişim tarihi: 24.01.2019). Nitekim Süttaş, çiftliklerindeki ineklerde giyilebilir teknolojiyi kullanarak bir kolye ile ineklerin ne zaman acıktıklarını, hasta olup olmadıklarını ölçebilmektedir (Bayuk ve Öz, 2017: 51).

IoT teknolojisinin gelecekte daha yaygın hale gelmesi ile birlikte üretimin süreci de daha pratik bir hal alacaktır. Önceleri bir üretim bandında üretilen bir ürün insanlar aracılığı ile diğer bir noktaya sevk edilirken IoT’de makine, diğer makineye ben işimi bitirdim, sıra sende mesajını iletcek ve insandan kaynaklı bekleme ve hatalı üretimlerin önüne geçilebilecektir. IoT’de üretim sürecinde kaynaklanan sorunlar telefon veya tabletler aracılığı ile uzaktan müdahale edilerek üretim durdurulabilecektir. Ürünlere yerleştirilen sensörler ve akıllı etiketlerden ötürü, gelecekte tedarik zincirleri daha akıllı hale gelecektir. Ürünlerin ne zaman raftan alındığı, siparişin ne zaman verilmesi gerektiği ve stok takibinin daha kolay yapılabilmesi sağlanacaktır. Robot ve makinelerin üretim sürecinde nerede ve ne kadar enerji kullanılması gerektiğini haber veren akıllı ölçümler sayesinde, gelecekte enerji maliyetleri de düşecektir. Aynı zamanda üretimde makine ve robotların aktif bir rol alması ile gelecekte daha az işgücüne ihtiyaç duyulacak ve bu süreçte verimliliğin sağlanması maliyetleri düşürerek kar artışlarını da beraberinde getirecektir (EBSO, 2015: 13-14-15).

Dijital ortamda nesnelerin interneti ile her şeyin birbirine bağlanması, avantajlı yönlerinin yanında karmaşık yapısından ötürü gelecekte, güvenlik ve mahremiyet sorunlarını da beraberinde getirerek ekosistemin kontrol edilme sürecini zorlaştıracaktır (Schwab, 2017: 150). Uluslararası danışmanlık ve araştırma şirketi olan Gartner’ın, 2018 yılı için hazırlanmış olduğu gelişmekte olan teknolojilerin tırmanma döngüsü Şekil 1.5’deki gibidir. Araştırma sonuçlarına göre, IoT teknolojisi beklentiler zirvesinde bulunmaktadır ve 5 ila 10 yıl arasında piyasada etkin bir biçimde görülmeye başlanacaktır.

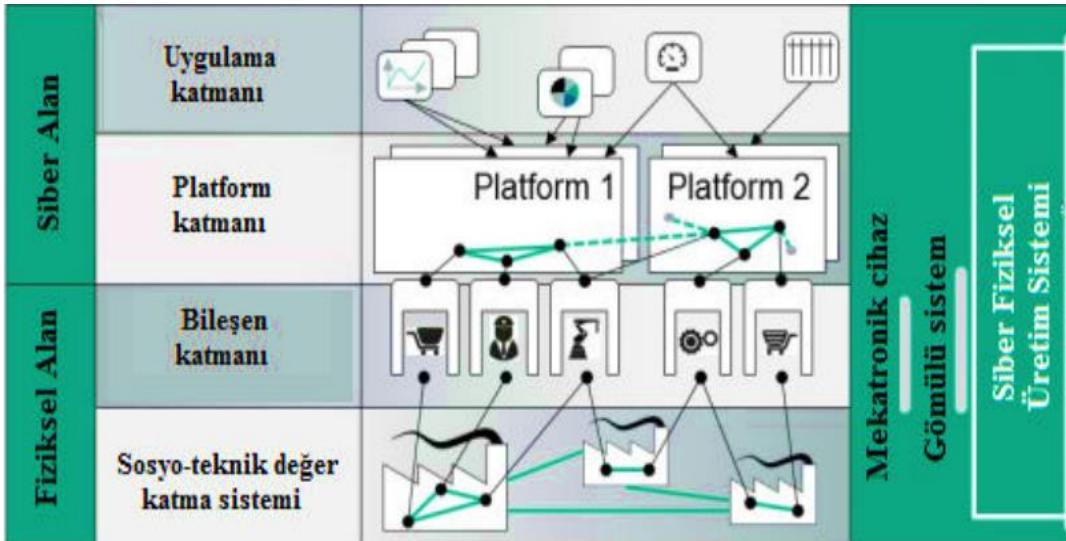


Şekil 1. 5 Gelişmekte Olan Teknolojilerin Tırmanma Döngüsü 2018

Kaynak: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>, erişim tarihi: 25.01.2019

1.1.4.2.2. Siber Fiziksel Sistemler

İngilizce “Cyber Physical System” (CPS) olarak adlandırılan siber fiziksel sistemler, fiziksel dünyanın sensörler ve aktüatörler aracılığı ile sanal dünyaya bağlanmasıdır ya da fiziksel bir sisteme bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegre edilerek makine ve insanlar arasındaki etkileşimdir şeklinde tanımlanabilmektedir. İngilizce “cyber” kelimesinin dilimize “siber” olarak geçtiği siber terimi anlam olarak, bilgisayar ve internet ağlarına ait olan veya sanal gerçeklik manalarını ifade etmektedir (<https://www.dictionary.com/browse/cyber->, erişim tarihi: 26.01.2019). İlk defa 2006 yılında Lee tarafından ortaya atılan CPS kavramı, Endüstri 4.0’da akıllı üretim teknolojilerinin temelini oluşturarak nesnelerin interneti ve bulut bilişim sistemleri gibi tüm teknolojilerin entegrasyonu ile fiziksel ve sanal dünya arasındaki sınırların kaybolmasına odaklanmaktadır (Alçın, 2016: 23; Özsoylu, 2017: 53; Dengiz, 2017: 39). Nesnelerin interneti üzerinden iletişim ve iş birliği yapan siber fiziksel sistemler aynı zamanda akıllı fabrikaların da oluşmasını sağlayarak üretim süreçlerinin gözlemlenebilmesine yardımcı olmaktadır (Bilik ve Topçubaşı, 2018: 185; Özkan vd. 2018 :137). Şekil 1.6’da fiziksel ve siber alan arasında etkileşim sağlayan siber fiziksel üretim sistemleri yer almaktadır.



Şekil 1. 6 Siber Fiziksel Üretim Sistemleri

Kaynak: Landherr vd., 2016 akt.Yıldız, 2018: 550

Siber fiziksel sistemler, bir üretimde sürecinde kullanılan depo, lojistik gibi süreçleri teknolojik bir ağ yapısı ile birbirine entegre ederek kompleks yapısı sayesinde, üretimin temel prensiplerinden olan gözlemeleme, koordinasyon ve denetim gibi süreçlerin iletişim ve hesap yapma bileşkesinden oluşan karma teknoloji tarafından yönetilmektedir (Koçak ve Diyadin, 2018: 109; Pamuk ve Soysal, 2018: 6). CPS teknolojisi bu sayede, insan zekası ile yapılması

güç işlemleri çok kısa bir sürede gerçekleştirerek internet bağlantısı sayesinde verilere hızlıca ulaşmakta ve işledikleri verileri üretim sürecine dahil etmektedir (Özsoylu, 2017: 53).

Lee, Bagheri ve Kao (2015)'ya göre, siber fiziksel sistemler beş aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, akıllı iletişim seviyesidir. İkinci aşama, veri ilişkilerinin sağlanması yolu ile verinin enformasyona dönüştüğü seviyedir. Üçüncü aşama, birbirleri ile ilişkili olan makinelerin aralarında enformasyon ağlarının oluştuğu siber aşamadır. Siber aşamasında, veriler ayrıştırılmakta ve analiz edilmektedir. Bilişsellik seviyesine gelinen dördüncü aşama, kullanıcıların elde edilen enformasyonu karar vermede kullandığı bir aşamadır. Son aşama ise geri bildirim olduğu ve makinelerin otonom bir şekilde kendi kendini yapılandırdığı yapılandırma aşamasıdır (Koçak ve Dişadin, 2018: 109).

1.1.4.2.3. Büyük Veri

Endüstrilerin, işletmelerin ve bireylerin karar alma süreçlerine etki eden veri sayısı gün geçtikçe artmaktadır. İnternette gezinilen bir sayfadan, yapılan bir alışverişe, telefonların yaydığı sinyallere, e-posta aracılığı ile gönderilen bir maile, hatta sosyal medyada oluşturulan içerik ve iletişim kurulan kişilere kadar, verinin kapsamı gittikçe genişlemektedir. Veri boyutunun büyüklüğünü zihinde canlandırabilmek adına, somut bir örnek vermek gerekirse; 2011 yılında ABD'de faaliyette bulunan her 17 şirket veya kuruluşun 15'i ABD Kongre Kütüphanesinin ürettiği veriden, daha fazla veri depolamıştır (Demirtaş ve Argan, 2015: 2). Yine ABD perakende devlerinden biri olan Walmart mağazalarının sakladığı veri miktarı 2,5 petabayta ulaşmıştır, mağaza her saat bir milyondan fazla müşterisinin işlemini veri tabanında saklamaktadır (Doğan ve Arslantekin, 2016: 21). Farklı kaynaklardan gelen ve düzenli hale getirilerek ayrıştırılmayı bekleyen büyük hacimli bu veri ağı İngilizce "Big Data" olarak adlandırılmaktadır. Literatürde birbirinden farklı tanımlamaları bulunan büyük veri terimi konusunda ortak bir tanım yoktur. Bu tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

Büyük veri, geleneksel veri tabanlarının başa çıkamayacağı kadar büyük verinin, çeşitli analizler kullanılarak kullanıma hazır hale getirilmesidir (Gür vd., 2017: 87-88).

Tipik veri tabanı sistemlerinin verileri toplama, saklama ve çözümleme yeteneklerini aşarak, birden fazla bilgi kaynaklarından gelen yüksek hacimli ve karmaşık verilerin çeşitli yazılımlar aracılığı ile anlamlı ve işlenebilir bir şekilde büründürülmesidir (Genç, 2018: 239; Özsoylu, 2017: 51).

Geleneksel veri sistemlerinin teknolojik alt yapısı ile verileri işlemede ve depolamada yetersiz kaldığı büyük, karmaşık ve hızlı hareket eden veri kümelerine verilen addır (Özbilgin, 2015).

Diğer veri sistemlerinden ayırt edilmesinde ve kapsamlı bir şekilde tanıtılmasında kullanılan büyük veri terimi İngilizce kelimelerin baş harflerinden meydana gelen, bazı kaynaklarda “5V” bazı kaynaklarda ise “3V” olarak da anılan çeşitli öğelerin birleşimini içermektedir. 3V; volume (hacim), velocity (hız), variety (çeşitlilik) öğelerini içerirken bunlara 5V’yi temsil edecek iki öğe daha yani veracity (güvenirlilik) ve value (değer) unsurları da eklenmiştir (Banger, 2017: 84; Gür vd., 2017: 89). Bu unsurlar büyük veriyi temsil eden ve daha ayrıntılı bir şekilde tarif edilmesinde başvurulan yapı taşlarıdır.

Büyük veri yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış veriler olmak üzere üç türden oluşmaktadır. Satış ve finansal veriler, sensör verileri yapılandırılmış verilere örnektir. Yapılandırılmamış veriler, o veriye ait daha önceden tanımlı bir verinin olmama durumudur. Bu kapsamda verilecek örnekler e-postalar, resimler, sosyal medya verileri ve mobil veriler vb.’dir. Bu verilerin analiz edilmesi, işletmenin geleceğe yönelik karar alabilmesi açısından oldukça hayati önem arz etmektedir (Atan, 2016: 148). Yarı yapılandırılmış verileri ise XML, HTML uzantılı metinler oluşturmaktadır (Demirtaş ve Argan, 2015: 4). Tüm bu veri çeşitliliği kapsamında büyük verinin kaynakları incelendiğinde, oldukça geniş bir alanı içinde barındıran bir yapısının olduğu gözlemlenmektedir. Şekil 1.7’de büyük verinin çeşitlerine göre değerlendirme boyutları yer almaktadır. Sosyal medya platformları, GSM operatörlerinden gelen arama kayıtları, sensörler, web sunucularının logları, banka kayıtları, web sayfaları, blog vb. bilgiler her geçen gün büyük veri ekosistemine katkıda bulunmaktadır (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 156).



Şekil 1. 7 Büyük Veri Değerlendirme Boyutları

Kaynak: Banger, 2017: 41

Dördüncü sanayi devrimi kapsamında “Her Şeyin İnterneti” ile verinin boyutlarının gelecekte daha da artacağı düşünülmektedir. Nesnelerin birbirleri ve insanlar arasındaki etkileşimi ve iletişimi sayesinde, günümüzdekinden daha fazla büyük verinin yönetilme ve anlamlı hale dönüştürme sorunsalını da beraberinde getirecektir. Rekabet avantajı yakalamak isteyen endüstri ve işletmelerin katma değer yaratmada, büyük veri kavramına gerekli önemi göstermesi beklenmektedir.

Gittikçe artan veri dünyasına çeşitli saklama çözümleri geliştirilmektedir. Bu kapsamda yüksek depolama maliyetlerinin düşmesini sağlayan bulut çözümleri buna en iyi örnektir. Bulut teknolojileri tüm veri ve programların sanal bulutta depolanmasına izin veren yüksek işlem ve saklama gücüne sahip internet tabanlı bilişim hizmetleridir (Genç, 2018: 239; Yüksekbilgili ve Çevik, 2018: 427). Yapılan bir araştırmaya göre, 2025 yılında insanların yüzde doksanının sınırsız ve ücretsiz (reklam destekli bir biçimde) depolamaya sahip olması beklenmektedir. Dropbox, Amazon, Web Services gibi şirketler bu gelişmenin öncüleridir (Schwab, 2017: 146-147).

Verilerin depolanması kadar işlenmesi ve ayıklanmasının da önemli olduğu büyük veri kavramında, “analitikler” adı verilen verilerin ayrıştırılmasını sağlayan özel yazılımlar kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 çağında, artan veri ile birlikte verileri analiz ederek buna uygun iş çözümleri ve algoritmaların oluşturulmasından sorumlu olan “veri bilimcilerin” de artması beklenmektedir (Banger, 2017: 41-89). Yine yapılan bir araştırma neticesinde, elde edilen gelişmelere bağlı olarak 2025 yılında nüfus sayım işlemini büyük veri kaynakları ile gerçekleştiren ilk devletin ortaya çıkacağı öngörülmektedir (Schwab, 2017: 156).

2012 yılında Dünya Ekonomik formunda verinin de tıpkı bir para, altın gibi bir ekonomik değeri olduğu vurgulanmıştır (Doğan ve Arslantekin, 2016:21). Büyük veriyi doğru analizlerle kullanabilen işletmeler diğerlerine göre daha avantajlı hale gelmekte, risklerini daha iyi yönetilmekte ve yapmış oldukları inovasyonlar neticesinde maliyetlerini büyük oranda düşürebilmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017: 156). Büyük veri, işletmelere geleceğe yönelik karar almalarında bir kaldıraç görevi üstlenmektedir (Bulut ve Akçacı, 2017: 57). Nitekim Gartner firmasının 2015 yılında yapmış olduğu bir araştırmaya göre, işletmelerin %75’inden fazlası takip eden iki yıl içinde büyük veriye yatırım yapmayı düşünmekte veya yapmaktadır (Özdoğan, 2017: 82).

Büyük veri vaat ettiği olumlu değişimlerin yanında, birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmesi beklenmektedir. Kişisel gizliliğin ve mahremiyetin ihlali ile insanlarla ilgili konum vs. ile ilgili bilgiler mobil cihazlar sayesinde karşı tarafa aktarılacaktır (Demirtaş ve Argan, 2015: 9). Aynı zamanda çalışma kaybı, algoritma savaşları, veriye

güvende endişe gibi bazı konularda dezavantajların da görülebileceği öngörülmektedir (Schwab, 2017: 157).

1.1.4.2.4. Üç Boyutlu Yazıcılar

1984 yılında ortaya çıkan ve üretim tekniğinde getirdiği yenilikler ile tek başına bir devrim olarak nitelendirilen üç boyutlu yazıcı teknolojisi, önceleri prototiplemede yani bir ürünün piyasaya sürülmeden önceki ilk sürümünün test edilmesinde kullanılırken günümüzde başlı başına bir üretim yönteminin kendisini tasvir etmektedir (Tutar vd., 2018: 200). Bu teknoloji, İngilizce literatürde “three dimensional printer” kelimelerinin kısaltmış bir versiyonu olarak “3D” şeklinde adlandırılırken “üç boyutlu baskı”, “eklemeli imalat”, “katmanlı üretim”, “serbest biçimli üretim”, “hızlı üretim”, “doğrudan dijital üretim”, “e-üretim” gibi anlamlarla da ifade edilmektedir (Karaarslan, 2015: 194). 3 Boyutlu yazıcı dijital ortamda tasarlaması-modellemesi yapılan bir ürünün, çeşitli malzemeler kullanılarak yazıcı aracılığı ile nesneye dönüştürülmesi işlemidir. Üç boyutlu modelin nesneye dönüştürülme serüveni, bilgisayar ortamında tasarımı yapılan modelin sanal ortamda dilimlenerek katmanlara ayrılmasına ve her bir katmanın eritilen malzeme ile üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanmaktadır (Çelik ve Çetinkaya, 2016: 151; EBSO, 2015: 10).

2040 yılında her evde en az bir tane üç boyutlu yazıcının bulunacağına dair öngörüler bulunmaktadır. Bu çerçevede üç boyutlu yazıcı teknolojisi, evleri adeta bir fabrikaya dönüştürerek tüketicilerin de üretimde söz sahibi olmasını ve özelleşen ürününün hem üreticisi hem de tüketicisi olduğu bir konuma yerleşmesini sağlayacaktır (Çallı ve Taşkın, 2015). Bu sistemde, tüketicinin kendisinin tasarladığı ürünlerin üretimi çok kısa bir sürede gerçekleştirilebilmektedir. Aynı zamanda geleneksel üretim sürecinde yaratılan atıkların üç boyutlu yazıcı teknolojisinde oluşmaması, ham maddenin daha verimli kullanılması ve çeşitliliği fazla ürününün tek bir makine ile basılabilmesi gibi konularda birtakım avantajlar sunmaktadır (Karaarslan, 2015: 197-198).

Üç boyutlu yazıcı teknolojileri ile tüketici veya işletme istediği bir ürünü ihtiyaç duyulan zamanda ve ihtiyaç duyduğu miktarda üreterek tam zamanında üretim kavramına da katkıda bulunulmasını sağlayacaktır. Teknoloji üretimde sıfır stoğun oluşmasına etki ederek tedarik zincirlerinin karmaşıklığını ve üretimde tedarikçilerin rolünü azaltacaktır (Akben, 2017: 24). Aynı zamanda bu üretim sistemi, lojistik ve stok yönetimi faaliyetlerin üretim üzerindeki etkisini azaltarak bilgisayar teknolojileri, ürün tasarımı, modelleme ve ar-ge faaliyetlerinin etkisini arttıracaktır. Üç boyutlu baskı teknolojisi olumlu değişimlerinin yanında, kitlesel üretim ile karşılaştırıldığında daha maliyetli ve yavaş olduğu görülmektedir.

3D yazıcılar, günümüzde az sayıda ileri teknolojik üretim için kullanılsa da seri üretime elverişli değildir ve çok büyük nesnelere yazdırılmasında güçlükler yaşanmaktadır. Aynı zamanda, silah tarzı zararlı nesnelere 3D yazıcı ile üretilmesi etik sorunlar ile de karşı karşıya kalmamıza neden olmaktadır (Çallı ve Taşkın, 2015; Karaarslan, 2015: 198).

3D baskı teknolojisi; başta otomotiv, havacılık ve medikal sanayi olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. Araştırmalara göre, 2025 yılına gelindiğinde 3D yazıcılar ile ilk otomobilin üretilmesi beklenmektedir. Sağlık sektöründe de sıkça başvurulan üretim yöntemlerinden biri olan 3D baskı teknolojisi vasıtası ile protez kol ve bacaklar, diş cerrahisinde kullanılan özel ürünler, işitme cihazları vb. ürünler üretilmektedir. Gelecekte organ üretiminin dahi yapılabileceğinin öngörüldüğü 3D baskı teknolojisinde, 2025 yılına gelindiğinde ilk karaciğer naklinin bu teknoloji vasıtası ile gerçekleşmesi ve organ nakli bekleyen hastalara büyük bir umut ışığı oluşturması beklenmektedir. Yine araştırmalara göre, 2025 yılında tüketici ürünlerinin yüzde beş'inin 3D baskı yolu ile üretilmesi öngörülmektedir (Schwab, 2017: 172-175-177; Çallı ve Taşkın, 2015).

3D baskı teknolojisi, 2012 ve 2017 yılları arasında ortalama %14 büyüyerek 2020 yılına kadar, 5,2 milyar dolarlık bir seviyeye ulaşması beklenmektedir (EBSO, 2015: 12). Tablo 1.3 incelendiğinde, 3D baskı teknolojisinin ileri teknoloji üreten firmalar tarafından kullanıldığı gözlemlenmektedir (Akben, 2017: 24). Örneğin Boeing 787 "Dreamliner" uçağında, 30 tane üç boyutlu baskı cihazında üretilen parçalar bulunmaktadır (Özdoğan, 2017: 79).

Tablo 1.3 Üç Boyutlu Yazıcı Ürünlerini Kullanan Şirketler

Şirketler	Ürünler
Boeing	Hava kanalları, 787 için menteşe
Feads	Airbus 320 için dökme çelik dirsek
Empire Cycle	Metal bisiklet şasisi
Ex One	Standart dökme alaşım çark
Ford	Mustang için motor kapağı
General Electric	LEAP motor için yakıt enjektörü
Nike	Spor ayakkabı pençesi
Win Sun China	Villa ve apartman inşası

Kaynak: Selko, 2015: 20 akt.Akben, 2017:24

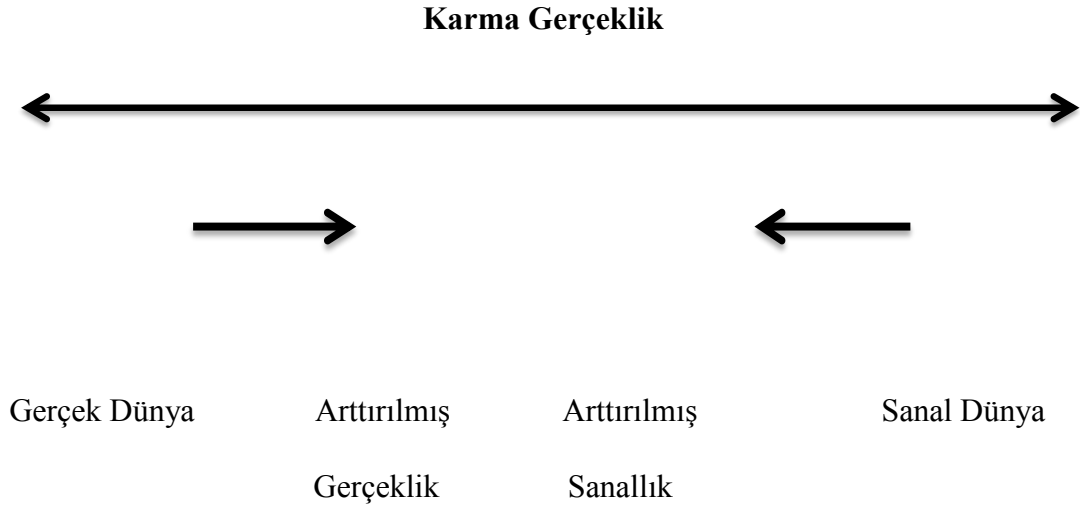
Gelecekte üç boyutlu yazıcı teknolojisinin, daha gelişmiş bir versiyonu olan dört boyutlu baskı teknolojisi de gündemdedir. Araştırma kuruluşları tarafından henüz geliştirilme seviyesinde olan bu teknoloji, üç boyutlu yazıcılardan farklı olarak çevre koşullarına göre

şekil değiştirebilen ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır. Örnek olarak bu teknoloji kapsamında, üretilen bir ayakkabı havanın yağmurlu olduğunu algılayarak bota dönüşebilecek (EBSO, 2015: 12) veya üretilen bir elbiseye şekil değiştirme fonksiyonu atandığı için kişinin vücut ölçülerine göre biçimlenip uyum sağlayabilecektir.

1.1.4.2.5. Arttırılmış Gerçeklik

Arttırılmış gerçeklik, içinde yaşadığımız gerçek dünyanın bilgisayar aracılığı ile üretilen ses, video, grafik, GPS gibi birçok verilerle zenginleştirilerek yani birleştirilerek kullanılmasıdır (Somyürek, 2014: 66). Gerçek dünya ile sanal dünyanın çeşitli donanımsal araçlar ile bir araya getirildiği bu sistem, zenginleştirilmiş gerçeklik olarak da bilinmekte ve herhangi bir nesneye ait görüntü sanal dünya ile örtüştürülerek daha kapsamlı bir biçimde sunulmaktadır. Arttırılmış gerçeklik teknolojisine konu olacak çevre gerçektir ve bilgisayar tarafından desteklenen sanal nesnelere ile de hem ortama derinlik hissi kazandırılmakta hem de o nesnelere o ortamda varmış gibi gözükmeleri sağlanmaktadır (Uğur ve Apaydın, 2014: 146-147; Özgüneş ve Bozok, 2017: 148). Örneğin çok yakın bir gelecekte, AG teknolojisi ile akıllı telefonlarımızı sokaktaki bir binaya doğrultarak hangi evin kiralık hangi evin satılık olduğu görülebilecektir (KUDAKA, 2012: 5). Veya sinema afişlerine bakarak filmin fragmanını izlemek mümkün olabilecektir (Uğur ve Apaydın, 2014: 146). Örneklerin farklı sektörler ve uygulamalar kapsamında genişletilebileceği bu teknoloji, ortamın daha farklı bir perspektiften görülmesini sağlayarak insanların algılama yeteneklerinin de artması yönünde etki edecektir (Akbaş ve Güngör, 2017: 600).

Gerçeklik ve Sanallık sürekliliğinin belirtildiği Şekil 1.8'de, arttırılmış gerçekliğin gerçek ve sanal dünya arasında yer alan konumu belirtilmektedir. Soldan sağa doğru gidildikçe sanallık boyutunun arttığı, gerçeklik boyutunun ise azaldığı gözlemlenmektedir. Bu kapsamda AG ve sanal gerçeklik arasındaki ayrımın tam da bu noktadan sonra başladığını söylemek mümkündür. AG; gerçek ortamı sanal öğeler ile beslerken, AG ile sıklıkla karıştırılan sanal gerçeklik; gerçek dünyanın yerini almaktadır. Gerçekliğin olduğu gibi sanal bir dünyaya aktarıldığı SG'de amaç; gerçek dünyayı üç boyutlu bir şekilde yapay bir çevrede modelleyerek sunmaktır (Somyürek, 2014: 67).



Şekil 1. 8 Gerçeklik - Sanallık Sürekliliği

Kaynak: Özbaş-Anbarlı ve Ceyhan, 2017: 235

Arttırılmış gerçeklik teknolojisinden yararlanabilmek için birtakım donanımsal öğeler gerekmektedir. Öncelikle bulunulan ortam internete bağlı olmakla birlikte; akıllı gözlük, akıllı telefon, bilgisayar veya tablet gibi AG’yi tanımlayan cihazların bulunması ve AG uygulamasının kullanılacak cihazda yüklenmiş olması gereklidir (Özgüneş ve Bozok, 2017: 148). Arttırılmış gerçeklik gözlüklerinin, AG teknolojisinde gelişme sağlayan çok önemli bir yeri bulunmaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünlerinden biri olan ve kullanıcıya gerçeğe yakın tecrübeler yaşatan AG gözlük teknolojisine; Google, Microsoft gibi önemli firmalar yatırım yapmaktadır. Google tarafından tasarımı yapılan “Google Glass” ile internette arama yapılabilmekte, w-fi ve bluetooth eklentisi sayesinde, akıllı telefon ile bağlantı kurulabilmektedir. Yüksek kalitede fotoğraf çekme, video kaydetme ve GPS eklentisi sayesinde, istenilen konuma erişebilme gibi birçok özelliği kendisinde barındıran Google Glass mini bir bilgisayar olarak düşünülmektedir. Microsoft’un kullanıma sunduğu “Hololens” gözlüğü ise Windows 10 işletim sistemi ile çalışarak yüksek kalitede holografik görüntüler oluşturmaktadır (Akbaş ve Güngör, 2017: 602). Gelecekte kullanım örneklerinin gittikçe yaygın hale gelmesinin beklendiği AG teknolojisinin, günümüzde kullanılabilmesi için bazı firmalar tarafından geliştirilen AG uygulamalarının indirilmesi gerekmektedir (KUDAKA, 2012: 10).

AG teknolojisi, endüstrilerde hata yapma oranını azaltmak ve iş verimini arttırmak üzere kullanılmaktadır. Eğitimde de sıklıkla başvurulan teknolojilerden biri olan AG ile örnek olarak işe yeni alınan tecrübesiz bir personel teknolojinin sağladığı yönlendirmeler ile işe adapte edilmesi mümkün olabilmektedir. Kurumsal şirketlerin değerlerini ve işin gerekliliklerini anlatmada kullanılan el kitapçıklarından kurtulmak bir nevi kullanım kılavuzu özelliği de içeren AG teknolojisi sayesinde muhtemel olabilmektedir.

1.1.4.2.6. Simülasyon

Türk Dil Kurumu'na göre simülasyon (benzetim), öğrenmek amacı ile bir şeyin benzerinin veya taklidinin yapılmasıdır (TDK, 2019). Gerçek dünyadaki bir sistemin veya sürecin bilgisayar aracılığı ile sanal olarak taklidinin gerçekleştirilmesi, simülasyon kavramını tarif eder (Banger, 2017: 132). Sistemin yapay bir şekilde geçmişini üreten bu kavram, gerçek sistemin unsurlarını oluşturarak sistemle ilgili kararlar yürürlüğe girmeden önce etkinliklerinin ne olacağını önceden kestirilmesini sağlamaktadır (Küçükönder ve Uçar, 2015: 21; Yavuz, 2005). Ortaya çıkması muhtemel yeni durumlara göre, simülasyon vasıtası ile hazırlıklar yapılması günümüzde bu kavramın, bir ürünün veya hizmetin hazırlık sürecinden bir sonraki süreçlere kadar sağlık, eğitim, havacılık, lojistik gibi birçok sektörde başvurulan bir yöntem konumuna erişmesini sağlamıştır (Çelen, 2017: 10).

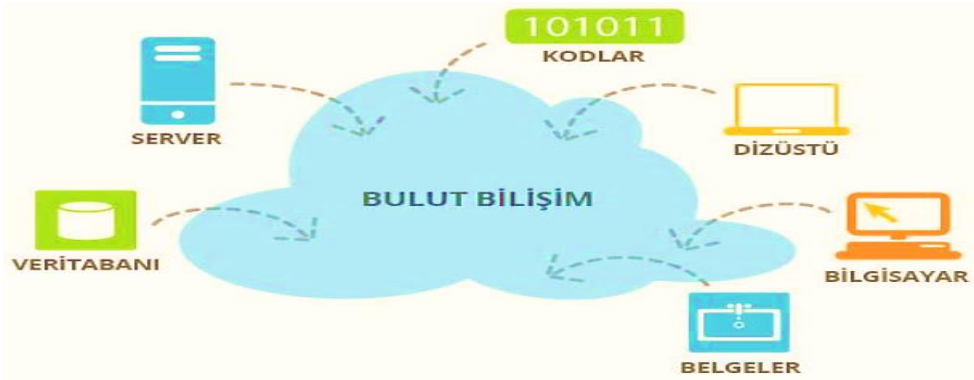
Ürünlerin ve malzemelerin tasarım aşamalarında üç boyutlu simülasyon tekniğinden günümüzde halihazırda yararlanılmaktadır. Ancak Endüstri 4.0 çağında, simülasyon tekniği bir adım öteye taşınarak akıllı fabrikalarda insanlar, makineler ve ürünlerle birlikte fiziksel dünyanın sanal gerçekliğini oluşturarak yeni bir boyuta erişecektir. Bu sayede operatörler, makine ayar ve kurulumlarını sanal gerçeklik ile önceden test etme imkanına kavuşarak makine kurulum sürelerinin azalması ve kalitenin artması yönünde etki edecektir (TUSİAD, 2016: 26-27).

Gerçeğin yeniden inşa edilmesi olarak ifade edilen sanal gerçeklik, gerçek dünyaya ilişkin bir durumun bilgisayar aracılığı ile yaratılmış üç boyutlu benzetiminin, kullanıcının vücuduna giydiği cihazlar yardımı ile duygusal olarak algılayabilmesini ve yine bu cihazlar aracılığı ile bu yapay çevrenin denetlenmesini sağlamaktadır (Kayabaşı, 2005:152). Dördüncü sanayi devriminde sanal gerçeklikten en çok istifade edilen sektör “otomotiv”dir. Otomotiv sektöründe, üretim aşamasından öte satış aşamasında da müşteriler simülasyonlar yardımı ile sürüş deneyimi elde edebilmektedir. Aracı satın almadan önce, bu deneyimi kazanan potansiyel müşterilere sanal gerçeklik ortamında da renk, aksesuar değişiklikleri gibi opsiyonlar sunulmaktadır (SIEMENS, 2016: 13).

1.1.4.2.7. Bulut Bilişim

Günümüzde gittikçe artan verilerin saklama çözümleri, bulut teknolojileri aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bulut, internete bağlı olan görünmeyen bir hizmet ağını ifade etmede kullanılırken, Türkçe bulut bilişim veya bulut teknolojisi olarak isimlendirilen “cloud computing” bilgisayar vb. cihazların sabit disklerine ihtiyaç duyulmaksızın, internet aracılığı ile sağlanan teknolojiler sayesinde verilere ulaşılabilmesi, depolanabilmesi ve bu verilerin

işlenebilirlik özelliklerinin elde edilmesidir (Aytekin vd., 2016: 48; Sarıtaş ve Üner, 2013: 193; Gür vd., 2017: 94). İstenilen herhangi bir ortamda veya zamanda sağlanan hizmetten yararlanma imkanının bulunduğu bulut bilişim; bilgisayar, tablet, telefon vb. cihazların herhangi bir kurulum gereksinimi duymadan başka sunuculara bağlanmasına ve verilere erişmesine imkan veren internet tabanlı bir teknolojidir (Sarıtaş ve Üner, 2013: 195; Kavzoğlu ve Şahin, 2012). Şekil 1.9'da görseli bulunan bulut bilişim hizmetinden faydalanabilmek için cihazın internete bağlı olması gerekli bir unsurdur.



Şekil 1.9 Bulut Teknolojisi Görseli

Kaynak: Aytekin vd., 2016: 48

Bulut bilişim teknolojileri kullanım biçimlerine göre dört tipten oluşmaktadır. Bunlar:

- ❖ Genel Bulut: İnternet üzerinde genel kullanıma açık olan hizmetleri kapsamaktadır. Servis sağlayıcı bu bulut türünde uygulama ve depolama alanlarını, kullanıcılara internet vasıtasıyla açık bir şekilde sağlar. Kullanıcılar tarafından yüklenen YouTube videoları veya Amazon, Google, GoGrid vb. web uygulamaları genel bulut türüne örnektir (Yıldız, 2010: 9; Dokuz ve Çelik, 2017: 318).
- ❖ Özel Bulut: Büyük ölçekli firmalar tarafından tercih edilen, kuruma özgü bulut bilişim teknolojisidir. Özel bulut çeşidinde üretilen bilgiler veya veriler yapısından ötürü denetimi kullanıcı tarafından sağlanmaktadır. Örneğin Google Drive hizmetinde eklenen verilerin erişilmesi ve düzenlenmesi kullanıcı denetimindedir (Göktaş ve Baysal, 2018: 1418; Dokuz ve Çelik, 2017: 319).
- ❖ Topluluk Bulutu: Bulut bilişim hizmetinin belirli bir topluluğa veya bir gruba sunulmasıdır. Topluluk içerisinde bulunan tüm üyelere verilere ortak bir şekilde erişme imkanı sağlanmaktadır. Ortak ilgi alanında bulunan gruplar veya birden çok firmaya sahip büyük ölçekli işletmeler için ideal olabilmektedir (Göktaş ve Baysal, 2018: 1418; Seyrek, 2011: 705; Aytekin vd., 2016: 52).
- ❖ Melez - Hibrit Bulut: Özel, genel, topluluk gibi farklı bulut biçimlerinin bir arada kullanılmasından oluşur. Örnek olarak özel bulut içerisinde yer alan bir işletme, bazı

hizmetleri genel bulut vasıtası ile halkın kullanımına açması melez bulut yapısına örnektir (Seyrek, 2011: 705; Göktaş ve Baysal, 2018: 1418).

Bulut bilişim teknolojisi birtakım avantajları da beraberinde getirmektedir. Firmalara sağlanan maliyet avantajı bu konudaki en önemli faktördür. Bulut bilişim hizmetinden faydalanan KOBİ'ler, büyük firmaların elde edebileceği bilişim hizmetlerine uygun fiyatlarla, yatırım yapmadan sahip olabilmektedir. Ayrıca firmalar bulut bilişim hizmetlerinden yararlanarak bu operasyonları yönetecek çalışanların masraflarından da kurtulabilmektedir. Firmalara büyük ölçüde esneklik de sağlayan bulut bilişim teknolojisinde, kullanıcıların ihtiyaçları dahilinde bilişim kapasitesi kolaylıkla arttırılabilmektedir. Sağlanan esneklik avantajı sayesinde çalışanlar ihtiyaç duydukları verilere istedikleri ortamdan erişebilmektedir. Bu dünyanın farklı yerlerinde birçok çalışanı ve iş yeri mevcut olan işletmeler için oldukça önemli bir unsurdur. Bulut bilişim hizmeti firmalara kaliteli hizmet olanağı da sağlamaktadır. Asıl faaliyet alanı BT olan servis sağlayıcılar alanındaki son gelişmeleri takip ederek, alt yapılarının sağlam bir şekilde olması için uzman personel bulundurmakta ve firmalara daha kaliteli hizmet sunmaktadır (Seyrek, 2011: 705-706). Firmalar ayrıca bulut teknolojisi ile verilerini adeta sigortalayabilmektedir. Kişisel bilgisayarlarda meydana gelen herhangi bir arıza durumunda, veriler silinebilirken bulut bilişimde depolanan veriler yedeklenerek silinme durumuna maruz kalmamaktadır (Sarıtaş ve Üner, 2013: 195).

Bulut bilişim teknolojisi kullanıcılarına sağladığı avantajlar yanında, yapısında birtakım riskler ve sınırlılıklar da barındırmaktadır. Veriler bulut sistemi üzerinde depolandığı için siber saldırılara açık hale gelebilmektedir (Elitaş ve Özdemir, 2014: 101). Kullanıcı sahip olduğu verilerinin nerede, nasıl saklandığına dair bilgisi olmadığı için kendi ülkesinden farklı bir ülkede verileri depolanıyor ise ülkeler arasında veri gizliliği konusunda yasal farklılıklar oluşabilmektedir (Seyrek, 2011: 708). Ayrıca bulut teknolojisine erişebilmek için internetin gerekli olması bağlantı hızı yavaşladığında, çalışma sistemini de yavaşlatabilmektedir (Göktaş ve Baysal, 2018: 1419).

1.1.4.2.8. Otonom Robotlar

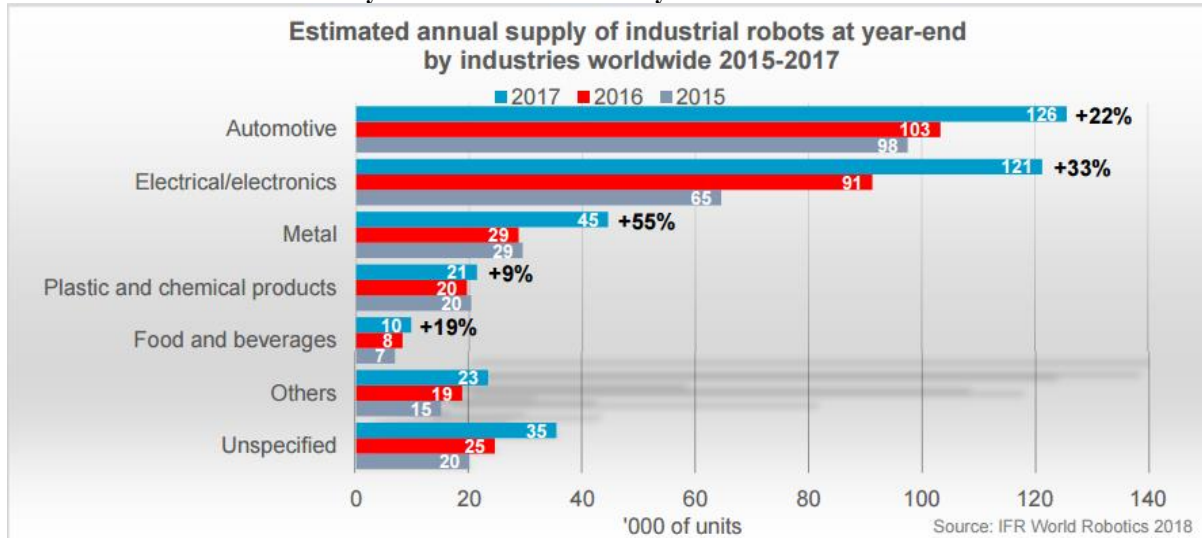
“Akıllı Makine”, “Öğrenen Makine”, “Robotik” veya “Mekatronik” olarak da adlandırılan otonom robotlar, gömülü halde içerdiği donanım ve yazılım olanakları sayesinde belirli düzeyde yapay zeka fonksiyonları üretebilen, karar verme seçeneklerini eyleme dönüştürebilen ve diğer akıllı nesnelere de iletişim kurabilen makinelerdir (Banger, 2017: 45; EBSO, 2015: 20).

İçerdiği özelliklere bağlı olarak yarı otonom ve tam otonom olarak sınıflandırılan otonom robotlar tam olarak özerkliğe sahipse şu özellikleri içermektedir (Banger, 2017: 71-74):

- ❖ Enformasyonları kendisi ve bağlı olduğu çevresi ile ilgili veri toplayarak edinmektedir,
- ❖ İnsan müdahalesine ihtiyaç duymadan uzun bir süre kendi başına çalışabilmekte ve el, kol vb. parçalarını programlanmış olduğu iş için hareket ettirebilmektedir,
- ❖ Kendisine tasarlanmadığı sürece çevresindeki insanlara veya mülkiyete zarar verecek davranışlardan kaçınmaktadır.

Günümüzde kullanım alanlarına göre, çeşitlilik gösteren robotik teknolojilerden en çok kullanılanı endüstriyel robotlardır. Endüstriyel robotlardan imalat sektöründe istifade edilmekle beraber başat olarak en çok yararlandığı sektör otomotiv'dir (Gür vd., 2017: 90). Uluslararası Robotik Federasyonu'na göre, yıl sonunda tahmini yıllık endüstriyel robot tarzi Tablo 1.4'deki gibidir. 2017 yılında sektörlere göre, en çok endüstriyel robot kullanımı başta otomotiv olmak üzere, elektrik-elektronik, metal, belirtilmeyen ürünler, diğer, plastik ve kimyasal ürünler ve yiyecek ve içecek gruplarında gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Her ne kadar endüstriyel robotların kullanımı en çok bu sektörler olsa da günümüzde giderek hasta bakıcılıktan, ameliyatlara, tarım uygulamalarından, eğlence ve ulaşım sektörüne kadar birçok alt alanda yararlanılmaktadır (http://www.emo.org.tr/ekler/91f2bb2a057879e_ek.pdf?dergi=1069, erişim tarihi: 09.02.2019).

Tablo 1. 4 Sektörlere Göre Dünyadaki Tahmini Endüstriyel Robot Kullanım

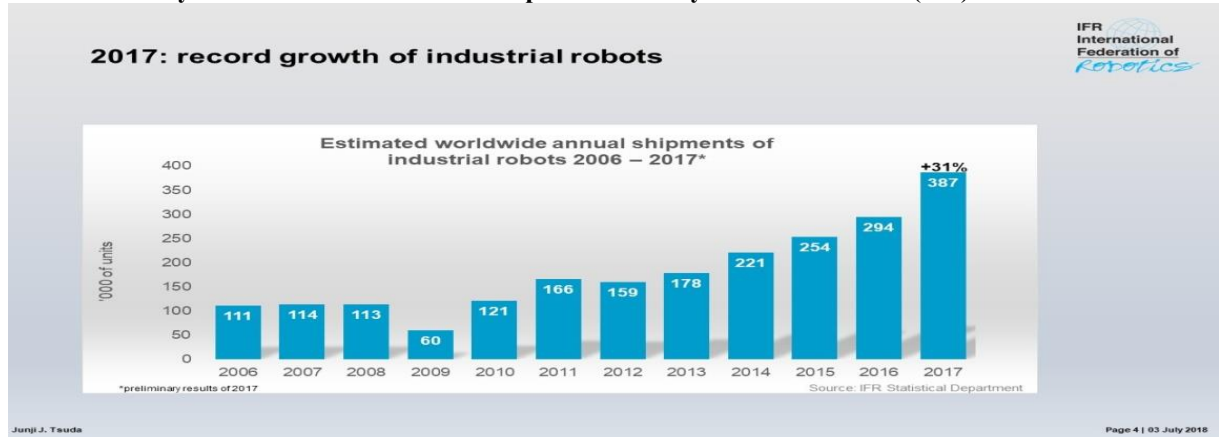


Kaynak: https://ifr.org/downloads/press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf, erişim tarihi: 09.02.2019

Dördüncü sanayi devrimi kapsamında sensörlerdeki ilerlemeler sayesinde, otonom robotlar çevrelerini daha iyi algılayarak diğer robotlar ile de bağlantı sağlayabilecek ve insan-

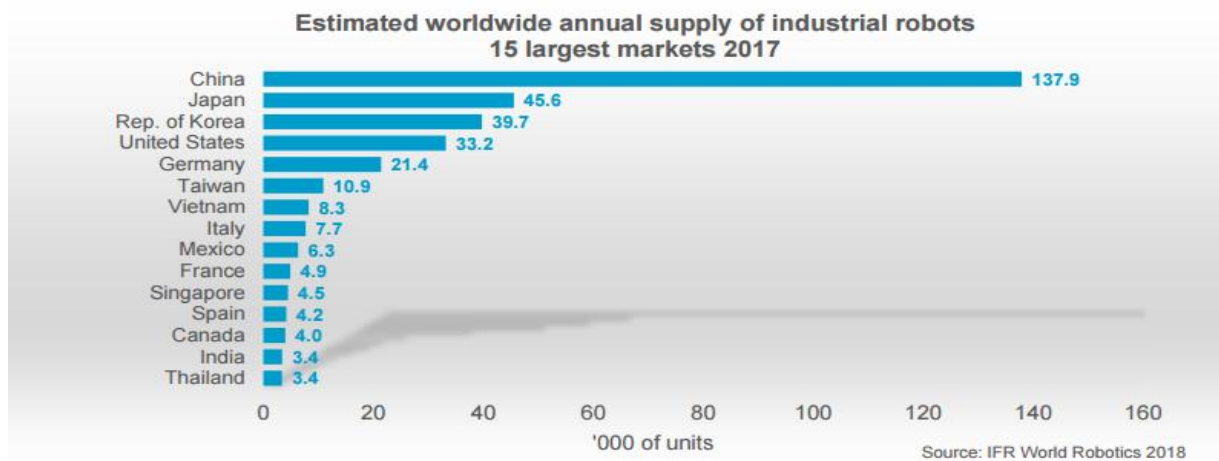
makine iş birliğinin doğuşu yönünde etki edecektir (Schwab, 2017: 26). Üretim süreçlerinde otonom robot kullanımı yaratacağı iş kayıplarının yanında, üretim ve kalite artışını da beraberinde getirerek tehlikeli ortamda çalışabilme esnekliği kazandıracaktır. Nitekim Uluslararası Robotik Federasyonuna göre, bu önemin farkına varılması ile endüstriyel robotlara olan talep geçmiş yıllara kıyasla büyük oranda artmaktadır (Gür vd., 2017: 91-93-94). Tablo 1.5’de dünya çapındaki endüstriyel robotların, 2006 yılından 2017 yılına kadarki tahmini sayıları görülmektedir. 2007-2008 ve 2008-2009 yılları hariç, izleyen diğer yıllarda endüstriyel robot sayısının giderek arttığı gözlemlenmektedir.

Tablo 1. 5 Dünyada Yıllara Göre Tahmini Toplam Endüstriyel Robot Tedariki (Bin)



Kaynak: https://ifr.org/downloads/press2018/Record_Growth_2017rev.jpg, erişim tarihi: 09.02.2019

Tablo 1. 6 Dünyadaki 15 Büyük Pazarın Tahmini Endüstriyel Robot Arzı (2017)



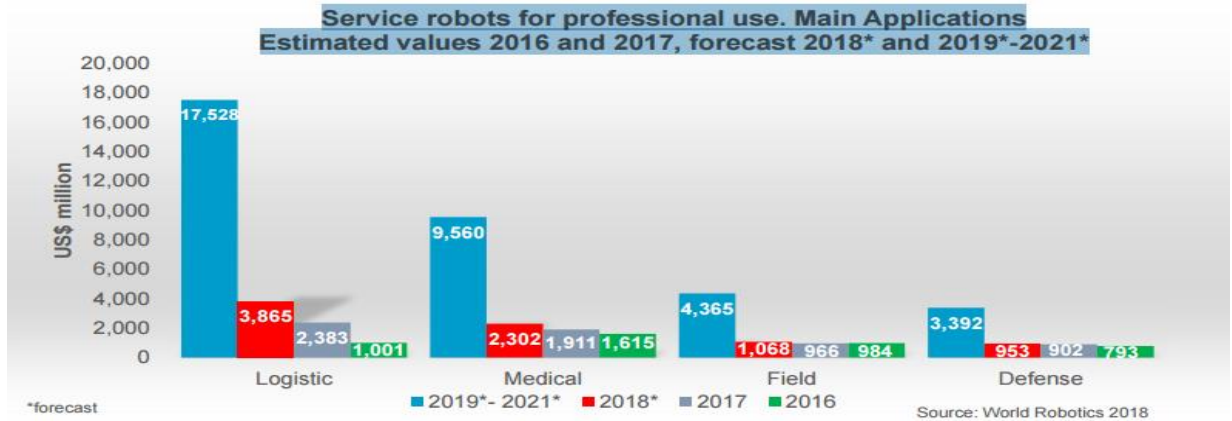
Kaynak: https://ifr.org/downloads/press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf, erişim tarihi: 09.02.2019

Üretimin Batılı ülkelerden Doğu ülkelerine kayışının, Endüstri 4.0’ın doğuşunun önemli parametrelerinden biri olarak görülen bu süreçte, endüstriyel robotların Asya’daki yükseliş serüveni oldukça dikkat çekicidir. Tablo 1.6’da Uluslararası Robotik Federasyonunun dünya çapındaki yıllık endüstriyel robot arzı görülmektedir. Nitekim araştırmaya göre, endüstriyel robot arz eden ülkelerin en başında Çin olmak üzere, Japonya,

Kore, Amerika ve Almanya ilk beşte yer almaktadır. İlk üç sırada doğu ülkelerinin yer alması, bu ülkelerin üretimde endüstriyel robot kullanımına verdikleri önemin bir göstergesini oluşturmaktadır.

Otonom robot çeşitlerinden olan profesyonel servis robotlarının kullanımına da çeşitli sektörlerde başvurulmaktadır. Yine Uluslararası Robotik Federasyonunun araştırmasına göre, lojistik sektörü bu alanların başında gelmektedir. Tablo 1.7’de servis robotlarının sektörlere göre olan kullanımları ve tahmini değerleri verilmektedir. Lojistik depolarında kullanılan otonom robotlar başta olmak üzere tıp, arazi ve savunma gibi birçok alanda servis robotlarından yararlanılmaktadır.

Tablo 1. 7 Servis Robotlarının Sektörlere Göre Tahmini Kullanım Oranları



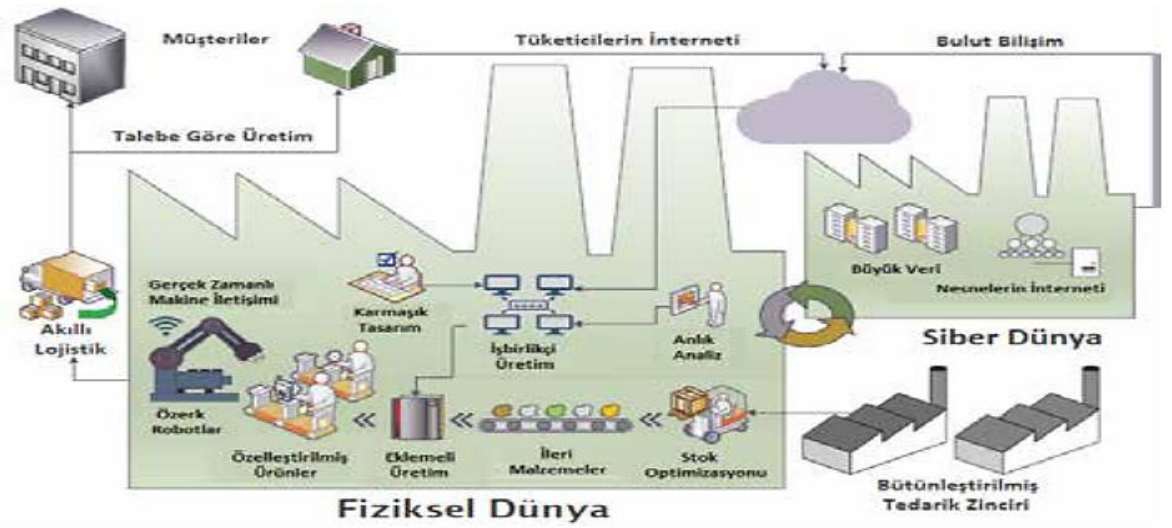
Kaynak: https://ifr.org/downloads/press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf, erişim tarihi: 09.02.2019

1.1.4.2.9. Akıllı Fabrikalar

İngilizce “Smart Factory” olarak adlandırılan akıllı fabrikalar, üretim sistemlerinin insan faktöründen arındırılarak akıllı hale gelmesini tasvir etmekte ve “geleceğin fabrikaları” veya “karanlık fabrikalar” olarak da anılmaktadır. Üretim süreçlerine konu olan tüm elemanların birbirleri ile haberleşmek üzere, nesnelere interneti teknolojisini kullandığı ve ihtiyaç duyduğunda büyük veri sistemlerine başvurduğu akıllı organizmalar, birbirleri ile derin bir şekilde iletişim halinde olan otonom sistemler olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel fabrikalardan farklı olarak, geleceğin fabrikalarında makineler herhangi bir sorun ile karşılaştığında üretimi otomatik olarak durdurabilme yetkisine sahip olabilmekte ve ancak gerekli bir durum söz konusu olduğu takdirde insan müdahalesine ihtiyaç duymaktadır (Davutoğlu vd., 2017: 554; Görçün, 2016: 191). Bu sistemler kendiliğinden organize olabilen üretim süreçlerini içermektedir.

Akıllı fabrikalarda fiziksel ve sanal dünya birleştirilerek robot, makine ve diğer ekipmanlar otonom özellik sergilemekte (Görçün, 2016: 190) ve tedarikçilerden müşterilere kadar tüm değer zinciri organizasyonlarına anlık eş zamanlı bilgiler sağlanmaktadır. Bu

fabrikalarda, karmaşık üretim süreçleri çok rahat bir şekilde yönetilebilmekte ve müşterinin talebine göre üretim sağlanmaktadır. Endüstri 3.0 çağı ile gelen ve işletmelere rekabet etmede önemli avantajlar sağlayan kişiselleştirilmiş ürünlerin üretimi, dördüncü sanayi devriminin temel unsurlarından olan akıllı fabrikalar ile hat safhada gerçekleşecektir. Fabrikalarda stok maliyetlerinin de önemli derecede önüne geçilmesini sağlayan geleceğin fabrikalarında, yalnız üretim şekillerinden olan tam zamanında üretimin gerçekleşmesi, makinelerin üretim kaynaklarını planlayabilmesi sayesinde üretilen ürünlerin sevkiyatı, akıllı lojistik sistemleri vasıtası ile gerçekleşecektir (EBSO, 2015: 17). Bu çerçeveden hareketle, akıllı fabrikaların şematik görüntüsüne Şekil 1.10'da yer verilmektedir.



Şekil 1. 10 Akıllı Fabrikaların Şematik Görüntüsü

Kaynak: Dilberoğlu vd., 2017 akt.Yıldız vd., 2018: 419

Geleneksel fabrikalara kıyasla, akıllı bir ekosistem içerisinde üretilen ürünlerin yapısında da değişiklikler meydana gelecektir. Akıllı fabrikalar, ürünün tedarik aşamasında temin edilecek ham maddelerin kimden, nasıl, ne zaman, ne miktarda sağlanacağına ve ham maddelerin ürüne dönüşüm serüveninde paketlenmesinden, nasıl sevk edileceğine dair sürecin planlanmasını ifade etmektedir. Bu ekosistem çerçevesinde, üretimi gerçekleşen akıllı ürünler diğer akıllı ürünler ile bağlantı sağlayarak tüketicilerin kullanımına ilişkin bilgileri depolayabilecek ve hangi koşullarda elverişli çalışabileceğini anlayabilecektir (Öztuna, 2017: 81; Gür vd., 2017: 86-87).

Endüstri 4.0 çağında, üretimin dijital hale gelmesi ile birlikte geleceğin fabrikalarında sanal gerçeklik, simülasyon vb. teknolojiler yardımı ile ürünler daha piyasaya sürülmeden önce bilgisayar ortamında izlenerek gelecekleri hakkında bilgi ve öngörüler sağlanabilecektir. Gelecek hakkında önemli kararlar alınmasına etki eden bu sistemler, ürünlerin daha az maliyetli, kaliteli ve hızlı bir şekilde piyasaya sürülmesine olanak tanıyacaktır

(<https://www.endustri40.com/kendinden-organize-dijital-fabrikalar/>, erişim tarihi: 11.02.2019). İnsan faktöründen arındırılan karanlık fabrikalarda, RFID ve sensör etiketleri yardımı ile ürünün hangi işlemlere tabi tutulmasını bilen robotlar üretimin sıfır hata ile gerçekleşmesine olanak tanıyacaktır (Kayapınar, 2017).

Karanlık fabrika sisteminin ilk örneklerinin görüldüğü Çin’de, cep telefonu modülleri üreten fabrikada robotların kullanılması ile işçi sayısı 650’den 60’a düşürülerek, hatalı ürünlerin oluşma seviyesi %25’den %5’e düşürülmüştür (Yıldız, 2018: 221; <https://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>, erişim tarihi: 11.02.2019). Almanya’daki üretim tesislerini kapatarak ucuz iş gücü avantajı sayesinde, Çin’de üretim yapmaya başlayan Adidas firması, günümüzde bu stratejisinden vazgeçerek tekrar Almanya’da faaliyete sunacağı “Speed Factory” tesisi ile üretimi tamamen otonom robotlarla gerçekleştirecektir. İş gücü giderlerinin olmayışı ve üretimin robotlarla gerçekleştirilmesi üretimin daha hızlı, daha ucuz ve verimli bir şekilde esnek olarak gerçekleştirilmesine olanak sağlayacaktır (<https://www.endustri40.com/adidastan-speed-factory-tesisi/>, erişim tarihi: 12.02.2019).

Karanlık fabrikalar ile gelecekte iş kayıpları yaşanacak olsa da insanlardan kaynaklı hatalı üretimlerin önüne geçilerek önemli derecede maliyet avantajı ve verimlilik de beraberinde gelecektir. Geleceğin fabrikaları ile akıllı makinelerin üretimi ve bakım-onarımını sağlayan çalışanlara ihtiyaç duyularak kişilerin bilgi ve birikimlerinin daha verimli işlerde kullanılması sağlanacaktır (<https://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>, erişim tarihi: 11.02.2019).

1.1.4.2.10. Entegre Sistemler

Türk dil kurumuna göre entegrasyon, farklı sistemler arasında bütünleşme ve uyumun sağlanabilmesi manasını taşımaktadır (TDK, 2019). Endüstri 4.0 çağında büyük önem arz eden entegre sistemler, birden çok sistemin bir araya getirilerek tek bir sistem olarak çalışabilmesinin ifadesidir. Günümüzde sistemlerin tasarlanma sürecinde kendi çalışabilirliğinin ötesinde, diğer ayırık sistemler ile de uyumlu ve entegre olması da önemlidir (EBSO, 2015: 21). Endüstri 4.0 teknolojilerinin akıllı fabrikalarda gerçekleşebilmesi adına, benimsenmesi gereken entegre sistemler; yatay, dikey ve uçtan uca mühendislik entegrasyonu olmak üzere çeşitlilik arz etmektedir. Yatay entegrasyon, bir değer zincirinde yer alan işletmenin paydaşları arasındaki eş zamanlı etkileşimini sağlayan entegrasyondur (Banger, 2017: 55). Ham maddenin tedarik edilmesinden ürünün tasarım sürecine ve hatta lojistik ve pazarlama faaliyetlerine kadar farklı işletmeler arasındaki birçok süreci içermektedir

(SIEMENS, 2016: 10). Örneğin e-ticaret yapan bir firma ve lojistik firması arasındaki yatay yazılım entegrasyonu sayesinde, site üzerinden yapılan bir alışveriş sonucundaki veriler, lojistik firmasının sistemine de düşmekte ve ürün teslim alındıktan sonra dağıtımına hazır hale gelmektedir. Dikey Entegrasyon, bir üretim sistemi içerisinde yer alan tüm bölümlerin entegrasyonudur, teknolojik alt yapı sayesinde süreçlerin tamamında sürekli bir iletişim akışı sağlanmaktadır. Kullanılan sensörler, vanalar, motorlar, üretim yönetimi sistemleri ve kurumsal kaynak planlama vb. süreçlerde entegrasyon sağlanması dikey entegrasyon örneğidir. Kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunulmasını destekleyen uçtan uca mühendislik entegrasyonu ise hem fabrika içerisindeki sistem ve süreçlerin hem de fabrika dışarısında kalan değer zincirinin tüm aşamalarının entegrasyonudur ([http://www.akillifabrika.org/Endustri 4.0 ve Sistem Entegrasyonlari,cnt-6](http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6), erişim tarihi: 12.02.2019).

Entegre sistemler sayesinde üretim süreçlerinde herhangi bir değişiklik olduğu takdirde, hızlı bir şekilde yanıt verilebilmekte ve tedarik zincirleri daha çevik bir yapıya kavuşmaktadır. Değer zincirlerinde sağlanan bütünlük sayesinde, Endüstri 4.0 teknolojilerinde ürün ve hizmetler kişiye özel olarak dönüştürebilmekte ve işletmeler daha esnek bir yapı elde etmektedir (SIEMENS, 2016: 10).

1.1.4.3. Dördüncü Sanayi Devriminin İşletmenin Temel Fonksiyonlarına Etkileri

İşletmelerin varlığını devam ettirmede yerine getirmeleri gereken birçok fonksiyon bulunmaktadır. Teknolojik bileşenlerin birleşiminden meydana gelen Endüstri 4.0'ın, başta üretim olmak üzere, işletmenin tüm temel fonksiyonlarına tesirinin kaçınılmaz olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda bu bölümde, sanayileşmenin dördüncü dalgasının; işletmenin temel fonksiyonlarından olan üretim, pazarlama ve muhasebe ve finans'a etkilerini nasıl göstereceği konusuna yer verilmektedir.

1.1.4.3.1. Üretim Fonksiyonuna Etkileri

Dördüncü sanayi devrimi içerdiği otomasyon ağırlıklı ve entegre sistem ile gerekli girdilerin ürüne veya hizmete dönüştürülme süreçlerini kapsayan üretim fonksiyonunda, köklü değişiklikler meydana getirmektedir. Bu değişikliklerde, makine gücü insanın yerini alarak üretim sistemleri kendi kendini yönetebilir ve birbirleri ile etkileşime geçebilir hale gelmektedir. Sistemin kendisi bu kapsamda, akıllı üretim olarak adlandırılırken sistem içerisinde çıktılara dönüşen ve çeşitli teknolojik unsurlar ile donanan ürünler ise akıllı ürün olarak tabir edilmektedir. Endüstri 4.0, üretim işlemlerinin gerçekleştirildiği fabrikalarda dahi bir dönüşüm yaratmaktadır. Geleceğin fabrikaları olarak adlandırılan ve insan faktöründen

arındırılan bu yerler, akıllı fabrikalar olarak kodlanmaktadır. Üretimde insan faktörünün devre dışı bırakılması ile tamamen otonom bir sisteme geçişin yatırım maliyetleri her ne kadar bir işletme için fazla olsa da Endüstri 4.0 birtakım avantajlar da sunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları şu şekildedir:

- ❖ İleri teknoloji içeren katma değeri yüksek ürünlerin daha düşük maliyetler ile üretilmesini sağlamaktadır. Ayrıca üretimin yüksek derecede gelişmiş makinelere devredilmesi ile işçilik maliyetlerini ve ucuz iş gücü ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.
- ❖ Üretimde insana dayalı hata payının azaltılarak daha düşük fire oranları, daha yüksek kalite ve verimlik artışı sağlamaktadır.
- ❖ Günümüzde şirketlere rekabet avantajı sağlamada önemli bir fark yaratarak tüketicinin istek ve ihtiyaçlarına göre, üretimi öngören kişiselleştirilmiş üretimde önemli kolaylıklar sunmakta ve esneklik sağlamaktadır.
- ❖ Üretimin dijital teknolojiler ile desteklenmesi ile birlikte, geçmiş devrimlere kıyasla ürünün pazara sunulmasından, nihai tüketiciye ulaştırılmasına kadarki sürece hız kazandırmaktadır.

1.1.4.3.2. Pazarlama Fonksiyonuna Etkileri

Endüstri 4.0'ın pazarlama fonksiyonuna olan etkilerinden bahsedebilmek için sanayileşmenin ilk çağından, günümüze kadarki evriminden bahsetmek isabetli olacaktır. İşletmeler adına değer elde etme misyonu üstlenen pazarlama, günümüze kadar üç temel aşamadan geçmiştir. Bunlardan ilki, pazarlama 1.0 olarak adlandırılan ürünün merkezde olduğu dönemdir. Bu dönem tüketicinin istek ve ihtiyaçlarının dikkate alınmadığı, ürün satma odaklı ve pazarlama kanalı olarak da geleneksel medyanın tercih edildiği bir süreçtir (Öz ve Arslan, 2019: 245). Sürecin bir sonraki aşaması Pazarlama 2.0 ise tüketicinin merkezde olduğu müşteri odaklı bir yaklaşımdır. Bu dönemde işletme stratejileri tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarına göre belirlenerek üretim gerçekleştirilmekte ve ürünün değeri tüketici tarafından tespit edilmektedir (Ertuğrul ve Deniz, 2018: 160-161). Günümüzde rekabet avantajı elde etme konusunda sosyal sorumluluk projeleri ile dünyayı daha iyi bir yer haline getirme mottosu ile hareket eden firmalar, insanlar için ürün satmanın ötesinde değer yaratmanın önemini farkına vararak; Pazarlama 3.0 ile insan merkezli anlayış geliştirmektedir. Tüketicileri akıl, kalp ve ruhtan oluşan bir insan olarak ele alan pazarlama 3.0; tüketicinin ruhuna hitap edebilmek üzere değer yaratma faaliyetlerine odaklanmaktadır (Büyükkalaycı ve Karaca, 2019: 466).

İnternet ve sosyal medya platformlarının gelişimi ile firmalar, geleneksel pazarlama kanallarının yanında e-mail, mobil ve çevrimiçi platformları da kullanmaktadır. Bu kapsamda pazarlamada geleceğe yönelik trendlerden biri olan Pazarlama 4.0 ile dijital pazarlama alanında yükselmektedir. Pazarlama 4.0; insana yönelik değer yaratmaya ek olarak, tüketicinin ürün ve marka ile direkt olarak etkileşime geçmesini sağlamaktadır. Pazarlama 4.0 sanal dünyada dijital bir boyut üstlenirken; pazarlama 1.0, pazarlama 2.0 ve pazarlama 3.0 fiziksel dünya ile geleneksel tarafı oluşturmaktadır (Kotler vd., 2017 akt.Öz ve Arslan, 2019: 246). Satın alma konusunda karar aşamasında olan ve bağlı bulunduğu sosyal çevreyi, gerçek yaşamı ve internet değerlendirmelerini dikkate alan tüketici çerçevesinden, teknolojideki hızlı gelişmelerden ve yoğun rekabet ortamından ötürü pazarlama 4.0 ortaya çıkmaktadır (Vassileva, 2017 akt.Büyükkalaycı ve Karaca, 2019: 467).

1.1.4.3.3. Muhasebe ve Finansman Fonksiyonuna Etkileri

Sanayileşme sürecinde dördüncü dalganın, finansal raporlama standartları ve muhasebe uygulamalarında birtakım değişiklikler yaratması beklenmektedir. Bu kapsamda değişikliklerin muhasebe alanında hangi gelişmelere öncülük edeceği, iki başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlardan ilki, işletmenin bölümleri arasında herhangi bir sıkıntı meydana geldiğinde insan müdahalesine gerek kalmadan, akıllı sistemler aracılığı ile kendiliğinden çözülmesini sağlayan “entegrasyon” kavramıdır. Günümüzde işletmelerde halihazırda kullanılan kurumsal kaynak planlama sistemleri de zaten entegre sistemlerdir fakat departmanlar arasındaki dijital iletişime izin vermemektedir. Bu çerçevede endüstri 4.0’ın, muhasebe de dahil olmak üzere tüm departmanlar arasındaki iletişime olanak sağlaması beklenmektedir. Muhasebede dönüşüm yaşanılması beklenen bir diğer olgu da endüstri 4.0 teknolojileri ile muhasebe işlemlerinin de gerçek zamanlı hale gelmesidir. Bu noktada gerçekleştirilen tüm muhasebe işlemleri gerçek zamanlı ve e-defter usulüne uygun bir şekilde kaydedilmektedir. Gerçek zamanlı muhasebe sistemi yazılı bir şekilde gerçekleştirilmediği için ortaya çıkan finansal tabloların doğruluğu ne kadar yansıtacağı hususunda birtakım kuşku da mevcuttur fakat giderilmesi, denetimin sürekli olarak sağlanmasına bağlıdır (Can ve Kıymaz, 2016: 111-112).

Endüstri 4.0’ın temel bileşenlerinden biri olan ve doğru değerlendirildiği takdirde geleceğe yönelik karar almada işletmelere katma değer oluşturan büyük veri teknolojisinin, finansal tabloların hazırlanma ve denetlenme süreçlerinde birtakım değişiklikler getirmesi beklenmektedir. Genel kabul görmüş muhasebe kuralları ve finansal raporların şekillenmesi hususunda etkileri beklenen büyük verinin, gelecekte işletme bünyesinde bu amaçlar

doğrultusunda kullanacağı düşünülmektedir (Warren vd., 2015 akt.Özden, 2018: 1643). İnternet erişimi olan her ortamdan, kaynaklara ulaşım imkanı sağlayan bulut sistemlerin de muhasebeye birtakım avantajlar sunması kaçınılmazdır. Bulut muhasebe ile uzaktan erişim sağlanarak veriler otomatik bir biçimde sisteme işlenebilmektedir. Ayrıca sistem, beyannamelerin de otomatik bir şekilde doldurularak mevzuat değişikliklerinin takip edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Aytekin vd., 2016: 55). Nesnelere interneti teknolojisi, muhasebe denetim süreçlerinde de yenilikler oluşturmaktadır. Denetimin yapılma aşamasında, zaman ve mekandan bağımsızlığın önem kazanması bunlardan biridir ve bir barkod yardımı ile denetmenlerin verilere istedikleri yerden ulaşabilmesi sağlanabilecektir. Maddi doğrulama ve uygunluk kontrolünü bu teknoloji sayesinde yapabilen denetmenler, stok kontrolünü de insansız hava araçları yardımı ile gerçekleştirebilme olanağına sahip olabilecektir (Erturan ve Ergin, 2017: 22).

İKİNCİ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ

2.1. İşletmelerde Değer Yaratan Faaliyetler

Bir ürünü veya hizmeti satın alan tüketicinin kazanmış olduğu faydaya istinaden, ödemeye razı olduğu bedel değer olarak ifade edilmektedir (Porter, 1985: 38 akt.Kuyucak ve Şengür, 2009: 133). İşletmelere doğru yönetildiğinde rekabet üstünlüğü kazandıran değer yaratan faaliyetler; ürünün veya hizmetin tasarım aşamasından başlayarak, satış sonrası hizmetlere kadar devam eden bir süreci kapsamaktadır. İşletmelerde değer unsurunun yaratılabilmesi için faaliyetleri yerine getirmede katlanılan maliyetlerin, müşteriye sunulan değerden az olması gerekmektedir (Savcı ve Haftacı, 2017: 264). Değer yaratan faaliyetlerin analizi Michael Porter tarafından ortaya atılan ve stratejik öneme sahip faaliyetlerin ayrıştırılarak değer ve maliyetler üzerindeki etkisini inceleyen “değer zinciri” sayesinde mümkün olmaktadır (Bekçi ve Doğru, 2011: 177). Şekil 2.1’de görseli bulunan bu değer zinciri modeli oluşturulurken işletmelerin büyük çoğunluğunda gerçekleştirilen ve birbirine bağlı bütün bir zincirin birer halkasını içeren faaliyetler temel alınmaktadır (Savcı ve Haftacı, 2017: 263).



Şekil 2. 1 Değer Zinciri Analizi

Değer zinciri analizine göre, işletmedeki faaliyetler temel ve destek faaliyetler olmak üzere iki grup halinde incelenmektedir. Ürün temelli süreçleri içeren temel faaliyetler; ilgili ham maddenin nihai ürüne dönüştürülmesinden, satışı ve pazarlanmasına, müşterilere ulaştırılmasına ve hatta satış sonrası hizmetlere kadar bir dizi süreci ele almaktadır. Bu faaliyetler içe yönelik lojistik, dışa yönelik lojistik, işlemler, pazarlama ve satış ve servis olarak gruplandırılmaktadır. Temel faaliyetlerin etkinliğini arttırarak işletmelerde katma değer yaratılmasına katkıda bulunan destekleyici faaliyetler ise işletme alt yapısı (finans, muhasebe,

genel yönetim vb. faaliyetler),insan kaynakları yönetimi, teknoloji geliştirme ve tedarik süreçlerinden oluşmaktadır. Tüm bu süreçleri gerçekleştirme sonucunda ortaya çıkan kar ise toplam değer ile değer üreten faaliyetleri gerçekleştirirken katlanılan maliyet arasındaki farkı yansıtmaktadır (Porter, 1985: 33-43 akt.Doğan, 2017: 173).

Değer zincirinin ikincil (destek) aktivitelerinden biri olan teknoloji geliştirme faaliyetleri; maliyetlerin azaltılmasında, kalitenin arttırılmasında ve işletmelerin sektöre kıyasla farklılığının oluşmasında önemli derecede rol oynamaktadır (Savcı ve Haftacı, 2017: 272). Nitekim belirli teknolojik bileşenlerden meydana gelen Endüstri 4.0'ın da değer yaratma sürecinin bir parçası olduğu ve işletmelerde başta üretim olmak üzere, değer yaratan tüm faaliyetleri etkileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca sanayi devriminin başlangıcından bu yana gelişim sağlayan sistemlerin, tedarik lojistiği olarak da isimlendirilen ilgili ürünlerin temini, depolanması ve üretim alanlarına dağıtılması faaliyetlerini içeren içe yönelik lojistiği ve tamamlanması bitmiş ürünlerin nihai tüketiciye ulaştırılması süreçlerini içeren; sevkiyat lojistiğini yani dışa yönelik lojistiği dönüştürdüğü gözlemlenmektedir.

2.2. Lojistik 4.0

Geleceğin lojistik sistemlerini şekillendirecek olan Lojistik 4.0 kavramı, dördüncü sanayi devriminin getireceği teknolojik bileşenlerin lojistik sektörüne entegre edilmesinin bir ifadesidir. Endüstri 4.0'a göre daha dar bir kapsamı olan Lojistik 4.0 hakkında alan yazın incelendiğinde, yapılan çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir. Nitekim Endüstri 4.0'ın günümüzde hala devam eden bir süreç olması yönü ile lojistiğe olan etkileri tamamen kestirilebilmiş değildir. Bu kapsamda literatürde yapılan tanımlar homojen olmamakla beraber, Lojistik 4.0 terimi hakkında yapılan tariflerin bazıları şu şekildedir:

Büyük miktarda veri akışı ve karmaşık sistemlerin entegrasyonuna odaklanan Lojistik 4.0 kavramı, kendi kendini düzenleyebilen özerk sistemler olarak tanımlanmaktadır (Szlapka ve Stachowiak, 2018; Syzmanska vd., 2017: 300).

Lojistik 4.0 paradigması, nesnelerin interneti ve veri tabanlarına yerleştirilen akıllı sistemler ile bilgi sağlanan tedarik ve sevkiyat lojistiğinin optimizasyonudur (Barreto vd., 2017: 1251).

Lojistik 4.0 yeni teknolojilerin sağladığı erişilebilirlik düzeyi ile müşterilere istedikleri zaman, istedikleri bir yerde çevrenin uzaklığı konumu vs. gibi çeşitli engellerden etkilenmeksizin geleneksel olarak mümkün olmayan ürün ve hizmet sağlamanın bir sonucudur (Strandhagen vd., 2017: 364).

Akıllı ürünler ve akıllı hizmetler ile ilgili olan Lojistik 4.0 kavramı, “akıllı lojistik” olarak da isimlendirilmektedir. Akıllı ürünler ve akıllı hizmetleri tanımlamak için kullanılan teknoloji odaklı yaklaşım, akıllı lojistiği ifade etmektedir (Barreto vd., 2017: 1248). Akıllı ürünler ilgili verileri toplayabilme, saklayabilme ve paylaşabilme yeteneklerinin ürünlere kazandırılması iken, akıllı hizmetler ise bilginin analiz edilmesi ve ölçülmesi için modern yöntemler sağlanmasıdır (Szlapka ve Stachowiak, 2018). Ürünlere siber fiziksel sistemler ve büyük veri gibi teknolojiler aracılığıyla, akıllılık niteliğinin kazandırılması ürünlerin kullanım ömrü sonunda geri kazanımı, tamiri, elden çıkarılması veya yeniden kullanılması gibi tersine lojistik faaliyetlerinin değerlendirilmesine de katkıda bulunmaktadır (Strandhagen vd., 2017: 365).

Akıllı lojistik yani diğer bir deyişle Lojistik 4.0, işletmeleri pazardaki ve müşteri beklentilerindeki değişime daha yakın hale getirerek firmaların esnekliklerini artıracak bir lojistik sistemdir (Barreto vd., 2017: 1248).

Lojistik 4.0 kavramı fiziki süreçleri izleyen ve kontrol eden, bu süreçlerin hesaplamalarını etkileyen geri bildirim döngüleriyle, siber fiziksel sistemlerin (CPS) kullanılmasıdır. Kullanılan bu siber fiziksel sistem maddeyi tanımlamak, algılamak ve bulmak için verileri kullanmakta ve bu verileri toplayıp, analiz edebilen bir bilgisayara göndermek için RFID (Radyo Frekans Tanıma Sistemi) teknolojisinden yararlanmaktadır. RFID sistemleri bir ürünün nerede olduğunu, otomatik olarak bularak tedarik zinciri boyunca görünürlüğünü geliştirmektedir (Galindo, 2016: 20).

Lojistiğe ilişkin süreçlerin ve tedarik zinciri üyelerinin (tedarikçiler, üreticiler, dağıtımıcılar, perakendeciler, müşteriler ve hizmet sağlayıcılar) özerk karar alma yapısı ile yönlendirilebildiği ve dijital ortamda bağlanarak birbirleriyle iletişim kurabildiği yapılar Lojistik 4.0 olarak tarif edilmektedir (Alnıpak ve Alkan, 2017).

Makineler ve insanlar arasında gerçek zamanlı iletişime izin veren ve ileri düzeyde internet kullanımının bir sonucu olarak ortaya çıkan Lojistik 4.0’da, tedarik zincirleri de dijital bir yapıya bürünerek akıllı hale gelmektedir (Barretovd., 2017: 1248; Bukova vd., 2018: 19). Tedarik zincirleri bu süreçte, büyük bir ağa dönüşerek zincirdeki tüm üyelerin bu ağ vasıtası ile birbirleriyle iletişim kurmalarına olanak sağlamaktadır (Wang, 2016: 69). Bu kapsamda tedarik zincirinin yapısı Lojistik 4.0’da, endüstriler ve bölgeler arasında daha işbirlikçi bir ağa dönüşmektedir (Strandhagen vd., 2017: 367). İnternet platformu üzerinden tedarikçiler ve müşterilerin aynı anda siparişlerine erişme imkanı sağlayan akıllı tedarik zincirinde süreçler gerçek zamanlı/çevrimiçi olarak izlenebilmektedir. Bu sayede, depo masrafları minimuma indirilebildiği gibi tamamen de ortadan kaldırılabilir. Lojistik

faaliyetlerdeki tüm süreçlerin, paydaşların kullandığı internet platformundan akan bilgilerle sağlanması, tedarik zincirinin her aşamasında insan müdahalesini gerektiren işleri de büyük ölçüde azaltmaktadır (Wang, 2016: 69). İnsan müdahalesinin yanı sıra, tedarik zincirinde yer alan tüm aktörlere gerçek zamanlı olarak bilgi akışının sağlanması, tedarik zincirinin yapısal problemlerinden olan ve bilginin tedarikçi ve üreticilere doğru gidildikçe bozulmasını öngören kamçı etkisini (kırbaç etkisi) de ortadan kaldırması beklenmektedir (Strandhagen vd., 2017: 363).

Lojistik 4.0'ın temel amacı, tedarik zinciri yönetiminde işgücü tasarrufu ve standardizasyondur (Wang, 2016: 69). Bu kapsamda tedarik zincirinin dijital dönüşüm ve akıllı sistemler ile kullanımı, tedarik zincirini her aşamada daha akıllı, daha şeffaf ve daha verimli bir hale getirecektir. Yakın gelecekte giderek daha esnek ve verimli hale gelecek bireysel müşteri ihtiyaçlarına daha yakından odaklanılacaktır (Barreto vd., 2017: 1251). Lojistik 4.0 sisteminin başarıyla gerçekleştirilmesi için bazı teknolojik bileşenlere ihtiyaç vardır. Bunlar tanımlama (RFID sistemleri), lokasyon (gerçek zamanlı konumlandırma sistemleri), algılama (siber fiziksel sistemler), ağ (nesnelerin interneti) verilerin toplanması ve analizi (büyük veri ve veri madenciliği), iş hizmetleri (hizmetlerin interneti, kurumsal kaynak planlama, pazarlama vb.)'dir (Galindo, 2016: 37). Szlapka ve Stachowiak'a göre, Lojistik 4.0 çözümlerinin oluşturduğu boyutlar ve değerlendirme alanları Tablo 2.1'deki gibidir.

Tablo 2. 1 Lojistik 4.0 Boyutları ve Değerlendirme Alanları

Lojistik 4.0 Boyutları	Değerlendirme Alanları
Yönetim	Yatırımlar, yenilik yönetimi, değer zincirinin entegrasyonu
Malzeme Akışı	Depo ve taşımacılıkta otomasyon ve robotizasyon derecesi, Nesnelerin İnterneti, 3D baskı, 3D tarama, gelişmiş malzemeler, artırılmış gerçeklik, akıllı ürünler
Bilgi Akışı	Veri odaklı hizmetler, Büyük veri (veri toplama ve kullanma), RFID, RTLS (gerçek zamanlı konumlandırma sistemleri), BT sistemleri (ERP, WMS, Bulut sistemleri)

Kaynak: Szlapka ve Stachowiak, 2018

Değerlendirme alanlarının yanında, lojistik sektörünü Endüstri 4.0'a taşıyacak teknoloji trendlerinde ise insansız hava araçları (drone'lar), otonom araçlar, robotik sistemler,

üç boyutlu yazıcı vb. örnekleri vermek mümkündür. Bu kapsamdaki örneklere Fotoğraf 2.1’de yer verilmektedir. Teknolojilerin uygulanması ile depolama, dağıtım, stok yönetimi gibi kilit lojistik faaliyetlerinin derinden etkilenmesinin beklendiği gelecekte, firmalar veya tedarik zincirinin Lojistik 4.0’ı özümseyebilmesi ile ilgili seviyeler görülecektir. Bunlar yok sayma, tanımlama, benimseme, yönetme ve entegre etme yetenekleridir (Strandhagen vd., 2017: 363; Szlapka ve Stachowiak, 2018).



Fotoğraf 2.1 Lojistik 4.0 Uygulama Örnekleri

Kaynak: <https://tusiad.org/tr/>, erişim tarihi: 21.02.2019

Lojistik 4.0 sisteminin uygulanması şirketlere sayısız faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte bazı dezavantajları da bulunan bu sistemin, işletmelere sağlayacağı avantaj ve dezavantajlar Tablo 2.2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. 2 Lojistik 4.0 'ın Avantaj ve Dezavantajları

Lojistik 4.0'ın Avantajları	Lojistik 4.0'ın Dezavantajları
Gerçekliğin ve sanal dünyanın tam entegrasyonu	Yüksek uygulama maliyeti
Sistem kullanıcıları, makineler ve diğer sistemler arasında gerçek zamanlı iletişim imkanı	Gelişmiş BT donanım uygulaması ile ilgili katı gereksinimler
Tedarik zincirinde gerçekleştirilen tüm süreçlerin iyileştirilmesi	Süreç odaklı yönetim metotlarının uygulanması ile ilgili katı gereklilikler (Tam Zamanında veya Yalın Yönetim gibi)
Müşterilerin ihtiyaçlarına doğrudan cevap veren ürün ve hizmetler için teslimat sürelerinin azaltılması imkanı	Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasına ilişkin şartlar
Fiziksel bir nesnenin sanal kopyasını oluşturan, dijital ikizlerin uygulanması sayesinde ürün tasarım maliyetinde düşüş	Verilerin kullanılabilirliği ile ilgili ve onları işlemeye yönelik bir yöntem bulunmayan sorunlar
Gerçekleştirilen süreçlerde yapısal ve örgütsel hata riskinde azalma	Şirketler arasında yaklaşımın yeniliği ve düşük farkındalık seviyesi
Sınırsız miktarda veri analizi için ileri teknolojilerin kullanılabilirliği	Şirketin alt sistemlerinin veya tedarik zinciri elemanlarının entegrasyonu ile ilgili sıkı gereksinimler
Makine ve operatörlerin artan performansı ve kullanılabilirliği	
Tüm sistem kullanıcıları tarafından özerk kararlar alma imkanı	
Tedarik zincirlerinin artan görünürlüğü ve esnekliği	

Kaynak: Szlapka ve Stachowiak, 2018

2.2.1. Lojistik 4.0'da Tam Zamanında Üretim Sistemleri

Endüstri 4.0 lojistik yönetimi bağlamında tam zamanında üretim (just in time-jit), sırayla üretim (just in sequence-jis) ve kanban sistemleri süreçlerini etkileyeceği düşünülmektedir. Kanban, üretimin tam zamanında gerçekleştirilebilmesi için üretim proseslerine neyi, ne zaman, ne kadar üreteceklerini ve nereye göndereceklerini belirleyen bir üretim yönetimi aracı iken tam zamanında üretimin bir ileri boyutu olan sırayla üretim;

üretimde doğru malzemenin, doğru yerde, doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru sırada olmasını sağlamaktadır (<http://infotekas.com.tr/kanban-uretim-yonetim-sistemi.html>, erişim tarihi: 24.12.2017; Werner vd., 2003: 111). Bu kapsamdan hareketle, Endüstri 4.0' ın JIT/JIS ve kanban ile ilgili kilit önemi konusunda tedarik zinciri yönetimi uzmanları ile görüşülerek şu önermeler türetilmiştir (Hofmann ve Rüsçh, 2017: 27-31):

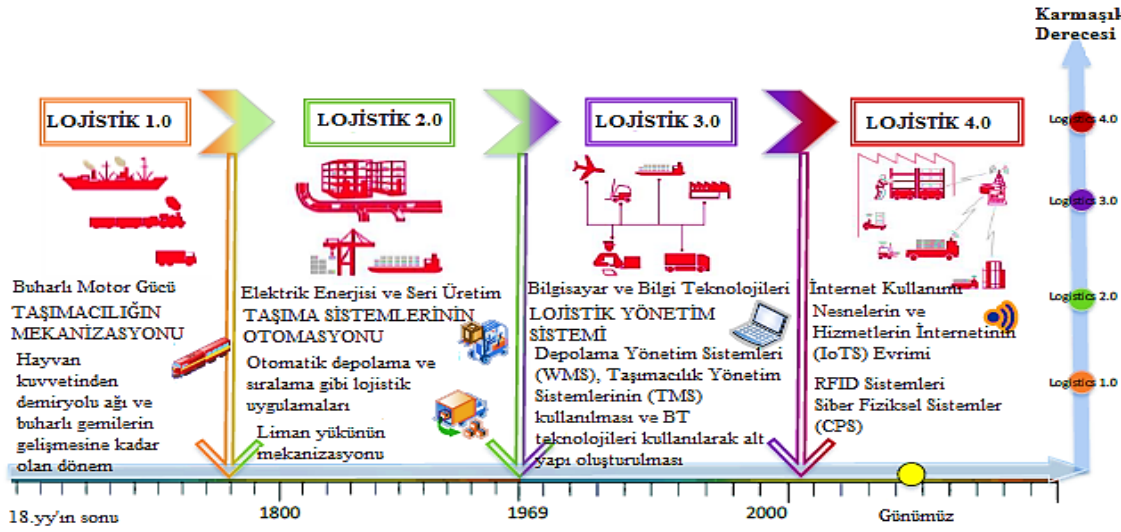
- ❖ Endüstri 4.0, JIT / JIS sistemlerinde giderek daha otomatik ve daha doğru bir talep planlama ve öngörme imkânı sağlayacaktır. Çünkü malzeme akışının siber fiziksel sistemler (CPS) ve otomatik tanımlama sistemleri kullanılarak gerçek zamanlı bir biçimde izlenebilmesi mümkün olacaktır.
- ❖ Endüstri 4.0 yüksek derecede süreç entegrasyonu sağlayacaktır. Örneğin Bulut tabanlı Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), JIT /JIS sistemlerinin şeffaflığını ve otomatik olarak yürütülmesini arttıracaktır. Böylelikle tedarik zincirindeki süreçler, aktörler tarafından tek tek planlanmayacak ve entegre bir şekilde yürütülecektir,
- ❖ CPS ve Nesnelerin interneti alıcılar ve tedarikçiler arasında gerçek zamanlı bilgi alışverişine izin verdiği için kanban sistemlerinde esneklik ve tepki verme yeteneği (örneğin ani talep dalgalanmaları durumunda) artacaktır,
- ❖ Tedarikçiler ve alıcılar arasındaki yüksek derecede entegrasyon ve bilgi paylaşımı nedeniyle kanban sistemleri, gelecekte kesinlikle talebe odaklı bir yaklaşım izleyerek dinamik ve daha verimli döngü süreleri elde edecektir.
- ❖ İnsan etkileşiminin az veya hiç olmadığı Endüstri 4.0 ortamında stok sayımı gibi emek yoğun faaliyetler ise RFID ve robotik teknolojiler ile desteklenerek tamamen özerk hale gelecektir.

2.3. Sanayi Devrimleri Kapsamında Lojistiğin Evrimsel Süreci

Sanayi devrimlerinin geçirmiş olduğu evrimsel süreçler incelendiğinde, mal ve hizmetlerin kaynak noktasından nihai tüketiciye kadarki ileri ve geri yönlü sistematik akışı bir disiplinler üstü alan olan “lojistik” sayesinde mümkün olabilmektedir. Üretim ve tüketim noktaları arasında fark olduğu sürece, etkinliğini sürdürecektir olan lojistik sektörüne yer verilmeden sanayi devrimleri düşünülememektedir. Dünya Ekonomik Forumuna göre, geçmişten günümüze dört sanayi devrimine şahitlik ettiğimiz bu süreç, lojistik sektöründeki isimlendirmeleri bazı kaynaklara göre şu şekildedir:

- ❖ Birinci sanayi devriminin Lojistik sektöründeki yansımaları “Lojistik 1.0”,
- ❖ İkinci sanayi devriminin Lojistik sektöründeki yansımaları “Lojistik 2.0”,
- ❖ Üçüncü sanayi devriminin Lojistik sektöründeki yansımaları “Lojistik 3.0” ,

- ❖ Dördüncü sanayi devriminin Lojistik sektöründeki yansımaları “Lojistik 4.0” şeklinde isimlendirilmektedir.



Şekil 2.2 Lojistiğin Evrimi

Kaynak: Galindo, 2016: 25

Bu isimlendirmelerden de anlaşılacağı üzere, birinci sanayi devriminden dördüncü sanayi devrimine kadar lojistik sektörü değişim ve yeniliklerden daima etkilenen ve ülkelere katma değer yaratmada fayda sağlayan önemli alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Endüstrilerin rekabet gücü üzerinde büyük oranda etkisi olan lojistik faaliyetler ve sanayi arasındaki etkileşim, lojistik sektörde de benzer dönüşümlere neden olmakta ve lojistiğin evrimsel sürecine katkıda bulunmaktadır. Lojistiğin zaman içerisindeki evrimsel sürecinin gösterildiği Şekil 2.2'ye göre, Lojistik 1.0'dan Lojistik 4.0'a doğru gidildikçe, birçok yeni teknolojinin birbirine entegre olmasını gerektirdiğinden karmaşıklık derecesi artmaktadır.

2.3.1. Lojistik 1.0

Lojistik 1.0 olarak adlandırılan ilk dönem, üretimde el aletleri ve hayvan gücünün yerine, buharın motorlu makinelerde kullanılmasını sağlayarak buharlı lokomotiflerin ve buharlı gemilerin gelişmesine öncülük etmiştir. Ulaşım açısından adeta bir devrim yaratan bu yenilik, insanların ve malların makineler yolu ile taşınmasına öncülük ederek “taşımacılığın mekanizasyonu” anlamını da içermektedir. Lojistik 1.0 devrinde, ülkelerin demiryolu ağlarını giderek arttırması ve buharlı gemilerin yaygınlaşması, yüksek kapasiteli ürünlerin taşınmasına öncülük ederek toplu taşıma döneminin başlangıcı olmasını sağlamıştır. Bu dönemin tedarik zinciri yönetimi yakından incelendiğinde, üreticiler yerel düzeyde faaliyet gösteren tedarikçilerin yakınında olma eğilimindedir. Ve tedarik ve sevkiyat lojistiğinde kesinleşmiş siparişlere dayanmaksızın, talep tahminlerinin esas alındığı “itme temelli teslimat süreci” kullanılmıştır. Bu çağın teslimat sürecinde, üreticiler ürünleri perakendecilere kadar itmiş ve

perakendecilerin geçmiş sipariş verilerine göre üretim yapmıştır. Dolayısıyla bu durum, tedarik zincirinde herhangi bir talep artışı söz konusu olduğunda, ihtiyacın daha zor bir şekilde temin edilmesine ve gecikmelere neden olmuştur. Ayrıca bu durumun tam tersi olarak üretim fazlalığı sonucu ortaya çıkabilecek aşırı stoklar, ürün eskimelerine de neden olabilmektedir. Lojistik 1.0'ın depoları incelendiğinde ise bu dönemin depolarında otomasyon olmadığı görülmektedir. (Galindo, 2016: 25-26-27). Ayrıca bir değer zincirinin birincil aktivitelerini oluşturan ve ürünün temin edilmesi, depolanması ve ilgili üretim yerine gönderilmesi faaliyetlerini içeren içe doğru lojistikte, insanlar tarafından yönlendirilmesi yapılan tekerlekli el arabaları kullanılmaktadır. Bitmiş bir ürünün müşteriye ulaştırma faaliyetlerini üstlenen dışa doğru lojistikte ise bu dönemde, buhar makineli trenler ve gemiler kullanılmıştır (<http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-4-0in-lojistik-sektorune-etkileri/9635>, erişim tarihi: 17.02.2019).

2.3.2. Lojistik 2.0

Lojistik 2.0 olarak adlandırılan ikinci dönem, elektrik ve montaj hattının yardımı ile seri üretime geçişi mümkün kılarken ham petrol ve çeliğin ulaştırma alanındaki gelişmeleri hızlandırdığı bir devri temsil etmektedir. Bu dönem, otomobil üretiminde sağlanan kitlesel üretim ile kara yolu taşımacılığında da gelişmelerin görülmeye başlandığı bir dönemdir. Lojistik 2.0 döneminde elektrik gücünden sağlanan enerji sayesinde, taşıma sistemlerinde otomasyon kullanılması ve otomatik depo sistemlerinin kullanılması mümkün olmuştur. Bu sayede, depolardaki ürünler bir taşıma operatörü tarafından raf boyunca hareket ettirilir, yerleştirilir veya otomatik bir biçimde alınabilir bir duruma getirilmiştir. Fabrika içerisindeki ürünlerin ve ham maddelerin taşınması ise elektrikli motorlar tarafından yönlendirilen forkliftlerle sağlanmıştır. Depolardaki sıralama, yükleme, boşaltma vb. faaliyetlerin lojistik ekipmanlar sayesinde, otomatik hale getirilmesi ile en ağır işlerin dahi elektrikle çalışan makineler ile yapılması sağlanmıştır. Limanlardaki yüklerin taşıma sistemini değiştiren konteyner gemilerinin yaygınlaşması da dönemin önemli inovasyonlarından biri olarak görülmektedir. Kitlesel üretim sonucu arzın oldukça arttığı bu dönemde, birden fazla tedarikçiler oluşarak tedarik ilişkileri uzamaya başlamıştır. Bu sayede tedarik zinciri yönetiminde, küresel bir şekle kavuşma izleri görülmüştür (Galindo, 2016: 27-28; Wang, 2016: 69).

2.3.3. Lojistik 3.0

Lojistik 3.0 dönemi bilgisayar teknolojileri ve programlanabilir mantıksal denetleyicilerin, endüstride otomasyonu mümkün kılması ile başlamıştır. Bu dönemde, bilgi teknolojilerinin yarattığı avantaj sayesinde Depo Yönetim sistemi (Warehouse Management System -WMS), Taşımacılık Yönetim Sistemi (Transport Management System-TMS) gibi lojistik yönetim sistemleri kullanılarak lojistik süreçlerin kontrol edilmesini ve yönetilmesini sağlamıştır. Lojistikte bilgi teknolojileri ve otomasyondan yararlanılması ile stok ve sevkiyat yönetiminde önemli ölçüde iyileşmeler görülerek verimlilik elde edilmiştir. Yine bu dönemde, alt yapı sistemlerinde sağlanan ilerleme sayesinde, ithalat ve ihracat kargolarının çevrimiçi olarak işlenmesine olanak sağlayan “NACSS” sistemi kullanılmaktadır. Lojistik 3.0’ın tedarik zinciri yönetimi incelendiğinde, tamamen küresel olduğu görülmekte ve tedarik lojistiğinin yanında depo yönetimi de bir yazılım tarafından planlanmakta ve kontrol edilmektedir. Bu dönemin fabrikaları içerisindeki lojistik süreçlerde, ürünlerin hareketi insanlar tarafından yönlendirilen forkliftler ve son teknoloji ile programlanmış robotlar sayesinde otomatik hatlar boyunca gerçekleştirilmektedir. Yine bu dönemde, bitmiş ürünlerin ve ham maddelerin gerekli yerlere ulaştırılması, yazılım tarafından optimize edilen programlar aracılığı ile önceden planlanmaktadır. Ürünlerin teslim süreçleri üretime başlamadan önce planlanan çizelgeye göre yönetilmektedir (Galindo, 2016: 29-30-31; Wang, 2016: 69).

2.4. Endüstri 4.0 Teknolojik Bileşenlerinin Lojistik Sektörüne Etkileri

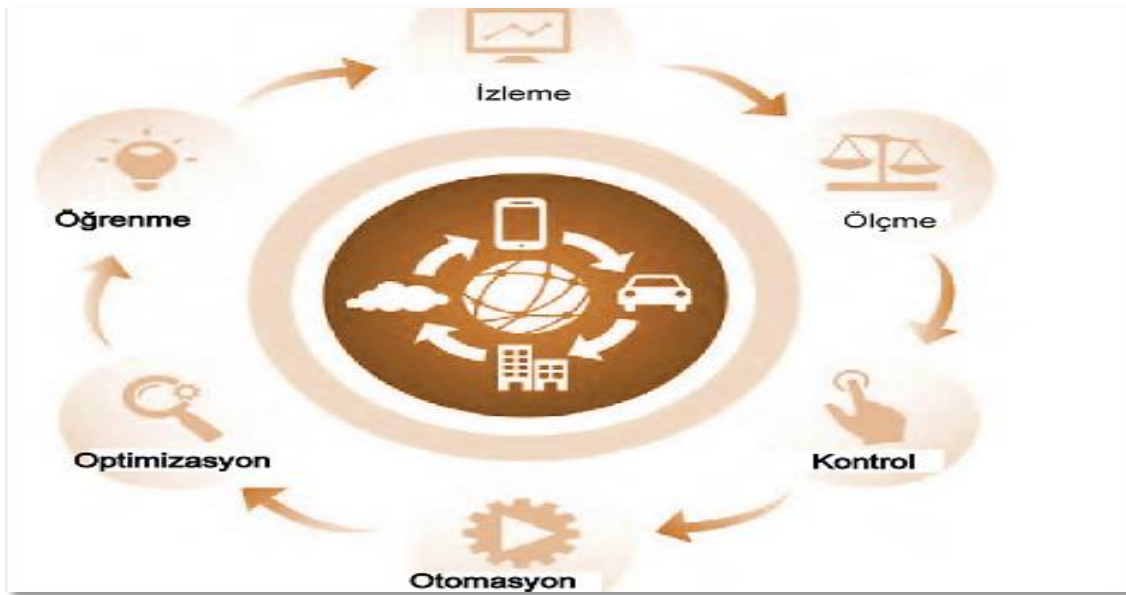
Çalışmanın bu bölümünde, Endüstri 4.0 teknolojik bileşenlerinin lojistik sektöründe halihazırda görülen ve gelecekte görülmesi muhtemel olan potansiyel etkilerden bahsedilmektedir. Ayrıca bu bileşenlere ilave olarak insansız hava araçları ve özerk otomobillerin de sektörde yaratacağı değişimler incelenmektedir.

2.4.1. Nesnelerin İnternetinin Lojistiğe Etkileri

Lojistik sektöründe, çeşitli teknolojik uygulamalar ile uzun süredir kullanılan nesnelerin interneti teknolojisi bir ürünün tedarik edilmesinden, nihai tüketiciye ulaştırılmasına kadarki tüm süreçlerin eş zamanlı olarak izlenebilmesine ve kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Kayapınar, 2017; Görçün, 2016: 160). Nitekim IoT teknolojisinin en çok bilinen uygulamalarından biri olan RFID; bir ürünü, paketi, paleti veya konteynırı üzerindeki akıllı etiketler vasıtası ile izlenebilmesini sağlamaktadır. Böylelikle ürünün; tedarik zincirinde nerede, hangi aşamada olduğu, nasıl kullanıldığı ve müşteriye ne zaman ulaştırılabileceğine dair süreçler uzaktan takip edilebilmektedir. Üstelik yararlanılan bu

teknoloji, sürece müşteriye de dahil ederek beklemekte olduğu ürününün nerede olduğunu izlemesi konusunda da fırsatlar yaratmaktadır (Schwab, 2017: 28).

Endüstri 4.0 çağında, akıllı nesnelere ve insanların birbirleri ile etkileşime girmesini sağlayan Nİ teknolojisi, lojistiğin temel faaliyetlerinden olan ulaştırma, depolama, dağıtım, stok gibi faaliyetlerde önemli yapısal dönüşümler ve yenilikler getirmektedir (Görçün, 2016: 160). Bu kapsamda lojistik sektöründe nesnelere interneti kullanımına ilişkin görsele Şekil 2.3’de yer verilmektedir. Endüstri 4.0’ın verimli ve etkin yönetim anlayışı ile yeniden şekillenecek olan lojistik sektörünün, nesnelere internetinden en fazla etkilenen sektörlerden biri olması ve çeşitli fırsatlar yaratması beklenmektedir (MÜSİAD, 2017: 93). Amerikalı çok uluslu bir ağ teknolojileri şirketi olan Cisco’nun yapmış olduğu tahminlere göre, gelecekteki 10 yılda IoT teknolojilerinden elde edilecek ekonomik faydanın 2,7 trilyonluk bölümü, tedarik zincirleri ve lojistik süreçlerin iyileştirilmesi ve atık tasfiyelerinden kaynaklanacaktır (Schwab, 2017: 74).



Şekil 2.3 Lojistikte Nesnelere İnterneti

Kaynak: MÜSİAD, 2017: 94

Nesnelere interneti teknolojisinin lojistik sektöründe yaratmış olduğu tesirler, şu şekilde ifade edilmektedir (Kayapınar, 2017; Görçün, 2016: 162; MÜSİAD, 2017: 75-110):

❖ Araç takip sistemleri: RFID, sensör, GPS teknolojilerinden sağlanan bilgilerle araçlar gerçek zamanlı bir biçimde takip edilebilmektedir. Google haritalar ve akıllı telefonların da kullanılması ile aracın nerde olduğuna dair görüntüler, lojistik hizmet sağlayıcılarına aktarılmaktadır. Ayrıca bu sistem, taşıma sisteminde hangi güzergahın kullanılması gerektiği ve en kısa sürede nasıl ulaşım sağlanacağı konusundaki kararların optimize edilmesini

sağlamaktadır. Taşıma araçlarının takip edilmesinin yanında, IoT taşınan ürünlerin de hareketlerini izleyerek uygun taşıma türünü belirleyebilmektedir. Doğru taşıma türünün belirlenmesi ve en uygun güzergahın sağlanması ile yakıt ve filo verimliliği konusundaki kabiliyetler de artmaktadır.

❖ Depo Yönetimi: Lojistiğin önemli faaliyetlerinden biri olarak görülen depolama faaliyetleri, iyi yönetilemediğinde işletmelerde büyük envanter maliyetlerine neden olabilmektedir. Nitekim bunu azaltabilmenin ve tedarik zincirinde ürünün müşteriye olan akışını hızlandırabilmenin yolu, depolarda IoT teknolojisinin yarattığı avantajları olabildiğince kullanmaktan geçmektedir. IoT depo operasyonlarında esnekliği giderek arttırmaktadır. RFID teknolojileri, depo operasyonlarında ürün ve ham maddelerin miktarını takip etmekte ve sistemde ürünlere ait herhangi bir sipariş söz konusu olduğu takdirde, çeşitli robotik sistemler aracılığı ile direkt olarak sevk noktalarına aktarmaktadır. Sevk noktalarına aktarılan ürünlerin, müşteriye teslimi gerçekleştiğinde ise bu bilgi tedarikçilere de iletilmektedir. IoT teknolojileri ile depolarda sıklıkla kullanılan forkliftlerin hızını da sensör aracılığı ile ayarlanmasını sağlayarak kaza riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda ürünlerin gerçek zamanlı olarak takip edilmesi ile hırsızlık, mal hasarı gibi durumların önüne de geçilmektedir.

❖ Enformasyon Yönetimi: IoT, lojistik faaliyetlere ilişkin süreçlerde ürünün üretildiği tarih, son kullanma tarihi, garantisinin kaç yıl olduğu gibi bilgilerin tedarik zinciri aktörlerine aktarılması konusunda, kesintisiz veri akışı sağlamaktadır. Ürün ve ham maddelere ilişkin güncel verilerin sağlanması bilginin bozulmasını engelleyerek olası hataların henüz gerçekleşmeden önlenmesini sağlamaktadır. Ayrıca ürünün yaşam döngüsü çerçevesinde sağlanan bilgiler, tersine lojistik faaliyetlerinde ürünü geri çağırma, tamir gibi süreçlerin belirlenmesinde de rol oynamaktadır.

❖ Çevreye Duyarlılık: IoT teknolojilerinde kullanılan uygulamalar, taşıma ve dağıtım maliyetlerinin düşmesine ve karbon ayak izinin azalmasına yardımcı olmaktadır. Nesnelerin interneti kapsamında karbon ayak izi kolaylıkla takip edilebilmekte ve sürdürülebilirlik sağlanarak yeşil tedarik zinciri adına önemli adımlar atılmaktadır. Nitekim yeşil depolarda harcanacak enerji de deponun kendisi tarafından üretilerek geleceğin lojistiğinin de yeşil odaklı olmasına katkıda bulunacaktır.

Nesnelerin internetinden günümüzde soğuk zincir lojistiğinde oluşturulan sistem sayesinde, taşıma kabında yer alan ürünün ısı değerlerini düzenleyip ölçebilen ve herhangi bir durum söz konusu olduğu takdirde, ürünün bozulmasını engellemek için soğutucu ekipman ve makinelere komutlar gönderen teknoloji kapsamında yararlanılmaktadır. Nitekim Birleşmiş

Milletlerin Gıda ve Tarım Örgütüne göre, her sene gıda ürünlerinin takribi üçte biri taşıma sırasında bozulabilmektedir. Nesnelerin interneti bu bozulmaların asgari bir düzeye inmesine katkıda bulunmaktadır (MÜSİAD, 2017: 79).

IoT teknolojilerinin geleceğe yönelik lojistik sektöründeki etkilerini incelemek üzere, 2014 yılında Forrester Consulting tarafından Zebra Teknoloji adına yapılan araştırmaya göre (Witkowski, 2017a: 767);

- ❖ Lojistik ve taşımacılık sektöründeki şirketlerin yaklaşık% 90'ı, önümüzdeki yıl IoT çözümlerini uygulacak veya zaten uygulamış olacaktır.
- ❖ Ankete katılanların yarısından fazlası, nesnelerin internetinin tedarik zincirini iyileştireceğini düşünmektedir.
- ❖ Ankete katılanların %40'ı, IoT'nin şirketlere güvenlik ve maliyet etkinliğini artırmalarında yardımcı olacağını ummaktadır.
- ❖ Nesnelerin interneti'nin uygulanmasındaki kilit teknolojilerin; wi-fi bağlantısı, güvenlik sensörleri, NFC iletişimi olduğu varsayılmaktadır (Yakın Alan İletişimi).
- ❖ Katılımcıların yaklaşık% 40'ı, IoT çözümlerinin uygulanmasının önündeki en büyük engel olarak bilgilerin gizliliği ve güvenliği konusundaki endişelerini dile getirmektedir.
- ❖ %38'i, bu çözümlerin karmaşıklık derecesini ve uygulama riskinin yüksek olduğunu belirtmektedir.

Lojistik sektöründe, IoT çözümlerinin uygun bir şekilde kullanılabilmesi için işletmelerin gerekli teknik donanıma sahip olması ve alt yapının sağlanmış olması gerekmektedir (Görçün, 2016: 164).

2.4.2. Büyük Verinin Lojistiğe Etkileri

İnternet platformunun hızlı bir şekilde gelişmesi ile birlikte, her geçen gün çok büyük miktarlarda ve farklı çeşitlilikte veriler üretilmektedir. Geleneksel veri yazılımlarının ötesinde, elde ettiği verileri saklayan analiz eden ve yöneten büyük veri; işletmelerin risklerini yönetme ve geleceğe yönelik bir durum çerçevesi çizme amacı ile kullandığı bir başvuru kaynağıdır. Birbiri ile uyum halinde olmayan farklı sistemleri, veri tabanları ve web sitelerinde toplanan verileri işleyerek birleştiren bu teknoloji, işletmenin veya kişinin sahip olduğu o anki durumunun resmini yansıtmaktadır (Witkowski, 2017b: 98-99). Gelecekte tıpkı para ve altın gibi, veri yönetiminin de değer yaratmada önemli bir araca dönüşeceği büyük veri teknolojisinin, lojistik sektörüne olan etkileri kaçınılmazdır. Bu kapsamda, veri yönetiminde fayda yaratmak isteyen lojistik sağlayıcıların, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış (görüntü, video, sosyal medya verileri gibi) veriler arasında entegrasyon

sağlaması gerekmektedir (DHL Trend Research, 2018: 39). Nitekim bir tedarik sisteminde yer alan kaynaklar arasında müşteri ve sosyal ağ profilleri, siparişler, pazar tahminleri ve coğrafi şemalar oldukça önemli hale gelmektedir. Bu önemin farkında olan perakendeciler, bilgileri analiz etmede müşteri verilerini kullanarak geleceğe yönelik satın alma davranışlarını tahmin etmekte ve beklentileri bu doğrultuda karşılamaya çalışmaktadır. Hatta dağıtım merkezlerinin kuruluşunda bile, ürün satın alma olasılığı daha yüksek olan müşterilere yakın olan yerler tercih edilebilmektedir (Witkowski, 2017b: 99).

Lojistik sektöründeki maliyetlerin optimize edilmesinde, müşteri deneyiminin geliştirilmesinde ve risklerin azaltılmasında muazzam bir potansiyel sunan büyük veri teknolojisinin sektörde yaratacağı fırsatlardan ilki, tedarik zincirindeki varlıklar ve personeller üzerinde verimlilik ve artan görünürlük sağlamasıdır. Ayrıca farklı çeşitlerdeki veri akışının birleştirilmesi, sektörde daha fazla katma değer yaratılmasına ve yeni iş fırsatlarının sunulmasına yardımcı olmaktadır. Bireysel müşteri verilerine göre yapılan farklı lojistik teklifler ile de müşteri memnuniyetinin artması, teknolojinin sektöre sunduğu fırsatlardan bazılarıdır. Getirdiği fırsatların yanında büyük veri teknolojisi, birtakım zorlayıcı etkenlere de neden olmaktadır. Bir kere uygulanabilmesi için bilgi teknolojilerinin uyumlu olması gerekmektedir. Lojistik hizmet sağlayıcısı ve müşteri arasında açık veri alışverişini gerekli kılan teknoloji hakkında, verinin toplanması ve korunması ile ilgili gizlilik endişeleri de bulunmaktadır (DHL Trend Research, 2018: 39).

Büyük veri teknolojisinin lojistik sektöründe kullanımını, dünyanın lider lojistik sağlayıcılarından biri olan DHL firmasının, tedarik zincirinde riski yönetmek amacı ile tasarladığı “Resillence 360” adı verilen uygulamasında görmek mümkündür (Witkowski, 2017b: 99). Bu uygulama, büyük verinin oluşturduğu avantajlardan yararlanarak tedarik zincirinde oluşabilecek kesinti ve riskleri kapsamlı bir veri havuzu çerçevesinde, gerçekleşmeden önce tahmin etmeye ve çeşitli değerlendirmeler ile azaltmaya çalışmaktadır. İki bileşenden meydana gelen “Resillence 360” uygulamasının ilk bölümünü, risk değerlendirme aşaması oluşturarak tedarik zincirini izlemede kullanılan gerçek zamanlı enstrümanlar kullanılmaktadır. Bu enstrümanlar sayesinde sağlanan izlenim ile tedarik zincirlerine daha sorunsuz, esnek bir biçimde ve kesintiye uğramadan hizmet verebilmektedir. Ayrıca üretimde yaşanabilecek aksaklık ve mali kayıpların da önüne geçilmektedir. Uygulamanın ikinci bölümünde ise hava durumu ve kişilerin çevrimiçi alışveriş davranışları gibi faktörler arasında korelasyon analizi gerçekleştirilmektedir. Operasyonlarda verimlilik sağlanmasını esas alan bu bölüm, şu anda pilot aşamasında olan “DHL Gönderi Hacmi Hesaplayıcısı” ile taşınması söz konusu olacak gönderilerin önceden planlanmasını

kolaylaştıran bir sistemi içermektedir (http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2014/logistics/dhl_uses_big_data_for_risk_mitigation_in_logistics.html#.XHARr_mLTIU, erişim tarihi: 28.02.2019).

Hizmet sağlayıcıların lojistik süreçlerinin optimize edilmesi, müşteri hizmetlerinin geliştirilmesi ve yeni iş modelleri yaratılması konusunda fırsatlar sunan büyük veri teknolojisi kullanımının bir diğer örneği, şu an pilot aşamasında olan ve karmaşık coğrafi verilerin ayrıştırılarak değerlendirilmesine olanak sağlayan “DHL Geovista”dır. Geovista uygulaması, lojistik sağlayıcıların küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin satış rakamlarının tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır (http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2014/logistics/dhl_uses_big_data_for_risk_mitigation_in_logistics.html#.XHARr_mLTIU, erişim tarihi: 28.02.2019).

2.4.3. Üç Boyutlu Baskının Lojistiğe Etkileri

Endüstri 3.0 döneminin üretim çağından, yakın geleceğe kadar önemi fark edilen tüketicilere yönelik yüksek düzeyde bireyselleştirilmiş ürünler, üç boyutlu baskı teknolojisi ile sanal ortamda modellenmesi yapılarak kolaylıkla basılabilmektedir. Başlı başına bir devrimin kendisi olarak nitelendirilen bu teknoloji, tüketicilerin de üretimde rol oynamasını sağlayarak tüketicileri üretici konumuna, fiziksel olarak kullanılmakta olan depoları sanal depolara ve yedek parçaların dijital bir ortamda saklanmasına izin veren teknolojiyi ifade ederek lojistik faaliyet ve tedarik zinciri süreçlerinde, olumlu-olumsuz birtakım dönüştürücü ve yıkıcı etkilere neden olmaktadır (Horenberg, 2017). Kitleli üretim çağında üretilen ürünlerin diğer pazarlara ve nihai tüketicilere ulaştırılabilme serüveni, lojistik faaliyetlerin yönetimi sayesinde mümkün olurken, evlerin de tıpkı bir iş yeri gibi kullanılarak butik ihtiyaçların talep edilen zamanda karşılanmasını sağlayan 3DP teknolojileri; üretici ve tüketici arasındaki lojistik akışın ortadan kalkmasını ve perakendecilerin tedarik zinciri süreçlerinde rolünün azalması yönünde etkilerini göstermektedir (MÜSİAD, 2017: 96). Talep edilen zamanda üretimi mümkün kılan 3DP teknolojisi, tam zamanında üretim kavramına yeni bir anlayış kazandırarak fiziksel depo içerisindeki çok sayıda ham madde, mamül, yarı mamül ve bitmiş ürünlerin beklemesini gereksiz kılmaktadır. Lojistiğin önemli konularından biri olarak görülen stok yönetimini ortadan kaldıran bu teknoloji, depolarda çalışanlara ihtiyaç duyulmayacağından tedarik zinciri süreçlerinin bir kısmını da atıl hale getirmektedir (Akben, 2017: 29). Üretim stratejilerindeki bu yeni durum, fiziksel ürünlerin nakliyesi yerine, malın dijital bir kopyasının tüketicilere aktarılmasına odaklanarak lojistikten bilgi lojistiğine geçilen bir düzenin temsilini yansıtmaktadır (Kunze, 2016: 293).

Endüstri 4.0 ın bileşenlerinden biri olan ve geleceğin teknolojileri arasında gösterilen 3DP ile üretim faaliyetlerinde bulunan işletmeler teknolojiye sağladıkları uyum neticesinde, lojistik operasyonlar ve tedarik zinciri süreçlerini değiştirmek zorunda kalacaklardır. Nitekim Lojistik sektörünün de bu kapsamda, İngilizce “offshore” olarak adlandırılan deniz aşırı ülkelerden, “nearshora” yani yakın coğrafi bölgeye doğru kayma göstereceği öngörülmektedir (Horenberg, 2017). 3 boyutlu baskı teknolojilerinin en çok kullanıldığı dönemde ulaştırma, depolama, dağıtım, stok, elleçleme gibi temel lojistik faaliyetler gerçekleştirilecek olsa dahi, teknolojinin lojistik sektöründe yaratacağı birtakım değişimler kaçınılmaz olacaktır (Akben, 2017:29). 3 boyutlu baskı teknolojilerinde lider firmalardan biri olan Alman merkezli DHL firmasına göre, teknolojinin yaratacağı değişimler ile ilgili sektörde dört senaryonun gerçekleşmesi beklenmektedir. Bunlar (Horenberg, 2017):

- ❖ Yedek parçaların fiziksel olarak depolanmadığı sadece müşteri taleplerine göre üretilen, dijital şablonlar içeren sanal depodur. Sanal depo, stok maliyetlerinin düşmesini ve süresi dolan malların da atılmamasını sağlayacaktır.
- ❖ Bireyselleştirilmiş ürünler üretmek için dağıtım merkezleri ve ambarları küçük olan fabrikalar kullanılacaktır.
- ❖ Lojistik firmaları üreticilerle iş birliği yapacak olursa, ürünün son montajı müşteriye en yakın dağıtım merkezinde yapılacaktır. Montajın kullanım noktalarına yakın olan yerlerde yapılması, taşıma maliyetlerinin ve ürünün ulaştırma zamanının azalması yönünde etkide bulunacaktır.
- ❖ Lojistik firmaları son kilometre (last mile) lojistiğine odaklanarak havalimanı yakınlarına özel 3 boyutlu baskı depoları kuracaklardır. Üç boyutlu baskı depolarının önemli havalimanı merkezlerinin yakınında yer alması ile de hızlı tepki süreleri sağlanarak teslimat süreleri kısalacak ve zamana duyarlı gönderiler için pazarlama hızı arttırılacaktır. 3DP aynı zamanda, bireyselleştirilmiş ürünlerin üretildiği yer konusunda da değişiklikler sağlamaktadır. Bu kapsamda lojistik sektöründe taşıma faaliyetinde bulunan firma; kamyon, tren, uçak gibi araçlarını mobil üretim tesislerine dönüştürerek malın anında üretimini sağlayarak müşterilerine ulaştırabilecektir.

Mobil üretim tesislerinin öncülüğünü yapan Amazon firması, müşterilerin talep ettikleri bir ürünü daha seri ulaştırabilmek adına, üç boyutlu baskı dağıtım kamyonunun patentini almıştır. Müşteri, Amazon sitesi üzerinden ürün siparişinde bulunduğu, firma müşteri adresine en yakın kamyonla ürünü basarak depolama faaliyetine hiç gereksinim duymaksızın direkt olarak ürünü teslim edebilmektedir

(<http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-4-0in-lojistik-sektorune-etkileri/9635>, erişim tarihi: 17.02.2019).

Üç boyutlu baskı teknolojisinde lider lojistik firmalarından bir diğeri de İsviçre merkezli Panalpina'dır. Tedarik zinciri yönetimi konusunda uzmanlaşmış bir nakliye ve lojistik hizmetleri sağlayıcısı olan Panalpina (<https://en.wikipedia.org/wiki/Panalpina>, erişim tarihi: 02.03.2019), 3DP teknolojisi sayesinde üretilen ürünlerin kişiselleştirmeyi sağlayan güçlü bir teknoloji olduğunu vurgulamaktadır. Panalpina lojistik yöneticisi, dünya genelinde yerel talebe yakın 3 boyutlu üretim merkezleri açtıklarına değinerek Cordiff Ünv. ile 3 boyutlu baskının olanaklarını keşfetmek ve hangi ürün sürecinin dönüştürülebileceğini ve bu dönüşümün tedarik zincirleri üzerinde hangi etkiye sahip olacağını keşfetmek için ortak araştırma yapmaktadır (Horenberg, 2017).

3 boyutlu baskı teknolojisinde üretim şekli, geleneksel üretime göre enerji tasarrufu sağlaması ve üretim süreci ve sonrasında ortaya çıkan atıkları azaltması yönü ile çevresel yönden avantajlıdır. Tüketici tarafından bizzat veya tüketiciye en yakın bölgede, üretime izin verdiği için teknoloji karbon emisyonu açısından da olumlu etkilere sahiptir (Akben, 2017:30). Olumlu etkilerinin yanında, 3DP teknolojisi birtakım zorluklar ile de karşı karşıyadır. Ürünü basmak üzere kullanılan kullanılan dijital şablonlarının sahipleri, bilgisayar korsanlarının saldırılarına ve telif hakkı ihlallerine mazur kalabilmektedir. Malzemeler ile ilgili herhangi bir kısıtlama ve teknolojinin sahip olduğu hız, 3DP teknolojisinin kullanılmasını geciktirebilmektedir (DHL Trend Research, 2018: 36).

2.4.4. İnsansız Hava Araçlarının Lojistiğe Etkileri

Günümüzde alt yapı, medya ve eğlence, tarım, güvenlik gibi birçok alanda kullanılan insansız hava araçları (IHA) veya bilinen adı ile drone'lar uzaktan kumanda edilmiş bir biçimde veya belirli bir uçuş planı üzerinden kendiliğinden hareket edebilen bir tür uçaktır (https://tr.wikipedia.org/wiki/İnsansız_hava_aracı, erişim tarihi: 12.03.2019). Gelecekte drone teknolojisinde meydana gelen gelişmeler, belirli ağırlıktaki bir ürünün hem taşınabilmesi hem de hızlı bir şekilde teslim edilebilmesi konusunda lojistik sektörüne muazzam fırsatlar sunmaktadır. E-ticarette günümüzde kullandığımız teslim yöntemlerine bir alternatif olarak deneme sürüşlerinin yapıldığı drone teknolojisi; paket teslimatında, ilaçların taşınmasında, yedek parçaların teslim edilmesinde, depo yönetiminde ve hatta aynı gün gıda ürünlerinin teslimine kadar geniş yelpazede hizmet çeşitliliği yaratmaktadır. Tıbbi lojistikte ilaçların taşınmasında drone'ların kullanılması, sağlık çalışanlarına gerekli malzemelerin hızlı bir şekilde bozulmadan ulaştırılmasına imkan sağlamaktadır (PWC, 2016: 8-9). İnsansız hava

araçları ulaşılması zor olan kırsal alanlara, erişimi tehlikeli olan bölgelere ve mega şehirlere teslimatlar yapmaktadır. Bu teslimatlar ile İHA'ların gelecekte kara yolu taşımacılığının tamamen yerini almayacağını fakat kara yoluna kıyasla, trafik sıkışıklığı vb. durumlara bağlı olmaksızın maliyet, enerji tasarrufu ve karbon emisyonu açısından olumlu tesirler yaratarak teslimat ve taşıma sürelerinin azalması yönünde etkide bulunacaktır (DHL Trend Research, 2018: 48). Drone destekli çözümlerin sırf taşımacılık endüstrisine ait kısmının piyasa değeri PWC'nin yaptığı tahminlere göre, 13 milyar ABD doları seviyesinde olacağı öngörülmektedir (PWC, 2016: 8).

İnsansız hava araçlarının lojistik sektörüne sunacağı fırsatlar şu şekildedir (DHL Trend Research, 2018: 48):

- ❖ Alım satım merkezi, dağıtım merkezi veya depolarda yer alan malzemelerin bilgi ve lojistik akışlarının optimize edilmesinde, otomasyonunda, entegrasyonunda ve yönetiminde rol oynayan intralojistik faaliyetlerin gözetim işlemlerinin daha hızlı gerçekleşmesini sağlayacaktır.
- ❖ Ulaşımı zor olan bölgelere dahi teslimat sağlandığından, teslimat ağlarının esnekliğini ve operasyonel verimliliği arttıracaktır.
- ❖ İnsan faktörünün dışarıda bırakılması ile uzak bölgelere dronelar aracılığı ile otomatik teslimat hizmeti sağlanması, risk ve kazaların azalması yönünde etkisini gösterecektir.
- ❖ Depoların ve ticaret hatlarının daha uygun maliyetli ve uzaktan güvenlik kontrollerinin gerçekleşmesini sağlayacaktır (örneğin demiryolu ağı, boru hatları gibi).

İnsansız hava araçları getirdiği fırsatların yanında, birtakım zorluklara da işaret etmektedir. Drone teknolojisinin, tüm pazarlarda olduğu gibi lojistik sektöründe de benimsenmesini engelleyebilecek çeşitli kısıtlamalar ile karşı karşıyadır. Bu kapsamda İHA'ların yetkisiz olarak temin edilmesi veya hacklenmesi ihtimalinin söz konusu olduğu gibi drone operatörü çeşitli sahalarda uçuşlarını gerçekleştirirken içerisinde hassas veya gizli verilerin de bulunduğu bilgiler toplayabilmektedir. Bu durum gizlilik ve kamu güvenliği konusundaki endişeleri dile getirirken bireylerin veya şirketlerin gizlilik haklarını, illegal bir durum karşısında nasıl savunabileceği henüz net bir şekilde belirlenmemiştir. Ayrıca rekreasyonel ve özel sektörde ticari gaye doğrultusunda kullanılan insansız hava araçlarının, havada uçan diğer nesnelere çarpışma tehlikesine karşı, hava trafiği yönetim sisteminin geliştirilmesi de ihtiyaç dahilindedir (DHL Trend Research, 2018: 48; PWC, 2016: 24).



Fotoğraf 2. 2 DHL Parcelcopter 4.0 Görünümü

Kaynak: <https://newatlas.com/dhl-parcelcopter-africa/56663/>, erişim tarihi: 13.03.2019

İnsansız hava araçları teknolojilerine birçok firmanın yatırım yapmaya başladığı günümüzde, Fotoğraf 2.2’de görseli bulunan ve DHL tarafından yatırımı gerçekleştirilen “Parcelcopter 4.0”, Victoria Gölü’ndeki bir adaya 60 km’lik uçuşu, ortalama 40 dakikada tamamlayarak ilaçların teslimi konusundaki testi başarıyla geçmiştir. Bu kapsamda drone’un Afrika bölgesinde faaliyette bulunan hastane ve eczanelere, sağlık sektöründeki lojistik zorlukların giderilmesi için yeni fırsatlar sunmaktadır (<https://www.dpdhl.com/en/media-relations/specials/dhl-parcelcopter.html>, erişim tarihi: 14.03.2019).



Fotoğraf 2. 3 Amazon Prime Air Görünümü

Kaynak: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>, erişim tarihi: 14.03.2019

ABD merkezli bir e-ticaret ve bulut bilişim şirketi olan Amazon da drone konusundaki çalışmalarını genişletmektedir. Bu kapsamda Fotoğraf 2.3’de görseli bulunan “Amazon Prime Air” adını verdiği insansız hava aracı ile küçük paketlerin, teslimat yerine 30 dakikada varabilmesini ve son km teslimatının otomatikleştirilmesini sağlayan konsepti başlatmıştır. 2 kg’lık bir ürünün, ABD kara yolu taşımacılığı vasıtası ile gönderilmesi 2\$ - 8\$ arasında değişen bir maliyeti varken drone aracılığı ile göndermenin maliyeti yaklaşık 10 sente olmaktadır (PWC, 2016: 8).



Fotoğraf 2. 4 UPS Teslimat Kamyonu Drone’u

Kaynak: <https://www.irishtimes.com/business/technology/ups-tests-drone-deliveries-with-octocopter-mounted-on-lorry-1.2985152>, erişim tarihi: 17.03.2019

Dünyanın önemli lojistik firmalarından biri olan UPS da elektrikli kamyon ve drone üreticisi olan Workhorse firması ile iş birliği yaparak insansız hava araçları konusundaki ilk denemesini gerçekleştirmiştir. Fotoğraf 2.4’de görseli bulunan UPS teslimat kamyonunun tavan kısmından havalanan drone’lar, kırsal bölgelere paketleri götürerek teslimi gerçekleştirdikten sonra otonom bir şekilde kamyonu geri dönmektedir. Teknoloji bu kapsamda, ulaşımı zor olan yerlere paket teslimat yapmak üzere yola koyulan teslimat kamyonlarının, binlerce km kat ederek yaşayacakları vakit ve yakıt kayıplarının önüne geçmektedir (<https://pazarlamasyon.com/ups-ilk-drone-ile-teslimatini-gerceklestirdi/>, erişim tarihi: 17.03.2019).

Çin’li e-ticaret devi Alibaba firması da drone ile teslimat yapmak üzere deneme testlerine başlamıştır. Ülkemizde ise PTT, insansız hava araçları ile teslimatı start vereceğini duyurmuştur.

2.4.5. Özerk Otomobillerin Lojistiğe Etkileri

İngilizce “driver-less car”, “unmanned ground vehicle”, “autonomous car”, “uncrewed vehicle”, “driverless car”, “self-driving car”, “robotic car”, automated vehicle gibi birçok değişik terimle ifade edilen “otonom ya da özerk araçlar” herhangi bir sürücü müdahalesine gerek duymadan, başlangıç noktasından varış noktasına seyir halinde gidebilen otomobillerdir. Sürücü insiyatifinin devre dışı kalması yönü ile “sürücüsüz otomobil” olarak da anılan araçlarda, insanların duyu organlarına kıyasla daha az hata yapan, çevresini daha hızlı ve daha kolay algılayabilen radar, lidar, sonar, GPS, dijital haritalar, sensör, bilgisayar görüşü vb. çeşitli teknolojilerden ve gelişmiş kontrol sistemlerinden yararlanılmaktadır (Yetim, 2016: 129-130). Otomotiv Mühendisleri Topluluğuna (Society of Automotive Engineers-SAE) göre, araçtaki farklı otonom seviyelerini tanımlamak üzere seviye 0’dan seviye 5’e kadar 5 düzey belirlenmiştir. Çizelgeye göre; seviye 0’da otomasyon yoktur, seviye 1’deki araçlar sürücü yardımı ile hareket etmektedir, seviye 2 kısmi otomasyona sahiptir,

seviye 3 şartlı otomasyondur, seviye 4 yüksek derecede otomasyon içermektedir, seviye 5 ise tamamen otonom halde hareket eden full otomasyona sahip araçları kapsamaktadır. Günümüzde trafikte bulunan araçların birçoğu 2. ve 3. seviyedeki düzeyden oluşmaktadır (Gökaşar ve Dündar, 2018: 2).

Lojistik sektöründe özerk araçlar, depo operasyonlarında ve üretim tesislerinde hali hazırda kullanılmaktadır. Bu sürecin bir sonraki evrimsel adımının, gerekli izinler alındığı takdirde sürücüsüz araçların otoyollarda ve kamusal alanlarda güvenli bir şekilde kullanımının sağlanarak lojistik operasyonların optimize edilmesidir. Kendi kendine sürüş yeteneğine sahip sürücüsüz otomobillerin, lojistik sektöründe şu fırsatları oluşturması beklenmektedir (DHL Trend Research, 2018: 47):

- ❖ Trafik yoğunluğunun dikkate alınarak optimize edildiği rotalama sayesinde, yakıt verimliliği sağlayarak maliyet ve zaman konusunda tasarruf yaratmaktadır.
- ❖ 7/24 çalışabilme özelliğine sahip sürücüsüz otomobillerin algılama yetenekleri insanlara göre daha yüksek olduğundan, güvenilir ve emniyetli bir ulaşım sağlayarak operasyonel verimliliği arttırmaktadır.
- ❖ Daha verimli yakıt tüketiminin sağlanması, sera gazı emisyonlarını azaltarak çevrede daha az olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Sürücüsüz otomobiller yarattığı fırsatların yanında, birtakım zorlayıcı etkenlere de sahiptir. Bunlardan ilki, sürücüsüz araçlardaki yazılım hataları ve zararlı sonuçlara neden olabilecek potansiyel bilgisayar korsanlarıdır. Bu kapsamda yazılımın güvenilir olması ve satışa sunulduktan sonraki süreçte, teknik nedenli kazalara mahal vermemesi oldukça önemlidir. Güvenlik konusunda endişelerin de bulunduğu sürücüsüz otomobil teknolojisinde, çeşitli ülke ve eyaletlerdeki yasal kısıtlamalar araçların edinilmesini zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda gelecekte özerk otomobillerin piyasada yaygın bir şekilde görünür hale gelmesi ile birlikte, bazı meslek gruplarında iş kayıplarının da yaşanması beklenmektedir. Bunlardan en önemlisi, nakliye ve lojistik sektöründe çalışan şoförlerdir. İnsanların araç kullanımındaki kendi kontrollerini, bir otopilot görevi üstlenen sürücüsüz araçlara devretmedeki olumsuz algıları da teknolojinin yaygınlaşmasında engel bir unsur olarak görülmektedir (DHL Trend Research, 2018: 47; STM, 2017: 9; Gökaşar ve Dündar, 2018: 3).

Yapılan bir araştırma neticesinde, yanıt verenlerin %79'una göre 2025 yılında Amerika'daki yollarda otomobillerin %10'unun sürücüsüz olacağı öngörülmektedir (Schwab, 2017: 159). Günümüzde sürücüsüz otomobillerin gelecekte taşıdığı önemin farkına varan birçok firma, bu konuda yatırımlar yaparak deneme testleri gerçekleştirmektedir. Nitekim 2009 yılında özerk otomobiller konusunda bir proje başlatan Google, tasarladığı "Waymo"

modeli ile Arizona eyaletinde kendi kendine sürüş testleri gerçekleştirmektedir (<https://waymo.com/journey/>, erişim tarihi: 25.03.2019). 2016 yılından itibaren Google'ın çatı şirketi Alphabet tarafından faaliyet gösteren Waymo; 5. seviye otonom araç özelliğine sahiptir (<https://webrazzi.com/2018/02/28/surucusuz-arac-teknolojisi-yarisinda-hangi-sirketler-on-siralarda/>, erişim tarihi: 25.03.2019). Şirketin aynı zamanda, gelecekte Uber'e ciddi şekilde rakip olabilecek sürücüsüz otomobil çağırma projesi olan "Waymo-One" uygulaması da bulunmaktadır (<https://webrazzi.com/2018/12/05/google-surucusuz-otomobil-cagirma-uygulamasi-waymo-onei-tanitti/>, erişim tarihi: 25.03.2019).

Otonom taşımacılığın geleceğine yönelik çalışmalar yapan Volvo markası da daha düşük gürültü seviyeleri ve daha az egzoz emisyonu içeren, elektrikli otonom aracı olan "Vera'yı" yakın dönemde tanıtmıştır. Lojistik sektörü ile ilgili süreçleri dönüştürmeye hazırlanan Vera, nakliyat ile ilgili verilerini bulut servisinden temin etmektedir. Kabin ve şoför koltuğunun bulunmadığı özerk tırın; liman, sanayi bölgeleri ve lojistik merkezlerinde kullanılması ve daha güvenli, daha temiz, daha verimli taşımacılığın temellerini oluşturması hedeflenmektedir (<https://www.volvotrucks.com.tr/tr-tr/about/vera.html>, erişim tarihi: 25.03.2019; <https://geleceksimdi.com/volvo-nun-benzersiz-otonom-araciyla-lojistikte-yeni-donem/>, erişim tarihi: 25.03.2019).

Mercedes Benz'in "Future Truck 2025" yani geleceğin kamyonu olarak nitelendirdiği 2025 modeli, tamamen sürücüsüz bir araç olmasa da otomatik kontrol yeteneğine sahiptir ve gerekli durumlarda sürücülerin müdahalesini mümkün kılmaktadır. Bu konseptte tır şoförü yorulduğu takdirde, aracı otomatik sürüş moduna geçirerek dinlenebilmekte ve gerekli işlerini yapabilmektedir. Teknolojinin uzun karayolu mesafelerine ve trafik yoğunluğuna maruz kalan tır şoförlerine kolaylıklar sağlaması beklenmektedir (<https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/the-long-haul-truck-of-the-future/>, erişim tarihi: 25.03.2019).

Sürücüsüz araçların yanında, elektrikle çalışan ve dizel araçlara göre önemli derecede yakıt tasarrufu sağlayan akıllı kamyonlar da lojistik sektöründe büyük bir öneme sahiptir. Nitekim Elon Musk'a ait şirketler arasında yer alan Tesla Motors tarafından üretilen, "Tesla Semi Truck" yani elektrikli akıllı kamyon, yüksek derecede otomasyona sahiptir ve geleceğin taşımacılık aracı olarak nitelendirilmektedir. Tedarik zincirinde sürücü faktöründen kaynaklanan hataların önüne geçen teknoloji, sürdürülebilir bir dünyanın temellerini oluşturarak iki yılda 200.000\$ yakıt tasarrufu sağlamaktadır. 2019'da seri üretime geçmesi planlanan Tesla Semi'nin müşterileri arasında DHL, UPS, Walmart, Fedex, Pepsico,

Anheuser-Busch, Sysco, Loblaw gibi şirketler bulunmaktadır (https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Semi, erişim tarihi: 25.03.2019).

2.4.6. Depo Yönetiminde Kullanılan Robotik Sistemlerin Lojistiğe Etkileri

Ham madde, yarı mamül veya bitmiş ürünlerin geçici ya da sürekli olarak bekleme işlemine maruz kaldığı ve lojistik maliyetlerin %20'sini oluşturduğu depolama faaliyetleri, lojistik süreçler içerisindeki önemli maliyet kalemlerindedir (Erturgut, 2016: 126). Günümüzde firmalar etkili bir depo yönetimi sağlamak üzere, Depo yönetim sistemi (Warehouse Transport Systems-WMS), RFID, Barkodlama, ASRS (Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemleri) kullansa da dördüncü sanayi devrimi ile gelecekte daha sık görmeye başlanacak olan otonom robotik sistemler, dünyaca ünlü firmaların sipariş toplama süreçlerinde görünür hale gelmeye başlamıştır. Örneğin Amazon ve Alibaba depoları personeller ve robotların birlikte çalışabileceği alanlar olarak tasarlanarak otonom robotlar Alibaba deposunda, işçilere duyulan gereksinimi %70 oranında azaltmıştır (Önden, 2018: 345). Nitekim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının araştırmasına göre de akıllı depo sistemleri iş gücüne dayalı gereksinimin yanında, stok maliyetlerinde de %20-50 arasında düşüş sağlamaktadır (BSTB, 2018: 36). Tüm bu avantajlar neticesinde, firmaların lojistik faaliyetler içerisindeki depolama süreçlerinde kullandıkları robotik sistemler şu şekildedir;



Fotoğraf 2. 5 Amazon Robot Kiva

Kaynak: <https://www.canadianbusiness.com/business-news/industries/technology-industry/amazons-kiva-robots/>, erişim tarihi: 27.03.2019

❖ Amerikalı e-ticaret ve perakende devi Amazon, 2012 yılında otonom robotlar üreten Kiva systems'i satın alarak "Amazon Robotics" olarak yeniden markalaşma yoluna girmiştir. Fotoğraf 2.5'de görseli bulunan ve Amazon depolarında sipariş toplama amacı ile kullanılan "Robot Kiva", bir depo otomasyon sistemidir ve tüm bir rafı özerk bir şekilde hareket ettirebilmektedir. Ürün raflarını taşımak üzere, birbirleri ile senkronize halde çalışan Kiva

robotlar, üzerindeki sensörler sayesinde çevrelerini algılayabilmekte ve gerekli durum söz konusu olduğu taktirde durabilmektedir. 2017 Eylül itibari ile 100.000’den fazla robot bulunan Amazon depolarında, Kiva ile ürün toplama, taşıma ve istifleme süreçlerinde geleneksel yöntemlere oranla çok daha fazla verimlilik elde edilmekte ve iş gücü avantajından ötürü dağıtım merkezlerinde de kullanılmaktadır (https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Robotics, erişim tarihi: 27.03.2019; Dok, 2018: 270).



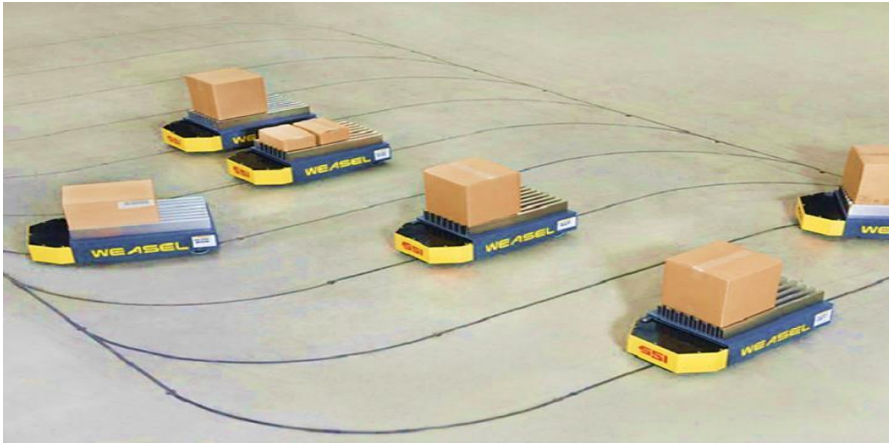
Fotoğraf 2. 6 DHL Effibot Robot

Kaynak: <https://inmotion.dhl/en/esports/article/dhl-employs-robot-as-picker-s-best-companion>, erişim tarihi: 27.03.2019

❖ Fransız şirketi Effidence tarafından geliştirilen “Effibot”, DHL’de depo çalışanlarını takip ederek sipariş toplama sürecine yardımcı olan ve fiziksel olarak itme sürecini otonom hareket kabiliyeti sayesinde ortadan kaldıran, tam otomatik bir trolley sistemidir. Lojistik depolarında insanlar ile birlikte güvenli bir çalışma ortamı yaratan Fotoğraf 2.6’da görseli bulunan Effibot’un üzerindeki düğmeye basmak, takip işlemini başlatmakta veya durdurmakta yeterli olmaktadır. Çevrimiçi alışverişlerin giderek arttığı günümüzde, manuel sipariş toplama araçları ile yüksek taşıma kapasitelerine maruz kalan depo çalışanlarına, 250 kilograma kadar mal taşıyabilen Effibot kolaylıklar sunmaktadır (<https://inmotion.dhl/en/formula-e/article/dhl-effibot-the-new-star-in-the-formula-e-pit-lane>, erişim tarihi: 27.03.2019; <https://www.logistics.dhl/tr-tr/home/gorusler-ve-inovasyon/inovasyon/aksiyonda-inovasyon.html>, erişim tarihi: 27.03.2019; <https://inmotion.dhl/en/esports/article/dhl-employs-robot-as-picker-s-best-companion>, erişim tarihi: 27.03.2019).

❖ DHL dördüncü sanayi devriminin temel bileşenlerinden biri olan arttırılmış (zenginleştirilmiş gerçeklik) konusunda da müşterisi Ricoh ve giyilebilir teknolojiler uzmanı Ubimax öncülüğünde, akıllı depo gözlüğünü test eden bir pilot proje gerçekleştirmiştir. Hollanda’daki DHL deposunda denemesinin yapıldığı “akıllı depo gözlüğü”, depolama

operasyonunda çalışanlara görüntü toplama hizmeti sunarak ürünler ile ilgili çeşitli grafikler ile personele yol göstermektedir. Lojistik sektörüne arttırılmış gerçeklik teknolojisinin entegre edilmesi ile sipariş toplama süreçlerinde, hata oranlarında azalış ve %25 verim artışı elde edilmiştir (<https://www.lojiport.com/lojistik-sektorunun-gelecegi-teknolojide-90493h.htm>, erişim tarihi: 27.03.2019).



Fotoğraf 2. 7 SSI Schafer Sürücüsüz Taşıma Sistemi Weasel

Kaynak: <https://www.endustri40.com/surucusuz-tasima-sistemi-weasel/>, erişim tarihi: 27.03.2019

❖ İntrolojistik sistemler konusunda uluslararası bir çözüm tedarikçisi olan SSI Schaefer tarafından tasarlanan, sürücüsüz taşıma sistemi “Weasel” depolarda taşıma görevini otonom bir biçimde yerine getirmektedir. Fotoğraf 2.7’de görseli bulunan Weasel, 35 kg’a kadar karton ve kolileri taşıyabilmekte ve çizgileri takip ederek ürünleri istenen yere ulaştırmaktadır. Çizgi izleyen sürücüsüz robot teknolojisi Weasel, optik bantlar ile güzergâhını belirleyebilmekte ve sıralamada sollama da yapabilmektedir (<https://www.ssi-schaefer.com/tr-tr/ueruenler/ueruen-aktar%C4%B1m%C4%B1-ve-ta%C5%9F%C4%B1ma-sueruecuesuez-ta%C5%9F%C4%B1ma-sistemleri-/sueruecuesuez-ta%C5%9F%C4%B1ma-sistemi-weasel--213656>, erişim tarihi: 27.03.2019; <https://www.endustri40.com/surucusuz-tasima-sistemi-weasel/>, erişim tarihi: 27.03.2019).



Fotoğraf 2. 8 Open Shuttle

Kaynak: <https://www.knapp.com/>, erişim tarihi: 28.03.2019

❖ Lojistik ve depo otomasyonu alanında intralojistik çözümler sunan Knapp şirketinin “Open shuttle’ı” nakliye ve sipariş toplama faaliyetlerinde kullanılan ve depodaki karmaşık ulaşım ağları için uygun olan, serbest hareketli bir araçtır. Sürücüsüz taşıma sistemlerinden, depodaki engellere tepki verebilmesi ve rotalara uygun alternatif plan yapabilmesi yönü ile ayrılmaktadır. Fotoğraf 2.8’de görseli bulunan teknoloji, depodaki paletlerin taşınmasında devrim yaratmakta ve güvenli bir şekilde görevini yerine getirmektedir (<http://www.knapp.se/products/product-list/product/open-shuttle>, erişim tarihi: 28.03.2019).



Fotoğraf 2. 9 Karis Pro System

Kaynak: <http://test.karispro.de/>, erişim tarihi: 28.03.2019

❖ Fotoğraf 2.9’da görseli bulunan “KARIS PRO”, depodan üretim fonksiyonlarına kadar tüm istasyonları birleştiren sürücüsüz taşıma sistemidir. Birbirleri ile iletişim kurabilen teknoloji, hafif ürünleri taşımakta da kullanılarak lazer teknolojisi sayesinde kendisini yönlendirebilmektedir. Teknoloji, çevresi ile etkileşime girebilmesi yönü ile de güvenli insan-makine iletişimi sağlamaktadır (Dok, 2018: 271).

2.5. Dünyada ve Türkiye’de Lojistik 4.0 Alan Yazını

Çalışmanın bu bölümünde, Lojistik 4.0 terimi ile ilgili literatür taramasından hareketle elde edilen bilgiler, Dünya ve Türkiye bazında ayrı başlıklar altında kodlanacaktır.

2.5.1. Dünyada Lojistik 4.0 Alan Yazını

Dünya’da Lojistik 4.0 alan yazını incelendiğinde, 2011 yılında ortaya atılan Endüstri 4.0 kavramının lojistik sektöründeki tesirlerine yönelik akademik çalışmaların, 2016 yılı ve sonrasında literatürde yer vermeye başladığı gözlemlenmektedir. Tablo 2.3’deki dünyadaki alan yazını “Endüstri 4.0”, “Lojistik 4.0”, “Akıllı Lojistik” vb. anahtar kelimeler kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 2. 3 Dünya’da Lojistik 4.0 Alan Yazının Gelişimi

Yazar (lar) Yıl	Çalışmanın Adı	Çalışmanın Amacı
Wang (2016)	Logistics 4.0 Solution New Challenges and Opportunities	“Lojistik 4.0” vizyonunu ana hatları ile belirtmek ve Lojistik 4.0’ın bazı temel teknik bileşenlerini tanımlamak üzere kaleme alınmıştır.
Galindo(2016)	The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology	Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesinde kaleme alınan bu yüksek lisans tezi Siber Fiziksel Sistemler ve faaliyetlerin otomatik bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan yeni teknolojilerin lojistik süreçlerde uygulanmasını ve Endüstri 4.0’ın genel çerçevesini sunmaktadır.
Maslaric vd(2016)	Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet	Fiziksel İnternet alanındaki profesyoneller arasında göz önünde bulundurulmuş görüş çeşitliliğinin dengeli bir şekilde gözden geçirilmesini ve yeni lojistik paradigmasının en büyük zorluklarını (teknolojik, toplumsal, işletme paradigması) tespit etmeyi amaçlamaktadır.
Adeniran(2016)	Impacts of the Fourth Industrial Revolution on Transportation in the Developing Nations	Dördüncü sanayi devriminin analizini ve gelişmekte olan ülkelerde ulaştırma endüstrisine vurgu yaparak nasıl bir rol oynadığını incelemektedir.
Szozda(2017)	Industry 4.0 and Its Impact On The Functioning of Supply Chains	Dördüncü sanayi devrimi neticesinde ortaya çıkan modern tedarik zincirleri için zorlukları ve etkileri incelemektedir.
Barreto vd(2017)	Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview	Lojistik 4.0 bağlamında kurumların verimli ve tam olarak operasyonel olmalarını sağlayan gereksinimler ve görüşler sunulmuştur.

Strandhagen vd(2017)	The Fit of Industry 4.0 Applications in Manufacturing Logistics: A Multiple Case Study	Üretim lojistiğine uygun Endüstri 4.0 teknolojilerini ve üretim ortamında bu teknolojilerin uygulanabilirliğini nasıl etkilediğini incelemektedir.
Witkowski(2017)	The Importance And Effect Of Innovation And 4.0 Industrial Revolution Logistics	İnovasyonun ve Endüstri 4.0 çözümlerinin lojistikte uygulanmasının faydalarını sunmaktadır.
Horenberg(2017)	Applications within Logistics 4.0 A research Conducted on the Visions of 3PL Service Providers	Üçüncü parti Lojistik (3PL) sağlayıcılarının depolama, taşıma, paketleme, dağıtım, yükleme /boşaltma ve bilgi hizmetleri gibi katma değerli süreçlerini geliştirmede hangi endüstri 4.0 uygulamalarını kullandıklarını incelemiştir.
Thjonoja vd(2017)	What Does Industry 4.0 Mean To Supply Chain?	Endüstri 4.0' ın tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkisinin bir ön analizini yapmakta ve Tedarik Zinciri 4.0'a yönelik bir düşünce sunmayı amaçlamaktadır.
Strandhagen vd(2017)	Logistics 4.0 and Emerging Sustainable Business Models	Dünya ekonomisindeki lojistik süreçte ortaya çıkan zorlukları, fırsatları ve sürdürülebilirlikten nasıl etkilendiğini ortaya koymaktadır.
Syzmanska vd(2017)	Logistics 4.0 A New Paradigm Or Set Of Known Solutions	Lojistik 4.0'ı tanımlayarak bunun yeni bir paradigma mı yoksa bilinen bir teknik, teknolojik veya organizasyonel çözüm kümesi olup olmadığını cevaplamaktadır.
Hofmann ve Rüsçh(2017)	Industry 4.0 and The Current Status As Well As Future Prospects on Logistics	Endüstri 4.0'ın lojistik yönetimi bağlamındaki fırsatlarını tartışmayı amaçlamaktadır.
Parham ve Tamminga(2018)	The Adaptation of the Logistic Industry to the Fourth Industrial Revolution: The Role of Human Resource Management	Sanayi 4.0'da lojistik sektöründe iş gücü dönüşüm olgusunu ve insan kaynakları yönetiminin rolünü açıklamaktadır.
Lee vd (2018)	Design And Application of Internet of Things - Based Warehouse Management System for Smart Logistics	Endüstri 4.0 için akıllı lojistiği mümkün kılmak üzere ileri veri analitik yaklaşımı olan bir nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı depo yönetim sistemi önermektedir.
Schmidtke vd(2018)	Technical Potentials and Challenges within Internal Logistics 4.0	Endüstri 4.0 ile lojistik sektöründeki değişikliklerin ve iç lojistik için teknik potansiyellerin etkilerine odaklanmaktadır.
Douaioui vd(2018)	The Interaction Between Industry 4.0 and Smart Logistics: Concepts and Perspectives	Dördüncü sanayi devriminin temelini oluşturan üç sanayi devrimini ele alan çalışma Endüstri 4.0'ın ilerlemesine eşlik edecek "akıllı lojistik" adı verilen yeni bir lojistik konsepti geliştirmeye teşvik etmektedir.
Bukova vd(2018)	The Position of Industry 4.0 in the Worldwide Logistics Chains	Endüstri 4.0'ın lojistikteki kullanımı ve dünya çapındaki lojistik zincirlerinde uygulanması ele alınmaktadır.
Khiem(2018)	Industry 4.0 Impact on Logistics In Vietnam	Endüstri 4.0'ın Vietnam Lojistiği üzerindeki etkileri incelenmektedir.
Szlapka ve Stachowiak(2018)	The Framework of Logistics 4.0 Maturity Model	Firmalara Lojistik 4.0 ile ilgili mevcut durumlarını iyileştirmede kullanacakları bir yol haritası oluşturarak Lojistik 4.0 Modelinin çerçevesini sunmaktadır.

2.5.2. Türkiye’de Lojistik 4.0 Alan Yazını

Türkiye’de Lojistik 4.0 alan yazını incelendiğinde, dünyadaki akademik literatüre kıyasla daha az çalışmalar olduğu Tablo 2.4’de gösterilmektedir. Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründeki yansımalarına yönelik çalışmalar, sektör bazlı incelendiğinde MÜSİAD’ın 2017 yılında yayımladığı “Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği” adlı çalışmasında, geleceğin lojistik sektörüne ilişkin tespitlerde bulunulmakta ve Endüstri 4.0’ın gelişimi incelenmektedir. Ayrıca çalışmada, lojistik firmalarında nesnelerin internetinin bilinirliğine yönelik bir anket uygulanmaktadır.

Lojistik 4.0 teriminin sadece alan yazında değil, lojistik firmaları bünyesinde de kullanıldığı tespit edilmektedir. Nitekim Ekol Lojistik firması “Ekol Lojistik 4.0” terimi ile markasını yeniden tescil ettirmiştir (<https://www.ekol.com/tr/ekolde-lojistik-4-0-donemi-basliyor/>, erişim tarihi: 01.04.2019). Bu kapsamda Lojistik 4.0’ın, iş yapış modellerini değiştiren firmaların geleceğe yönelik stratejilerinden biri olmaya başlayan bir fenomen haline dönüştüğü anlaşılmaktadır.

Tablo 2. 4 Türkiye’de Lojistik 4.0 Alan Yazının Gelişimi

Yazar (lar) Yıl	Çalışmanın Adı	Çalışmanın Amacı
Akben(2017)	3 Boyutlu Yazıcılar ve Tedarik Zincirine Etkileri	Endüstri 4.0’ın temel bileşenlerinden biri olan üç boyutlu baskı teknolojilerinin tedarik zinciri üzerindeki etkileri incelenmiştir.
Kayapınar(2017)	Endüstri 4.0’ın Dünü, Bugünü ve Yarını: Lojistik Sektörü	Lojistik endüstrisinde yeniliklere yol açan Endüstri 4.0’ın sektördeki gelişimi ve uygulama alanları anlatılmıştır.
Şekkeli ve Bakan(2018)	Endüstri 4.0’ın Etkisiyle Lojistik 4.0	Endüstri 4.0 çerçevesinde ortaya atılan Lojistik 4.0’ın özellikleri ve oluşabilecek potansiyel etkileri anlatılmaktadır.
Öztemel ve Gürsev(2018)	Türkiye ' de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması	Sanayi devriminin son dönüşümü ile gelen fırsat ve yeniliklerin lojistik endüstrisindeki yansımalarını ve sektördeki aktörlerin algılarını incelemektedir.
Yıldız vd(2018)	Endüstri 4.0 Temelli Dijital Tedarik Zinciri	Endüstri 4.0’ın evrimsel süreci kapsamında dijital tedarik zinciri değerlendirilmiştir.
Almpak ve Alkan(2017)	Sanayi 4.0’ın Lojistik ve Limancılık Sektörüne Etkileri	Endüstri 4.0 bileşenleri tanıtarak limancılık ve lojistik üzerindeki tesirler incelenmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİNE YÖNELİK ANTALYA BÖLGESİNDE LOJİSTİK FAALİYETTE BULUNAN İŞLETMELERDE BİR ARAŞTIRMA

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın genel amacı, Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründe halihazırda görülen ve gelecekte görülebilecek potansiyel etkilerini incelemek ve lojistik faaliyette bulunan işletme yetkililerinin konu kapsamındaki görüşlerini ortaya koymaktır.

Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:

1. Karmaşık bir yapıda bulunan Endüstri 4.0 teknolojik bileşenlerinin, lojistik sektöründe oluşturduğu yansımalar nasıldır?
2. İş yapma modellerinin giderek değişir hale geldiği günümüz lojistik sektöründe nesnelerin interneti, üç boyutlu yazıcılar, sürücüsüz tırlar, dronelar ile teslimatlar vb. teknolojiler ile süreçlerin dijital platformlara taşınması, endüstride avantaja mı dezavantaja mı neden olacaktır?
3. Lojistik faaliyette bulunan işletmelerin Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0 kavramlarına ilişkin yaklaşımları nasıldır ve dördüncü sanayi devriminin lojistik sektöründe yaratacağı etkiler konusunda ne düşünmektedir?

Bu araştırmanın önemini ifade eden temel motivasyon ise şu şekildedir:

1. 2011 yılında ortaya alınan Endüstri 4.0 gibi yeni bir olgunun, lojistik sektörünü ne şekilde etkilediğine dair alan yazında sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmanın, literatürdeki boşluğu doldurması ve sektörün ileri gelenlerine de rehber olması açısından oldukça önemlilik arz etmektedir.
2. Çalışmada sadece Endüstri 4.0'ın değil, birinci sanayi devriminden bu yana ortaya çıkan tüm devrimlerin ve yönetim felsefelerinin lojistik sektörünü derinden etkilediği ortaya konularak lojistiğin devrimlerin ilerlemesini destekleyen temel faaliyet alanlarından biri olduğu anlatılmaktadır. Bu kapsamda çalışma; geçmiş, günümüz ve geleceğin lojistik sektörü arasında bir köprü misyonunu üstlenmektedir. Ayrıca gelecekteki araştırmalar için keşfedici nitelikteki bu çalışma, literatüre bir araştırma zemini de oluşturmaktadır.

3.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, nitel araştırma deseni kullanılmaktadır. Kuram oluşturmayı hedef alan bir anlayış çerçevesinde nitel araştırma, ortaya çıkan sosyal olguların ilişki halinde oldukları çevre içerisinde anlamayı ve araştırmayı gerektirmektedir. Her ne kadar nitel araştırmalarda nicel araştırmaların aksine genelleme yapılamasa da toplanan verilerden yola çıkılarak daha önceden bilinmeyen birtakım sonuçların birbirleri ile ilişkisi doğrultusunda açıklayan konular hakkında önemli ipuçları ve derinlemesine bilgiler elde edilmektedir (Glaser, 1978 akt. Yıldırım ve Şimşek, 1999: 19). Bu kapsamda kökeninin 2011’li yıllara dayandığı Endüstri 4.0 gibi yepyeni bir olgunun, lojistik sektöründe yarattığı etkilere ve aralarındaki ilişkiye dair derinlemesine bilgiler elde etmek ve gelecek hakkında önemli ipuçları sağlamak adına nitel araştırma tercih edilmiştir.

Çalışmada durum (örnek olay) araştırma yöntemi kullanılmıştır.

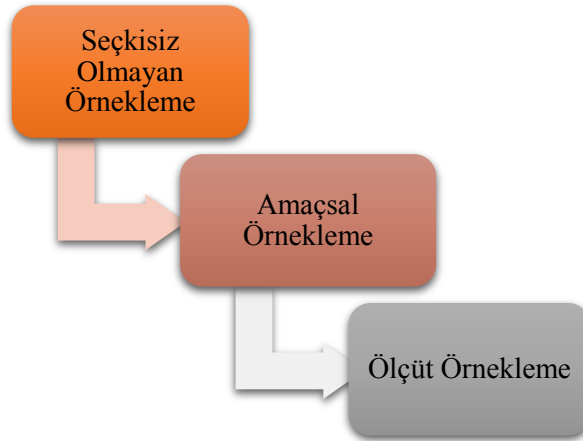
“Durum çalışması; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan görgül bir araştırma yöntemidir” (Yin, 1984: 23 akt, Yıldırım ve Şimşek, 1999: 190). Başka bir deyişle; “bir konu, olgu veya problemi anlamak için bir veya birden fazla olay veya kişiler kullanılarak derinlemesine araştırılması yaklaşımıdır” (Güler vd., 2015: 301).

Diğer yöntemler ile yeterince iyi açıklanamayacak durumların ifade edilmesinde oldukça uygun bir metot olan örnek olay yönteminde, verilerin toplanmasında görüşme, gözlem, doküman incelemesi vb. bir dizi nitel veri toplama tekniklerinden yararlanılabilmektedir. Örnek olay çalışmalarında bu veri toplama teknikleri, tek başına kullanılabildiği gibi araştırma verilerinin zenginleşmesi bakımından mümkün olduğu ölçüde birden fazla veri toplama yöntemine yer vermek önerilen bir durumdur. Bu kapsamda araştırmadaki veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilmiştir. Bununla birlikte bazı firmaların depoları da gezilerek gözlem yapma fırsatı edinilmiş, web sitelerinden elde edilen veriler ile de derinlemesine bilgiler toplanmıştır.

Keşfedici bir durum çalışması olan bu araştırma, bütüncül çoklu durum desenindedir. Kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek birden fazla durumun söz konusu olduğu bu desende, her durum kendi içinde bütüncül olarak irdelenmekte ve daha sonra birbirleri ile kıyaslanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 1999: 205). Bu kapsamda bu çalışmada, dördüncü sanayi devrimi ve lojistik olmak üzere iki ayrı durum ve iki ayrı kavram söz konusudur. Her iki kavram da ayrı ayrı incelenerek Endüstri 4.0’ın lojistiğe etkileri hususunda firma yetkililerinin birbirinden farklı görüşleri karşılaştırmaya tabi tutulmaktadır.

3.3. Araştırmanın Örneklem Seçimi

Nitel araştırmalarda esas olan incelenen evrene ilişkin genellemeler yapmak değil, çalışılan konu hakkında derinlemesine bilgiler elde etmek ve resmin bütününe görebilmektir. Bu doğrultuda bu çalışmada, seçkisiz olmayan (olasılığa dayalı olmayan) örneklem yaklaşımından biri olan “amaçsal örnekleme” kullanılmaktadır. Araştırmada kullanılan örneklem yöntemine Şekil 3.1’de yer verilmektedir. Zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine araştırılmasına olanak sağlayan amaçsal örnekleme, kendi arasında da çeşitli ayrımlara tabi tutulmaktadır. Araştırmanın örneklem yöntemini oluşturan “ölçüt örnekleme yöntemi” bunlardan biridir. Bu örnekleme yönteminde, daha önceden belirlenen ölçütleri karşılayan tüm durumlar çalışılabilirdiği gibi ölçütler araştırmacı tarafından da oluşturulabilir (Yıldırım ve Şimşek, 1999: 68-69-73). Bu kapsamda çalışmanın amacı, doğrultusunda belirlenen ölçüt; ön görüşmeler sonrası Endüstri 4.0 konusunda bilgisi olduğu değerlendirilen firma yetkililerinin seçilmesi ve işletmenin lojistik faaliyetler gerçekleştiriyor olmasıdır. Çizilen çerçeveler neticesinde, araştırmanın örneklemini Antalya ilinde Lojistik faaliyette bulunan ve mülakat bazında hazırlanan sorulara, firmayı temsilen cevap verebileceği değerlendirilen yetkin kişiler oluşturmaktadır.



Şekil 3.1 Araştırmada Kullanılan Örneklem Yöntemi

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak bireysel görüşmeler kullanılmıştır. Görüşme yöntemi, nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan veri toplama araçlarından biridir ve önceden belirlenen bir amaç doğrultusunda soru sorma ve yanıtlama yaklaşımına dayalı etkileşimli bir iletişim sürecini ifade etmektedir (Stewart ve Cash, 1985: 7 akt.Yıldırım ve Şimşek, 1999: 92). Bu kapsamda tercih edilen görüşme yöntemi, anket ile elde edilemeyecek derinlikte verilere ulaşılmasını sağlayarak yeni fikir ve izahların gelişmesine yardımcı olmaktadır

(Altunışık vd., 2010: 93-94). Bu yöntemin odak noktasında, bir hipotezin test edilmesi değil tersine kişilerin deneyimlerini nasıl anlamlandırdığının çözülmesi esastır (Seidman, 1991: 3 akt. Türnüklü, 2000: 544).

Araştırmanın görüşme biçimini yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde araştırmacı bir yol haritasına sahip olmanın ötesinde, cevaplayıcının ilgisine göre farklı sorular yöneltebilmekte ve soruların yerlerini değiştirebilmektedir (Altunışık vd., 2010: 92). Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründeki etkilerini değerlendirme amacı ile oluşturulan görüşme formunun ilk adımında, firmalar ile ilgili genel bilgiler edinilmesini sağlayacak sorulara yer verilmektedir. Ardından firmanın endüstri 4.0'daki konumu, Lojistik 4.0 hakkında genel bilgiler ve Endüstri 4.0'ın Lojistik sektörüne etkileri genel başlıkları altında alt sorulardan oluşmaktadır. Bu doğrultuda araştırma soruları 24 alt sorudan meydana gelmektedir.

Görüşme formunda yer alan firmanın Endüstri 4.0'daki konumu hakkında bilgi almaya yönelik oluşturulan soruların bir kısmı (2-3-5 no'lu öncüller); ATSO, Akdeniz Üniversitesi ve Antalya Bilim Üniversitesi'nin ortaklaşa gerçekleştirdiği "Antalya Firmalarına Yönelik Endüstri 4.0 Durum Tespiti, Ölçeğin Geliştirilmesi ve Pilot Uygulama Projesi" çalışmasından alınmıştır. Lojistik 4.0 hakkında genel bilgiler almaya yönelik alt sorulardan oluşan 3. öncül ise MÜSİAD'ın nesnelerin interneti bilinirlik anketinden temin edilmiştir. Diğer sorular ulusal ve uluslararası alan yazın taramasından hareketle, araştırmanın amacı kapsamında; araştırmacının kendisi tarafından oluşturulmuştur. Oluşturulan soru formu, pilot uygulama olarak beş öğretim üyesine gösterilerek anlaşılmayan ifadeler soru formundan çıkarılmıştır.

Örneklem kümesini oluşturan firmalar ile görüşmeler 09.04.2019 ve 30.04.2019 tarih aralığında gerçekleştirilmiştir. Görüşme öncesi firma yetkililerinin müsaitlik durumlarına göre, randevu talep edilmiş ve alınan izinler doğrultusunda görüşmeler ses kayıt cihazına kaydedilmiştir. Sonrasında görüşme kayıtları çözümlenerek yazılı hale getirilmiştir. Ses kayıt cihazına izin vermeyen firma yetkilileri ile yapılan görüşmelerde ise alınan yanıtlar not alma yöntemi ile kaydedilmiştir.

Araştırmada örneklem büyüklüğünün karar verilmesi konusunda, nitel araştırmanın benimsenmesinden ötürü herhangi bir ölçüt yoktur. Nitekim Patton'a göre örneklemin büyüklüğü; araştırmanın taşıdığı amaca, neyin önemli olduğuna ve mevcut zaman ve kaynaklar ile nelerin yapılabileceğine bağlıdır (Büyüköztürk vd., 2016: 94). Bu kapsamda veri toplama işine belirli bir örneklem büyüklüğü ile başlayan araştırmacı, topladığı verilerin tekrar ettiğini fark edebilmektedir. Bu noktada doyum noktasına ulaşan araştırmacının, veri toplamayı bırakması önerilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 1999: 199). Bu doğrultuda, bu

araştırmada örneklem kümesine 7 firma dahil edilmiş ve verilerin tekrar etmesi nedeni ile yeni bir bilgi elde edilemeyeceği düşüldüğünden veri toplama işine son verilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, betimsel analizden faydalanılmıştır. Verilerin önceden belirlenen kategoriler (tema) doğrultusunda özetlenerek yorumlanması, betimsel yaklaşımı ifade etmektedir. Bu analiz yönteminde veriler, araştırma sorularını oluşturan temalara göre sınıflandırılabilirdiği gibi veri toplama yöntemlerinde elde edilen bilgiler doğrultusunda da sunulabilmektedir. Betimsel analizin amacı, elde edilen bulguları düzenli ve sıralı bir biçimde okuyucuya sunmaktır; bu kapsamda araştırmaya konu olan kişilerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde okuyucuya yansıtma hedefi ile sık sık doğrudan alıntılara yer verilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 1999:158-159).

Betimsel analiz dört aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar (Yıldırım ve Şimşek, 1999: 159):

- ❖ Veri toplama yöntemlerinde yer alan boyutlardan veya araştırma sorularından hareketle veri analizi için bir çerçeve oluşturulmaktadır. Bu adımda, elde edilen veriler hangi temanın altında sunulacağı belirlenmektedir.
- ❖ Veri analizi için oluşturulan çerçevenin ardından, ikinci aşama verilerin okunarak organize edilmesidir. Bu aşamada veriler mantıklı ve anlamlı olacak şekilde bir araya getirilmektedir.
- ❖ Üçüncü aşama, mantıklı bir biçimde bir araya getirilen verilerin tanımlanması ve doğrudan alıntılar ile desteklenmesidir.
- ❖ Verilerin tanımlanma aşamasından sonra, son adım ise bulguların açıklanarak ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılmasıdır.

Çalışmada araştırma sorularından hareketle, kategori ve alt temalar belirlenmiştir. Görüşme kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda, yeni alt temalar ortaya çıkmıştır. Bu alt temaların belirlenmesinde gerekli kodlamalar yapılarak frekanslar (sıklık) kapsamında sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Araştırma verilerinin analizinde, diğer programlara kıyasla ara yüzünün daha basit olmasından ötürü 14 günlük deneme sürümü kapsamında bilgisayar destekli nitel veri analiz programlarından biri olan “MAXQDA 2018” sürümünden faydalanılmıştır.

3.6. Araştırmanın Bulgu ve Yorumları

Bu bölümde, araştırma sonucunda toplanan verilerin analizi gerçekleştirilerek bu analizlerin sonuçlarına ve yorumlanmasına değinilmektedir.

3.6.1. Firmaların Genel Bilgileri

Araştırmanın çalışma grubunu, Antalya bölgesinde Lojistik faaliyette bulunan 7 firma oluşturmaktadır. Çalışma grubu içerisine dahil eden firmaların ve yetkili kişilerin isimleri araştırma kapsamında açıkça belirtilmemektedir. Bunun yerine firmalar F1,F2,F3.....F7 şeklinde kodlanmaktadır. Firmaların genel bilgilerine ait diğer detaylı bilgiler Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 1 Firmaların Genel Bilgileri

Katılımcı Firmalar	Firma Yetkilisi	Firma Sektörü	Faaliyet Yılı	Faaliyet Kapsamı	Toplam Çalışan Sayısı	Resmi Ar-Ge Merkezi / Departmanı Varlığı
F1	Lojistik Müdürü	Lojistik	1815	Dünya ölçeğinde	28.000	Evet (Merkez)
F2	Lojistik Müdürü	Lojistik	1890	Dünya ölçeğinde	82.000	Evet (Departman)
F3	Ar-Ge Merkezi Müdürü	Orman Ürünleri ve Ahşap Mobilya	1984	Uluslararası ölçekte	996	Evet (Merkez)
F4	Lojistik Müdürü	Lojistik	1978	Uluslararası ölçekte	14.000	Hayır
F5	Lojistik Supervisorı	Lojistik	1976	Dünya ölçeğinde	44.000	Hayır
F6	Liman Genel Müdürü	Liman İşletmesi	1998	Dünya ölçeğinde	500	Hayır
F7	Lojistik Müdürü	Sağlık Tedarik Zinciri	1996	Dünya ölçeğinde	140.000	Evet (Departman)

Tablo 3.1’de incelenen firmaların 4’ü lojistik sektöründe, 1’i orman ürünleri ve ahşap mobilya, 1’i liman işletmesi, 1’i de sağlık tedarik zinciri alanında faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Bunlardan 5’i dünya ölçeğindeki firmalar iken; 2’si uluslararası ölçektedir. Firmaların 2’si resmi bir ar-ge merkezine sahip iken 2’sinin ar-ge departmanı bulunmaktadır. 3’ünün ise herhangi bir ar-ge merkezi veya ar-ge departmanı yoktur. Bu kapsamda lojistik sektöründe faaliyette bulunan F1’in ar-ge merkezine ilaveten inovasyon merkezleri de bulunmaktadır. Bu merkezlerde proje, ürün ve fikir geliştirmeler hususunda çalışmalar yürütülmektedir. Orman ürünleri ve ahşap mobilya alanında faaliyette bulunan F3, sektörün ilk ar-ge merkezine sahip bir firması olarak malzeme kimyası üzerine çalışmalar yürütmekte ve katma değeri yüksek ürünler ortaya çıkarmayı misyon edinmektedir. Sağlık

tedarik zinciri sektöründe faaliyette bulunan F7'nin ar-ge departmanı bulunmaktadır. Departmanda yeni teknolojik olasılıklarla ürün geliştirmeler alanında çalışmalar yapılmaktadır. Lojistik alanında faaliyette bulunan F3'ün ar-ge departmanında ise yazılım geliştirmeye yönelik çalışmalar sağlanmaktadır.

Firmaların gerçekleştirmekte olduğu lojistik faaliyetler hususunda faaliyet alanı lojistik ve liman işletmesi olan işletmelerin tamamı, lojistik faaliyetlerin neredeyse tamamını gerçekleştirmektedir. Orman ürünleri ve ahşap mobilya alanında faaliyet gösteren F3; yalnızca taşıma, depolama, stok yönetimi faaliyetlerini gerçekleştirirken sağlık tedarik zinciri sektöründe hizmet veren F7; depolama, dağıtım, sipariş işleme ve elleçleme, ambalajlama ve paketleme faaliyetlerini üstlenmektedir.

3.6.2. Araştırma Soruları Kapsamında Oluşturulan Kategorilere Yönelik Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, yarı yapılandırılmış görüşme formunda bulunan sorular kategorilere ayrılarak alt temalar belirlenmiştir. Tablo 3.2'de araştırma soruları doğrultusunda oluşturulan kategori ve alt temalara yer verilmektedir. Bununla birlikte bu alt temalar çerçevesinde oluşan diğer alt temalar ise çalışmanın devamında belirlenerek yorumlanmıştır.

Tablo 3. 2 Araştırma Soruları Kapsamında Oluşturulan Kategori ve Alt Temalar

Kategori	Alt Tema
Firmanın Endüstri 4. 0'daki Konumu	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Endüstri 4.0'ın Tanımlanması ✚ Endüstri 4.0 Stratejisi ✚ Endüstri 4.0 Uyumlu Makine ✚ Teknoloji Bileşenleri Kullanımı ✚ Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mevcudiyeti ✚ Firma Bünyesinde Geliştirilen Yazılım
Lojistik 4.0 Hakkında Genel Bilgiler	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Lojistik 4.0'ın Tanımlanması ✚ Yatırım Planları ✚ Entegrasyon ✚ Donanım Alt Yapısı ✚ Yazılım Kullanımı ✚ Araç Takip Sistemleri

Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri Konusundaki Algılar	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Genel Etkiler ✚ İstihdama Etkileri ✚ Drone ve Sürücüsüz Tırlara Yönelik Düşünceler ✚ 3DP Teknolojisi İle Lojistik Faaliyetlerin Geleceği ✚ Depo Yönetiminde Robotik Sistemlerin Kullanımı ✚ Depo Yönetiminde Kullanılan Robotların Verimliliği Arttıracak Düşüncesi ✚ Engeller ve Zorluklar
--	---

Tablo 3.2’de görüldüğü üzere, çalışmanın amacı doğrultusunda 3 kategori belirlenmiştir. Bunlar Firmanın Endüstri 4.0’daki konumu, Lojistik 4.0 hakkında genel bilgiler ve Endüstri 4.0’ın Lojistik sektörüne etkileri konusundaki algılardır. Bu kategorileri temsil olarak oluşturulan alt temalar ile ilgili sorulara, firma yetkilileri tarafından alınan yanıtlar kodlanarak çalışmanın devamında detaylı olarak incelenmekte ve yorumlanmaktadır.

3.6.2.1. Firmanın Endüstri 4.0’daki Konumuna İlişkin Bulgular

3.6.2.1.1. Endüstri 4.0’ın Tanımlanması

Firma yetkililerine Endüstri 4.0’ı nasıl tanımlarsınız sorusu yöneltildiğinde, alınan cevaplara ilişkin “teknoloji kullanımı”, “dijital dönüşüm”, “insan faktörünün olmaması”, “şeffaf bilgi paylaşımı” ve “verimliliğin artırılması” olmak üzere toplam 5 tema ve 8 görüş ortaya çıkmıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.3’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 3 Endüstri 4.0’ın Tanımlanmasına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Teknoloji Kullanımı	3
Dijital Dönüşüm	2
İnsan Faktörünün Olmaması	1
Şeffaf Bilgi Paylaşımı	1
Verimliliğin Arttırılması	1
TOPLAM	8

Tablo 3.3’de görüldüğü üzere, firma yetkililerinin Endüstri 4.0’ın tanımlanmasına ilişkin görüşleri genel olarak yorumlandığında, “teknoloji kullanımı” (f=3) teması ilk sırada yer almaktadır. Bu kapsamda F5, hem iş yaşamında hem de insan hayatında teknolojinin başrol hale gelmesini Endüstri 4.0 olarak tanımlarken; teknolojinin iş süreçlerine entegre edildiğinde ise pratikleşmenin sağlandığını vurgulamaktadır. F4, dördüncü endüstri devrimini oluşturan teknolojik bileşenlerin farklı sektörlerce kullanılmasını Endüstri 4.0 olarak ifade ederken F6; yapay ve insani zekanın bir arada optimum bir şekilde çalışabilmesi olarak nitelendirmektedir. Firma yetkililerinin bu konudaki görüşleri şu şekildedir:

“Endüstri 4.0’ı şu şekilde tanımlayabilirim. İş yaşantısında rekabet gittikçe artan bir ivmeye sahip. Dünyanın global bir hale gelmesi ile birlikte artık her türlü bilgiye her noktadan teknoloji sayesinde ulaşmak mümkün. Bu noktada hem insan hayatında hem de iş yaşamında teknolojinin başrolde olması ve bunun iş süreçlerine de uygulanarak pratikleşme sağlanmasını endüstri 4.0 olarak ifade edebilirim.” (F5)

“Endüstri 4.0’ı şöyle ifade edebilirim. Endüstri 4.0 dalgasını oluşturan yapay zeka, nesnelerin interneti, optimizasyon, büyük veri gibi çeşitli teknolojik bileşenler var. Bu bileşenlerin hem lojistik alanında hem de diğer sektörlerce kullanılması olarak tanımlayabilirim.” (F4)

“Aslında Endüstri 4.0’ı şöyle tanımlamak mümkün. Daha önceleri yazılım ve donanım olarak ifade ettiğimiz iki tane farklı olgunun, yani fiziksel üretimi gerçekleştiren ve hizmeti üreten olgu ile bunun mekanizmasını yürüten yapay veya insani zekanın bir arada çok daha efektif ve optimum bir şekilde çalışması olarak algılıyorum.” (F6)

Firma yetkililerinin Endüstri 4.0’ın tanımlanmasına yönelik ifadelerde “dijital dönüşüm” (f=2) teması ikinci sırada yer almaktadır. Bu kapsamdaki ifadelerde Endüstri 4.0’ın dijital dönüşüm olarak da nitelendirildiği ortaya çıkmaktadır. F3, Endüstri 4.0’ı dijital dönüşümünün üretim kısmındaki bileşkesi olarak nitelendirmektedir. Endüstri 4.0’ı, teknolojik bileşenlerin farklı iş sektörlerince kullanılması olarak da tanımlayan F4; dijital dönüşümün sanayide kavramsal hale getirilmesinin dördüncü endüstri devrimi olduğuna dikkat çekmektedir. Bu konudaki görüşlere aşağıda yer verilmektedir:

“Endüstri 4.0’ı aslında dijital dönüşümün üretim tarafındaki bileşkesi olarak tanımlayabiliriz. Bu açıdan baktığımızda, dijital dönüşümün Endüstri 4.0’dan daha kapsamlı olduğunu ve Endüstri 4.0’ın da dijital dönüşümden daha zor bir alan olduğunu söylemem mümkün.” (F3)

“Endüstri 4.0 dijital dönüşümün sanayide kavramsal hale getirilmiş bir versiyonudur diyebiliriz, bu kapsamda dijital dönüşüm de süreçlere doğru, hızlı ve verimli hizmet sunma fırsatı yaratmaktadır.” (F4)

Endüstri 4.0’ın tanımlanmasına ilişkin ortaya çıkan diğer temalarda ise “insan faktörünün olmaması” (f=1), “şeffaf bilgi paylaşımı” (f=1) ve “verimliliğin arttırılması” (f=1) yer almaktadır. F7, Endüstri 4.0’ı insan faktörüne ihtiyacın bulunmadığı, maliyet azaltma odaklı bir sistem olarak nitelendirmektedir. F2, katılımcılar arasında şeffaf bilgi paylaşımının olduğu ve bunun hem firma hem de kullanıcı lehine avantaj sağlayan bir ekosistemi Endüstri

4.0 olarak tarif etmektedir. F1 ise iş süreçlerine daha fazla otomasyonun entegre edilmesi ile verimliliğin ve müşteri memnuniyetinin artarak insana dayalı hataların azalması olarak tanımlamaktadır. Yetkililerin bu konudaki görüşlerine aşağıda yer verilmektedir:

“Endüstri 4.0 insan faktörünün olmadığı, aynı zamanda ihtiyacın da bulunmadığı maliyet azaltma odaklı akıllı sistemlerdir.” (F7)

“Endüstri 4.0 herkesin ulaşabileceği şeffaf bir bilgi paylaşımının olduğu güvenilir bir yapının kullanılmasıdır. Bu kapsamda hem firma hem de kullanıcıların lehine avantaj sağlayan bir sistemdir. (F2)

“Endüstri 4.0’ı şu şekilde tanımlayabilirim. Endüstri 4.0 daha çok otomasyonun sağlanması ile iş gücünün, verimliliğin ve buna bağlı olarak müşteri memnuniyetinin artırılmasını ifade etmektedir. Aynı zamanda tüm bu faktörler ile insan faktöründen kaynaklanan hataların minimize olmasını da içermektedir.” (F1)

3.6.2.1.2. Endüstri 4.0 Stratejisi

Firma yetkililerine tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisi hedefleriniz arasında var mıdır sorusu yöneltildiğinde, alınan cevaplara ilişkin 3 tema ortaya çıkmıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.4 ’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 4 Tanımlı Bir Endüstri 4.0 Stratejisine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Yok	3
Var	2
Olduğu Görüşünde	2
TOPLAM	7

Tablo 3.4’ de görüldüğü üzere, firma yetkililerinin 3’ü işlemede tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisi olmadığını (f=3) fakat bu vizyonda ilerleyen hedeflerinin olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda orman ürünleri ve ahşap mobilya alanında faaliyet gösteren F3, tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejilerinin henüz bulunmadığını fakat konu hakkında yapılması gerekenleri belirleyerek proje inisiyatifleri oluşturduklarını belirtmiştir. Lojistik alanında faaliyette bulunan F2 ve F5 de şu an için tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejilerinin olmadığını ancak bu doğrultuda ilerleyen birçok hedeflerinin olduğunu vurgulamıştır. Firma yetkililerinin bu konudaki görüşlerine şu şekilde yer verilmiştir:

“Şu an için oturmuş bir endüstri 4.0 stratejimiz yok. Ancak konu hakkında geleceğe yönelik beklentilerimiz var. Bunun için şirket bünyesinde keşif çalışması yaparak hedefe ulaşabilmede yapılması gerekenleri belirledik ve gerekli birimler ile proje inisiyatiflerimizi oluşturduk. Endüstri 4.0’a firma içerisinde geçebilmemiz için de bu yol haritasında önceliklerimizi belirledik.” (F3)

“Tanımlı bir stratejimiz şu anda yok ancak firmamız bünyesinde endüstri 4.0 vizyonunda ilerleyen birçok yapımız mevcut.” (F2)

“Tanımlı olarak şu an için yok. Ama tabii ki bu minvalde ilerleyen hedeflerimiz mevcut.” (F5)

İki firma yetkilisi hedefleri arasında tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisinin bulunduğunu (f=2) belirtmiştir. Bir liman işletmesi olan F6, liman işletmelerinin lojistikte mod değişimlerinin ve devletin egemen olduğu alanlardan biri olduğunu vurgulayarak bu konuda istedikleri ölçüde hareket edemediklerini fakat kendi iş partnerleri arasında Endüstri 4.0’a uygun hale gelmek için ciddi bir çaba içerisinde olduklarını ifade etmiştir. Lojistik sektöründe faaliyette bulunan F4 ise tanımlı stratejilerinin dijital dönüşüm- dijital stratejiler kapsamında mevcut olduğunu belirtmiştir. Yetkililerin bu konudaki görüşlerine şu şekilde yer verilmiştir:

“Evet var. Endüstri 4.0 ile ilgili hedefler konusunda şöyle bir sıkıntımız var. Liman işletmeleri, lojistiğin en önemli ama çoğunlukla en sonundaki halkalarından birisi. Liman işletmeleri taşımada mod değişimlerinin olduğu lokasyonlar. Ve tüm bu noktalarda devlet egemen. Bu noktalarda yapacağımız herhangi bir şey olduğu taktirde istediğimiz gibi hareket edemiyoruz. Ama kendi içimizde başka iş partnerleri ile endüstri 4.0’a uygun hale gelmek için çok ciddi bir çaba içerisindeyiz.” (F6)

“Var ancak dijital dönüşüm kapsamında mevcut. Yani lojistik süreçlerde verimlilik sağlayan projeleri içeren, dijital stratejilerimiz bulunmakta.” (F4)

İki firma yetkilisi ise tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisinin olup olmadığına dair kesin bilgilerinin olmadığını fakat olduğunu düşündüklerini (f=2) belirtmektedir. F1 ve F7’nin bu konudaki düşüncelerine Türkiye lokasyonu için böyle bir durumun söz konusu olmasa dahi, global ölçekte faaliyet göstermelerinden ötürü, genel merkez için böyle bir durumun söylenebilir olduğunu ortaya koymaktadır. Konu kapsamındaki görüşlere şu şekilde yer verilmektedir:

“Net bir cevap veremeyeceğim ama muhakkak vardır.” (F1)

“Türkiye lokasyonumuz için böyle bir stratejiden bahsedemiyorum. Fakat genel merkezimizde mutlaka olduğunu düşünüyorum.” (F=7)

3.6.2.1.3. Endüstri 4.0 Uyumlu Makine

Firmalara başında insan bulunmadan çalışabilen Endüstri 4.0 ile uyumlu makineleriniz mevcut mu sorusu yöneltildiğinde, 4 firma olmadığını (f=4), 3 firma ise olduğunu (f=3) belirtmiştir. Orman ürünleri ve ahşap mobilya alanında üretim faaliyetinde bulunan F3, tamamen kendi karar alma mekanizması ile çalışabilen Endüstri 4.0 uyumlu makinelerin olmadığını belirtmiştir. Firma alanı lojistik olan F4, F5 ve liman işletmesi F6, hizmet sektöründe olmalarından ötürü Endüstri 4.0 uyumlu makinelerin ihtiyaçları dahilinde olmadığını ve süreç içerisinde insanın çıkarılmadığını ifade etmiştir. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.5’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 5 Endüstri 4.0 İle Uyumlu Makinelere İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Mevcut Değil	4
Mevcut	3
TOPLAM	7

Tablo 3.5’de de görüldüğü üzere, Endüstri 4.0 ile uyumlu makineler sorusuna mevcut diyen firma yetkililerinin yanıtlarından hareketle, otonom hareket eden makinelerin ise daha çok depolarda ürünün paketlenmesi, tasniflenmesi ve etiketlenmesi süreçlerinde kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Sağlık tedarik zinciri alanında faaliyette bulunan F7, genel merkezin iş hacmi oldukça yüksek olduğu için üretim safhalarında da otonom makinelerin kullanıldığını belirtmiştir. Yetkililerin konu hakkındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmiştir:

“Bu alanda başında insan bulunmadan çalışan makinelerimiz depolarımızda mevcut.” (F1)

“Başında insan bulunmadan çalışan makinelerimiz depolarımızda mevcut. Bu robotlar ürünlerin tasniflenmesi, paketlenmesi ve etiketlenmesi vb. süreçlerin otomatik bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamakta” (F2)

“Genel merkezin iş hacmi oldukça yüksek olduğu için depolama ve üretim safhalarında kullanılıyor.” (F7)

3.6.2.1.4. Teknoloji Bileşenleri Kullanımı

Firma yetkililerine Endüstri 4.0’ın temel bileşenlerinden olan nesnelerin interneti, büyük veri, bulut sistemler, artırılmış gerçeklik, teknolojilerinden hangi/lerini kullanmaktasınız sorusu yöneltildiğinde, kullanılan teknolojilere ilişkin alınan yanıtlar Tablo 3.6’da gösterilmektedir.

Tablo 3. 6 Teknoloji Bileşenlerin Kullanımına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Büyük Veri	5
Bulut Sistemler	5
Nesnelerin interneti	3
Artırılmış gerçeklik	0
TOPLAM	13

Tablo 3.6’da görüldüğü gibi, firma yetkililerinden 5’i (f=5) büyük veriyi kullandığını ve daha çok geleceğe yönelik aksiyon alabilmede ve firmadaki mevcut resmi görebilmeye bu teknolojiden yararlandıklarını belirtmiştir. Büyük veriyi bu doğrultuda işletme bünyesinde kullanan firma yetkililerinin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Büyük veriyi daha çok geleceğe yönelik kararlar almak için kullanıyoruz.” (F1)

“Büyük veri kapsamında topladığımız dataları geleceğe dönük pazar analizlerimizi yapmada kullanıyoruz.” (F2)

“Büyük veri noktasında daha çok üretim tarafında veri analitiğimiz var ve teknolojiyi geleceğe yönelik tahmin etme noktasında kullanmak istiyoruz.” (F3)

“Büyük veri ve bulut sistemlerimiz mevcut.” (F4)

“Büyük veriyi kullanıyoruz. Yazılımımızda toplanan datalar raporlaştırılıyor ve geleceğe yönelik aksiyonlar alabilmemizde ve firmamızdaki mevcut durumu görmemizde fayda sağlıyor.” (F7)

Endüstri 4.0’ın temel bileşenlerinden biri olan bulut sistemlerin kullanımına yönelik firma yetkililerinin 5’i (f=5) işletme bünyesinde bu teknolojiden yararlandığını belirtmiştir. Bulut sistemlerinin kullanımı sonucunda internet erişimi olan her noktadan verilere ulaşım sağlanması ile firmalar hız, depolama vb. çeşitli avantajlar elde ettiklerini belirtmiştir. Yetkililerin konu kapsamındaki görüşleri şu şekilde olmuştur:

“Nesnelerin interneti, büyük veri, bulut sistemler teknolojilerini kullanıyoruz.” (F1)

“Yaptığımız iş süresince topladığımız tüm verileri bulut sistemlerde saklıyoruz.” (F2)

“Büyük veri ve bulut sistemlerimiz mevcut.” (F4)

“Bulut sistemleri üzerinden çalışıyoruz. Bu sistemler üzerinden çalıştığımız için internet olan her yerden sisteme erişim sağlayabiliyoruz. Bu da büyük oranda yer kazanımı ve hız gibi önemli faydalar elde etmemize katkıda bulunuyor” (F5)

“Bulut sistemler olarak ifade edebileceğimiz tüm verilerin sanal bir sürücüde saklanarak herhangi bir yerden ulaşılabilmesi ve tüm bu verilerin sanal bir merkezde farklı noktalarda tutulması konusunda ciddi ilerdeyiz. Bu konuda sektörün önündeyiz.” (F6)

Nesnelerin interneti noktasında ise firma yetkililerinin 3’ü bu teknolojiden faydalandıklarını belirtmiştir. Bu doğrultuda firmalarda nesnelerin interneti kullanımının, büyük veri ve bulut sistemlere nazaran daha az olduğu anlaşılmaktadır. F1, nesnelerin interneti sayesinde ürünleri sisteme otomatik bir biçimde yüklediklerini ifade etmiştir. F2, nesnelerin interneti kullanımı ile kaynak noktasından tüketiciye ulaştırılmasına kadarki tüm süreçlerin yazılım programları aracılığı ile eş zamanlı bir biçimde izlediklerini vurgulamıştır. F3, insan-forklift etkileşimi sağlayan sensörler ile oluşabilecek herhangi bir kaza anında çalışanlara uyarı oluşturduğu sistemi, nesnelerin interneti kapsamında örnek vermiştir. Yetkililerin konu hakkındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmiştir:

“Nesnelerin interneti sayesinde ürünleri sisteme otomatik olarak yükleyebilmekteyiz” (F1)

“Nesnelerin internetine, tüm tedarik zincirinde lojistik akışın görünürlüğünü sağlayan yazılım programımızı örnek verebilirim. Sistem, tüm süreçlerin en başından tüketiciye ulaştırılmasına kadar

olan sürecin program vasıtası ile planlanmasını ve yine eş zamanlı izlenebilmesine olanak sağlıyor.” (F2)

“Nesnelerin interneti kullanımına şöyle örnek verebilirim. Depolarımızda insan forklift etkileşimi sağlayan bir uyarı sistemimiz mevcut. Sensörler ile çalışanın bulunduğu konuma dair bilgi veren sistem, girilmesi tehlikeli alanlara veya oluşabilecek herhangi bir kaza anında kullanıcıya anında uyarı veriyor. Ayrıca kullanmakta olduğumuz RLTS sistemlerini de nesnelerin interneti kapsamında örnek vermem mümkün.” (F3)

3.6.2.1.5. Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mevcudiyeti

Firma yetkililerine Endüstri 4.0 alanında çalışabilecek mühendis veya çalışanlarınız var mı sorusu yöneltildiğinde, katılımcıların tamamı bu alanda çalışabilecek kişilerin olduğunu belirtmiştir. Dünya ölçeğindeki firmaların büyük çoğunluğuna göre, bu alanda çalışan kişiler merkez lokasyonda mevcuttur ve daha çok yazılım alanında çalışmalarını sürdürmektedir. Bu çerçeveden hareketle, firmaların tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejileri olmasa dahi bu alanda çalışabilecek kişilerin işletme bünyesinde olduğunu düşündükleri söylenebilir. Tablo 3.7’de Endüstri 4.0 alanında çalışan mevcudiyetine ilişkin veriler gösterilmektedir.

Tablo 3. 7 Endüstri 4.0 Alanında Çalışan Mevcudiyetine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Var	7
TOPLAM	7

Tablo 3.7’de görüldüğü üzere firmaların 7’si (f=7) Endüstri 4.0 alanında çalışabilecek personellerinin var olduğunu belirtmiştir. Bu konuda ortaya çıkan görüşler aşağıda verilmiştir:

“Bu alanda çalışabilecek personellerimiz merkez lokasyonumuzda mevcut. Bunun için şu anda çeşitli inovasyon çalışmaları yürütülmekte.” (F1)

“Endüstri 4.0 alanında çalışabilecek derken merkezimizde yazılım ve endüstri mühendisleri çalışanlarımızı buna örnek gösterebilirim.” (F2)

“Endüstri 4.0 alanında çalışanlarımız daha çok elektronik ve yazılım alanında mevcut. Çalışanlarımız yeni nesil programlar üzerinde iyileştirmelerde ve geliştirmelerde bulunmakta.” (F3)

“Endüstri 4.0 alanında inovasyon merkezimizde geleceğin teknolojilerini sektörümüze entegre etme konusunda faaliyetler yürüten çalışanlarımız bulunmakta ve daha çok yazılım alanında çalışmalarını sürdürmekte.” (F4)

“Yurt dışındaki merkezimizde bilgi teknolojileri departmanında çalışan yazılım mühendislerimiz mevcut.” (F5)

“Endüstri 4.0 alanında çalışabilecek derken evet biz bir liman işletmesi olarak hizmet sektöründe faaliyet gösteriyoruz. Yaklaşık 500 kadar çalışanımız var. Bu 500 kadar çalışanın içerisindeki en yetkin

ve değer verdiğimiz gruplardan birisi de özellikle yapay zeka çalışmalarını yürüten bir ekibimizdir. İşletmedeki bilgi işlem ekibi ve bununla beraber operasyon departmanındaki ekip bu konuda çok başarılı. Ve bu ekip, bilgisayar ve endüstri mühendislerinden oluşuyor.” (F6)

“Bu alanda çalışanlarımız merkezimizde mevcut.” (F7)

3.6.2.1.6. Firma Bünyesinde Geliştirilen Yazılım

Firma yetkililerine işletme bünyesinde geliştirilen bir yazılım programınız mevcut mu sorusu yöneltildiğinde, 5 firma mevcut olduğunu (f=5), 2 firma ise dışarıdan temin ettiklerini (f=2) belirtmiştir. Dışarıdan temin eden firmalar F3 ve F5 olmuştur. Cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.8’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 8 Firma Bünyesinde Geliştirilen Yazılımın Mevcudiyetine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Mevcut	5
Mevcut Değil	2
TOPLAM	7

Tablo 3.8’de de görüldüğü üzere, işletme bünyesinde geliştirilen bir yazılım programının mevcut olduğunu ifade eden F1, bu tür yazılımların anlam karışıklarının önüne geçmesini sağlayan önemli bir faktör olarak görmektedir. Ayrıca kendi geliştirdikleri yazılım programına ek olarak dışarıdan satın alınan fakat şirkete entegre edilen programların da mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. F2, kendi geliştirdikleri yazılım programı ile şeffaflık, uçtan uca erişilebilirlik ve doküman ve belgelere kolay ulaşım imkanı elde ettiklerini ifade etmektedir. F4, yazılım programını kendilerinin ürettiyor olmaları, diğer firmalardan ayrılan en önemli yönleri olduğunu vurgulamaktadır. Bu şekilde veri güvenliğinin sağlanarak çeşitli risklerin oluşmasının da önüne geçildiğini belirtmektedir. F6, geliştirilen yazılım programlarının birbirleri ile etkileşim ve iletişim halinde olduğunu ifade ederken F7; tüm işlemlerini bu program aracılığı ile gerçekleştirdiklerini ortaya koymaktadır. Yetkililerin konu kapsamındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Firmamız bünyesinde geliştirilen birçok yazılım programımız mevcut. Aynı zamanda, şu anda satın aldığımız ve şirketimize entegre ettiğimiz bir yazılım programı da bulunmakta. Bu sistemlerin tüm firmalarımızda kullanılması, kavramların herkes tarafından aynı anlaşılmasını sağlayarak çeşitli anlam kargaşalarının da önüne geçmekte.” (F1)

“Evet mevcut yazılımımızı şirket bünyesinde ürettiyoruz. Dataları toplayıp analizini ve pazar durumuna göre değerlendirmelerini gerçekleştiriyoruz. Kullanmış olduğumuz yazılım programında yük bilgilerini, müşteriye taşınacağı ürününün hangi fiyat ve taşıma seçenekleri ile ne kadar sürede ulaştırılacağını ve ürünü taşıyırken taşıma riskinin yüzde kaç olacağını, taşıma sürecinde doğada neden olacağı karbon

emiyon bilgilerini dahi görebilmekteyiz. Ayrıca program içerisinde fatura, beyanname, giriş belgesi, konşimento ve vergi hesaplamalarını da oluşturarak bu belgelerin müşteri tarafından sistem üzerinde görüntülenebilmesini ve tek bir tuş ile de yine müşteriye mail yolu ile de aktarılmasını sağlamaktayız. Bu kapsamda geliştirdiğimiz bu yazılım sayesinde lojistik hizmet sağlayıcısı olarak hem firmamıza hem de müşterilerimize şeffaflık, uçtan uca görünübilirlik ve doküman ve belgelere kolay ulaşım imkanı oluşturmaktayız” (F2)

“Bizi diğer firmalardan ayıran da bu nokta. Biz yazılım hizmetimizi dışardan satın almıyoruz. Bilgi işlem ve yazılım departmanımız tarafından kendi yazılımımızı kendimiz üretiyoruz. Böylece veri güvenliğini sağlayarak oluşabilecek çeşitli risklerin de önüne geçmiş oluyoruz. Örneğin inovasyon merkezimizde projelendirdiğimiz bir yazılım programında, gümrük tarifelenme süreçlerinin yapay zeka algoritması ile mevzuata uygun şekilde belirlenebilmesini sağlamaktayız. Bu sayede programın, süreçleri daha hızlı ve daha güvenli bir şekilde işlemesine katkıda bulunmasını hedeflemekteyiz. Ayrıca lojistik operasyonlarımızın tek noktadan takip edilmesini sağlayan programımız da mevcut.” (F4)

“Yazılım programımız mevcut. İşletmedeki tüm işleyişi dijitalize eden üç tane yazılım mevcut. Bunlar, birbirleri ile konuşuyorlar fatura modülleri muhasebe ve finansal kontrolleri başka bir yazılıma bağlayan bir yazılım mevcut. Bir de günün sonunda, liman işletmesinin tüm operasyonlarını yöneten ve kontrol eden bir yazılımımız mevcut. Bunların tamamı birbirleri ile iletişim halinde.” (F6)

“Firmamız bünyesinde bilgi teknolojileri departmanımız tarafından geliştirilen yazılımımız mevcut, dışardan lisanslı olarak temin edilen program gibi geliştirdiğimiz yazılım “SAP” olarak adlandırılıyor. “Tüm işlemlerimizi bu program aracılığı ile gerçekleştiriyoruz.” (F7)

3.6.2.2. Lojistik 4.0 Hakkında Genel Bilgilere İlişkin Bulgular

3.6.2.2.1. Lojistik 4.0’ın Tanımlanması

Firma yetkililerine Lojistik 4.0’ı nasıl tanımlarsınız sorusu yöneltildiğinde, alınan cevaplara ilişkin “işlemlerin hızlandırılması”, “işlerin robotlara devredilmesi”, “şeffaf bilgi akışının sağlanması” ve “işlemlerin otomatik gerçekleştirilmesi” olmak üzere toplam 4 tema ve 7 görüş ortaya çıkmıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.9’da gösterilmektedir.

Tablo 3.9 Lojistik 4. 0’ın Tanımlanmasına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
İşlemlerin Hızlandırılması	3
İşlerin Robotlara Devredilmesi	2
Şeffaf Bilgi Akışının Sağlanması	1
İşlemlerin Otomatik Gerçekleştirilmesi	1
TOPLAM	7

Tablo 3.9’da görüldüğü üzere, firma yetkililerinin Lojistik 4.0’ın tanımlanmasına ilişkin görüşleri genel olarak yorumlandığında “işlemlerin hızlandırılması” (f=3) teması ilk sırada yer almaktadır. Firma yetkilileri Lojistik 4.0 ile işlemlerin daha hızlı hale gelerek verimliliğin artacağını ve süreçlerde maliyet tasarrufu sağlanacağını belirtmektedir. Ayrıca Lojistik 4.0’da çeşitli teknolojik sistemler vasıtası ile yüksek derecede görünürlüğün elde edilmesinin, hataların da önüne geçilmesine etki eden önemli bir faktör olacağını belirtmektedir. Yetkililerin konu kapsamındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Lojistik 4.0’ı şu şekilde ifade edebilirim. Hataların önüne geçilerek, işlemlerin hızlandırılması verimliliğin artırılması ve süreçlerin kısaltılarak firmalara kar maksimizasyonu sağlayan optimize sistemlerdir.” (F1)

“Lojistik 4.0’ı gelişen teknolojik faktörlerin, lojistik sektörüne entegre edilerek süreçlerde hızlilik, verimlilik, maliyet tasarrufu ve yüksek derecede görünürlüğün elde edilmesi olarak tanımlamak mümkün.” (F4)

“Planlanan ve düşünüleni eyleme geçirmek ve eylemden geri dönüşleri alıp da gereken düzeltmeleri yapabilme işinin, çok esnek ve hızlı bir şekilde yapılabilmesi olarak tanımlarım.” (F6)

Firma yetkililerinin Lojistik 4.0’ın tanımlanmasına ilişkin ifadelerinde “işlerin robotlara devredilmesi” (f=2) teması ikinci sırada yer almaktadır. F3, Lojistik 4.0’ı işlerin robotlara devredilmesi ile insan faktörünün azaltılması ve süreçlere esneklik kazandırılması olarak tanımlamaktadır. F5, robotik kollarla yapılan ardiye ve depolama işlemlerine kadar tüm teknolojik faktörlerin lojistik süreçlere dahil edilmesini Lojistik 4.0 olarak belirtmektedir. Bu kapsamda ortaya çıkan görüşlere şu şekilde yer verilmektedir:

“Lojistik akıştaki işlerin robotlara devredilerek insan faktörünün azaltılması ve buna bağlı olarak süreçlere esneklik kazandırılmasıdır. Depolarda da otomatik raf sistemlerine ve otonom araçlara yer verilerek, RLTS gibi sistemlerdeki rota önerileri ile de aksiyonların önceden alınarak optimizasyon elde edilmesidir.” (F3)

“Robotik kollarla yapılan ardiye ve depolama işlemlerine kadar tüm teknolojik unsurların, lojistik süreçlere dahil edilmesi olarak düşünüyorum.” (F5)

Lojistik 4.0’ın tanımlanmasına ilişkin ifadelerde “şeffaf bilgi akışının sağlanması” (f=1) ve “işlemlerin otomatik gerçekleştirilmesi” (f=1) temaları da kullanılmıştır. F2, bir ürünün hangi aşamada olduğu süreçlerinde yüksek derecede görünürlüğün elde edilmesinin şeffaf bilgi akışının sağlanmasına etki etmesini Lojistik 4.0 olarak kodlamaktadır. F7 ise üretimden depolamaya ve hatta sevk işlemlerine kadar tüm süreçlerin otomatik olarak gerçekleştirilmesi olarak ifade etmektedir. Alınan yanıtlar doğrultusunda, ortaya çıkan görüşler şu şekildedir:

“Lojistik 4.0 aslında üretimden sonraki aşamayı düşünür iseniz; bir ürünün hangi aşamada, hangi noktada, hangi koşullarda olduğu süreçlerinde görünürlük sağlayarak şeffaf bilgi akışının ve yüksek derecede ulaşılabilirliğin sağlanmasıdır.” (F2)

“Akıllı Lojistik; üretimden depolamaya, depolamadan sevki işlemlerine kadar tüm işlemlerin otomatik olarak gerçekleştirilmesidir.” (F7)

3.6.2.2.2. Yatırım Planları

Firma yetkililerine Lojistik 4.0 hakkında geleceğe yönelik yatırım planlarınız var mı sorusu yöneltildiğinde, 6 firma (f=6) olduğunu, 1 firma (f=1) ise olmadığını belirtmiştir. Bu kapsamda tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisinin hedefleri arasında bulunmayan firmaların da Lojistik 4.0 hakkında geleceğe yönelik bir yatırım planının olduğu görülmektedir. Alınan cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.10’da gösterilmektedir.

Tablo 3. 10 Lojistik 4.0 Hakkında Yatırım Planlarına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Mevcut	6
Mevcut Değil	1
TOPLAM	7

Tablo 3.10’da da görüldüğü üzere, Lojistik 4.0 hakkında yatırım planlarımız mevcut diyen 6 firma yetkilisinin görüşlerine ilişkin F1; ulaşılması zor alanlara drone ile teslimat yapmaya yönelik yatırımlarının ve bu kapsamda denemelerinin olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca depolarda Endüstri 4.0 ile uyumlu otonom robotlarının ve verilerin anlamlı bir yapıya kavuşmasını sağlayan büyük veri ile ilgili yatırımlarının olduğunu da belirtmektedir. F2, işletme bünyesine kattıkları ilaç sektöründe paketleme işlemlerini otomatik bir biçimde gerçekleştiren projenin, yeni yatırımlarından biri olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca teknolojik sistemlerin kazandığı ivme ile büyük veri ve bulut sistemlerin lojistik sektörde kullanımına yönelik sürekli geliştirme içinde olduklarını belirtmektedir. F3, akıllı depolama sistemleri alanında yatırım planlarının olduğunu açıklarken F4; nesnelerin interneti ve blok zincir teknolojilerinin lojistik sektörde kullanılması adına çalışmalar yapmaktadır. F5, rekabet edilebilirliği sağlamak adına Lojistik 4.0 konusunda yatırımlarının olduğunu ifade ederken F6; büyük veriye dahil olma konusunda çalışmalar yürüttüklerini belirtmektedir. Firma yetkililerinin konu hakkındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Lojistik 4.0 hakkında birçok yatırım planlarımız mevcut. Ulaşılması zor olan bölgelere drone teslimatımız, depolarda kullandığımız otonom robotlar, verileri anlamlı bir hale dönüştürerek geleceğe yönelik karar verme amaçlı kullandığımız sistemler bu yatırımlardan birkaçını oluşturmaktadır.” (F1)

“Lojistik 4.0 konusunda yatırım planlarımız mevcut. Örneğin yeni bünyemize kattığımız alt firmalarımızdan biri olan ilaç sektöründe, robotlar paketleme işlemlerini gerçekleştirmekte. Yine teknoloji geliştikçe firma bünyesinde kullanmakta olduğumuz programlar, büyük veri ve bulut

sistemlerde sürekli bir şekilde gelişmeler elde etmeye çalışmamız bu yatırımlarımızı oluşturmaktadır.” (F2)

“Akıllı depolama sistemleri alanında yatırımlarımız mevcut. Bu alanda hareketli raflar gibi akıllı sistemler yatırımlarımız dahilinde.” (F3)

“Lojistik 4.0 hakkında yatırım planlarımız var. Özellikle nesnelerin interneti ve blok zincir teknolojilerinin sektörümüzde kullanılması üzerine çalışmalar yürütmekteyiz. Bir de şu an da bilgi ortağı olduğumuz akıllı dolap projemiz bulunmakta. Endüstri 4.0’ in sunmuş olduğu diğer teknolojik bileşenler de yine gündemimiz kapsamında.” (F4)

“Dünyanın globalleşmesi, rekabetin artık ulusal bazlı değil dünya ölçeğindeki tüm firmaları etkilemesi yönü ile rekabette bir adım hep önde olmak adına, Lojistik 4.0 hakkında yatırım planlarımız mevcut.” (F5)

“Aşlında geleceğe yönelik yatırım planlarımızdaki süreçleri şu anda yaşıyoruz. Tamamen dijitalize olmuş durumdayız. Tüm sahip olduğumuz veriler ve bilgileri bulut sistemlerinde saklıyoruz. Büyük veriye dahil olmak konusunda bir firma ile çalışıyoruz..” (F6)

3.6.2.2.3. Entegrasyon

Firma yetkililerine tedarikçilerin ve müşterilerinin kullandığı sistemlerle sizin sistemleriniz arasında bir entegrasyon var mı sorusu yöneltildiğinde, 4 firma bir entegrasyonun olduğunu (f=4), 3 firma ise olmadığını (f=3) belirtmiştir. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.11’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 11 Tedarikçi, Müşteri ve Firma Sistemleri Arasındaki Entegrasyona İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Var	4
Yok	3
TOPLAM	7

Tablo 3.11’de görüldüğü gibi, tedarikçiler, müşteriler ve firmanın sistemleri arasında bir entegrasyonun var olduğunu belirten firma sayısı 4’tür. F1,bütün işlemlerini tedarikçi ve müşterilerle entegre olan sistem üzerinden gerçekleştirdiklerini ifade etmektedir. F2, sağlanan entegrasyon ile önemli oranda şeffaflık elde ettiklerini ve herhangi bir aksaklık meydana geldiğinde, tedarikçi ve müşterilerin geri bildirim sağlayarak olası gecikmelerin de önüne geçildiğini belirtmektedir. F4 işletme bünyesinde kullanılan ERP vb. diğer yazılımlar arasında da bir entegrasyonun olduğunu vurgulamaktadır. F6’da tedarikçi ve müşterilerle olan entegrasyon sayesinde verilere ulaşılabilirdiğini ve bunun yüzde yüz şeffaflık sağladığını açıklamaktadır. Firma yetkililerinin bu konudaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Var. Elektronik veri değişimi sistemleri olarak alışıyor. Bazen sistemi biz besliyoruz. Bütün işlemlerimizi tedarikçi ve müşterilerle entegre olan sistemimiz üzerinden gerçekleştiriyoruz. Entegre sistemimizde ancak extrem bir durum söz konusu olduğu taktirde, manuel işlem yaparak gerekli kişiler ile direkt olarak iletişime geçiyoruz.” (F1)

“Evet entegrasyon var. Kullandığımız program, hem tedarikçilerimize hem de müşterilerimize entegre. Sistemde sağlanan entegrasyon ile Şeffaflık elde etmekteyiz. Ayrıca sistemde görünen yani vaat edilen hizmet türünde herhangi bir aksaklık meydana geldiğinde, tedarikçilerimiz ve müşterilerimiz bunu program üzerinden takip ederek bize geri bildirimler sağlayabiliyor. Bu sayede yaşanabilecek gecikmelerin de önüne geçmiş oluyoruz.” (F2)

“Evet bir entegrasyon mevcut. Aynı zamanda ERP ve bunun benzerindeki diğer programlarımızdaki tüm sistemlerle de yine entegrasyon var.” (F4)

“Full bir entegrasyon var. Yani müşteri bizim sistemimize bir cep telefonu üzerinden girip oradan veriye ulaşabilir ve takip edebilir. Aynı anda erişim sağlayabilir ve veri transferi yapılabilir. Ve beraberinde liman işletmesinden talep ettikleri tüm bilgilere ulaşabilir. Onların sistemlerindeki arayüz ile bizim sistemlerimizdeki arayüz arasında da kesintisiz bir iletişim var. Örneğin burada müşteriye ait bulunan konteynırları ofisinden müşteri görebiliyor. Ve konteynırların doğumundan ölümüne ait veriler ve hizmet bedellerine ilişkin tüm bilgiler sistemde saklanıyor. Sağlanan entegrasyon sistemi de yüzde yüz bir Şeffaflık getiriyor.” (F6)

3.6.2.2.4. Donanım Alt Yapısı

Firma yetkililerine barkodlama, sensör. RFID teknolojilerini kullanıyor musunuz sorusu yöneltildiğinde, firmaların tamamı barkodlama teknolojilerini kullandığını (f=7) belirtmiştir. Sensör teknolojilerini kullanan firma sayısı 6 iken (f=6), Radyo Frekans Tanıma Sistemini kullanan 3 firma (f=3) olmuştur. Bu durum RFID'nin, barkodlama ve sensör teknolojilerine nazaran işletme bünyesinde daha az kullanıldığını ortaya koymaktadır. Cevaplara ilişkin elde edilen veriler Tablo 3.12'de gösterilmektedir.

Tablo 3. 12 Firmada Kullanılmakta Olan Donanım Alt Yapısına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Barkodlama	7
Sensör	6
RFID	3
TOPLAM	16

Tablo 3.12'de de görüldüğü üzere, araştırmaya dahil olan firmaların 7'si de barkodlama teknolojilerinden yararlanmaktadır. Barkodlama teknolojilerinin ürün etiketlerinde kullanıldığını ortaya çıkmaktadır. Bazı firmalar evrakların zerindeki QR kod ile

bu teknolojiden istifade ederek ürünün datasına hızlı bir şekilde ulaşabilmektedir. Firma yetkililerinin bu konudaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Barkodlamanın RFID’ye göre daha hızlı olduğunu söyleyebilirim. Barkodlama teknolojisini şöyle örnek vereyim, müşteriye ulaştırdığımız evrakların tamamında kullanıyoruz. Müşteri QR kodu okutarak ürünün datasına çok hızlı bir şekilde ulaşarak imzasını dahi görebilmekte ve sipariş ettiği ürün ile ilgili gerekli bilgileri görüntüleyebilmektedir.” (F1)

“Barkodlama ise ürün etiketlerimizde mevcut. Ayrıca akıllı telefonlar ve elektronik okuyucular ile QR kodlar okutularak hangi ürünün, nereye ve kime teslim edildiği de görüntülenebilmektedir.” (F2)

“Barkodlama ise ürün etiketlerimizin üzerinde mevcut.” (F3)

“Barkodlama teknolojilerini firma bünyesinde yani ürün etiketlerinde kullanıyoruz “ (F4)

“Barkodlama ürün etiketlerimizin ve evrakların üzerinde bulunmakta.” (F5)

“Barkodlama teknolojileri kapsamında depolarda veya demirbaşlarda bu teknoloji var.” (F6)

“Barkodlama teknolojisi ürün etiketlerinde ve o ürünün hangi rafta olduğunu bulmak konusunda bize avantaj sağlayan sistem bunu da kullanıyoruz.” (F7)

Sensör teknolojilerini işletme bünyesinde kullanan firmaların görüşlerine ilişkin bu teknolojiden daha çok bozulma riski yüksek olan ürünlerin ısı değerlerini ölçmek üzere istifade edildiği görülmektedir. Firma yetkililerinin konu kapsamındaki görüşlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

“Sensör teknolojileri ise firmamızda depolardaki ürünlerin tasnifi ve ayrıştırılması süreçlerinde kullanılmaktadır.” (F1)

“Sensörler daha çok bozulma riski yüksek olan ürünlerin ısı değerlerini kontrol etmek üzere soğuk zincir lojistiğimizde kullanılmaktadır.” (F2)

“Sensörleri dataları toplayarak iyileştirmeler yapmak üzere kullanıyoruz.” (F3)

“Sensör ise soğuk hava ihtiyacı bulunan odalarda mevcut.” (F5)

“Sensör sisteminde iş makinelerinde kendilerini koruma sensörü bulunmakta.” (F6)

“Sensörleri ürünlerimizin ısı değerlerini takip etmek bizim için önemli bir faktör olduğu için mutlaka kullanıyoruz. Hatta bu değerleri sık sık takip ediyoruz .“ (F7)

İşletmelerde RFID teknolojilerini kullanıyoruz yanıtı veren firma yetkililerinin görüşleri ise aşağıdaki şekildedir:

“Firmamızda RFID teknolojileri mevcut. Hatta günümüzde eskidiğini bile söyleyebilirim.” (F1)

“Antrepolarda RFID mevcut.” (F5)

“İşletmenin tamamında RFID kullanılıyor.” (F6)

3.6.2.2.5. Yazılım Kullanımı

Firma yetkililerine firmanızdaki bilgi akışını sağlamak üzere RLTS (gerçek zamanlı konumlandırma sistemleri), ERP, MRP, WMS gibi yazılımlar kullanılmakta mıdır sorusu yöneltildiğinde, yetkililerin birçoğu kullandıkları yazılım içerisinde bu teknolojilere benzer modüllerinin olduğunu belirtmişlerdir. RLTS konusunda ise 3 firma, gerçek zamanlı

konumlandırma sistemlerini kullanıyoruz şeklinde yanıtlamıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.13’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 13 Firmadaki Bilgi Akışını Sağlamak Üzere Kullanılan Yazılımlara İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
ERP-MRP-WMS	7
RLTS	3
TOPLAM	10

Tablo 3.13’de görüldüğü üzere, firma yetkililerinin tamamı (f=7) kullandıkları yazılımlar içerisinde ERP, MRP ve MRP’ye benzer modüllerin yer aldığını bildirmişlerdir. Sadece tek bir firma ERP’yi kullandıklarını ancak MRP, WMS vb. teknolojilere ihtiyaç duymadıkları için kullanmadıklarını belirtmiştir. Firma yetkililerinin bu konudaki görüşlerine aşağıda yer verilmektedir:

“Bu teknolojilerin birçoğu kullandığımız “SAP” yazılımında mevcut. Yazılımın içerisinden saydığınız teknolojilerin büyük bir kısmını kullanabiliyoruz.” (F7)

“ERP, MRP, WMS teknolojilerinin tamamı, kullandığımız yazılım programlarında mevcut.” (F6)

“ERP’yi kullanıyoruz. Fakat diğer programları taşıyıcı forwarlar kullandığı için bizim ihtiyacımız kapsamında değil diyebilirim.” (F5)

“ERP, MRP ve WMS teknolojilerinin tamamını kullanmaktayız.” (F4)

“ERP, MRP ve WMS noktasında da temin ettiğimiz “SAP” programının içerisinde bu modüller mevcut. Dolayısıyla kullanıyoruz diyebilirim.” (F3)

“Kurumsal kaynak planlama, malzeme kaynak planlama ve depolama yönetim sistemlerinin tamamı kendi geliştirdiğimiz yazılımın içerisinde benzer modüller içerisinde.” (F2)

“ERP-MRP teknolojileri hakkında da depolama sistemlerine hakim olmadığım için net bir şey söyleyemiyorum ancak olduğunu düşünüyorum. WMS teknoloji hakkında da yeni bir depolama yönetim sistemimiz var.” (F1)

RLTS teknolojileri hususunda 3 firma (f=3) gerçek zamanlı konumlandırma sistemlerini kullandıklarını belirtmiştir. Firma yetkililerinin bu konudaki görüşlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

“RLTS konusunda bütün datalarımız gerçek zamanlıdır. Ürünlerin görünürlüğünü izleyen, GPS takip sistemimiz mevcut.” (F1)

“Lokasyon sistemlerini kendi geliştirdiğimiz yazılımın içerisinde kullanıyoruz.” (F2)

“RLTS mevcut.” (F3)

3.6.2.2.6. Araç Takip Sistemleri

Firma yetkililerine taşıma kararlarının optimize edilmesini sağlayan araç takip sistemlerini kullanıyor musunuz sorusu yöneltildiğinde, 5 firma kullandıklarını (f=5), 2 firma ise kullanmadıklarını (f=2) belirtmiştir. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.14’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 14 Araç Takip Sistemlerinin Kullanımına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Evet	5
Yok	2
TOPLAM	7

Tablo 3.14’de de görüldüğü üzere, araç takip sistemlerini kullandıklarını belirten firma yetkililerinin görüşlerine ilişkin, bu sistemden ürünün hangi rotalama neticesinde, hangi fiyatla ve ne zaman müşteriye ulaştırılacağına dair hesaplamaları yapmak üzere istifade edildiği görülmektedir. Ayrıca sistemde GPS sinyalleri üzerinden, taşıma araçlarının nerede olduğuna dair bilgiler de aktarılmaktadır. Yetkililerin konu kapsamındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Evet var. Kendi lokal programlarımızda bunları takip ediyoruz. Bu programları ürün ne zaman, nasıl ulaşacak hesaplamalarını yapmak üzere kullanıyoruz. Programlar vasıtası ile doğruya en yakın sonucu elde etmeye çalışarak değişen müşteri taleplerine ayak uydurmaya çalışıyoruz.” (F1)

“Evet kendi yazılım programımızda araç takip sistemleri ve optimizasyon programları bulunmakta. Program vasıtası ile hangi yükün hangi rotalama neticesinde, hangi fiyatla taşınacağına ve ne kadar sürede müşteriye ulaştırılacağına dair çeşitli bilgiler yer almakta. Rotalama konusunda ayrıca GPS sinyallerini de kullanmaktayız.“ (F2)

“Araç takip sistemlerini ve optimizasyon programlarını kullanıyoruz. Uydu takip sistemleri üzerinden araçların hareketini 24 saat izleyebilmekteyiz. Ayrıca hizmet sunduğumuz kurumlar da yine taşıma sürecini izleme olanağına sahip.” (F4)

“Tırlarda araç takip sistemlerimiz mevcut. GPS teknolojisinden de yararlanarak kara yüklerinin ve aracın nerede olduğuna dair görünübilirlik sağlıyoruz.” (F5)

“Araç takip sistemleri var. Bizim esas işimiz neticesinde, hizmeti üreten olarak ürettiğimiz hizmetin süresi uzarsa bu sürenin maliyetini biz üstleniyoruz. Yani bu işletmenin karlılığını devam ettirebilmek adına, yapmak zorunda olduğumuz bir şey.” (F6)

3.6.2.3. Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri Konusundaki Algılara İlişkin Bulgular

3.6.2.3.1. Genel Etkiler

Firma yetkililerine Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründe yaratacağı genel etkiler hakkında düşünceleri sorulduğunda, alınan cevaplara ilişkin “lojistik süreçlerin hızı ve gelişimi”, “gerçek zamanlı bilgilendirme” ve “aracıların ortadan kaldırılması” olmak üzere toplam 3 tema ve 7 görüş ortaya çıkmıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.15’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 15 Endüstri 4. 0'ın Lojistik Sektöründeki Etkilerine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Lojistik Süreçlerin Hızı ve Gelişimi	5
Gerçek Zamanlı Bilgilendirme	1
Aracıların Ortadan Kaldırılması	1
TOPLAM	7

Tablo 3.15’de de görüldüğü üzere, Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründeki genel etkilerine yönelik düşüncelerde “lojistik süreçlerin hızı ve gelişimi” (f=5) teması ilk sırada yer almaktadır. Endüstri 4.0 ile gelen teknolojik yeniliklerin, lojistik sektöründeki süreçleri hızlandıracağı ve sektörün daha da gelişeceği firmaların büyük çoğunluğunun görüşü dahilinde olmuştur. Bu kapsamda dördüncü endüstri devriminin lojistik sektöründeki etkilerine dair ortaya atılan görüşlerde, yargıların olumlu olduğu söylenebilir. F1, günümüzde perakende ürünlerinin müşteriye hızlı bir şekilde ulaştırılabilmesinin nedenini, teknolojik sistemlerin lojistik sektöründeki artularından kaynaklandığını belirtmektedir. Ayrıca endüstri 4.0’ı oluşturan teknolojik bileşenler lojistik sektörüne entegre edildiğinde, süreçlerin eskiye oranla daha da hız kazanacağını ve bu kapsamda verimliliğin de artacağını ortaya koymaktadır. F3, Endüstri 4.0 ile lojistik sektörde hız, verimlilik, maliyet minimizasyonu ve müşteri memnuniyetinin sağlayacağını ifade ederek olumlu kanıda olduğunu bildirmektedir. F4, sanayi ve lojistik sektörünün birbirleri ile daima ilişki halinde olduklarını vurgulayarak Endüstri 4.0 kapsamında gelişen teknolojinin, lojistik sektörünü de ileri taşıyacağını açıklamaktadır. F5, Endüstri 4.0’ın daha çok fabrikaların üretim süreçlerinde kullanılacak olduğunu belirtse de yeniliklerin lojistik alanına entegre edildiğinde, sektörün daha da ilerleyeceğini düşünmektedir. F7 ise Endüstri 4.0’ın ülkelerin maliyetlerini azaltma politikası içerisinde bir zorunluluk dahilinde ortaya çıktığını belirterek lojistikte de hızın bu

kapsamda artacağını ortaya koymaktadır. Firma yetkililerinin bu konu hakkındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Endüstri 4.0’ın lojistik sektörüne olan etkileri konusunda, teknoloji ne kadar ilerler ise lojistik süreçlerin de o kadar hızlı olacağına ve gelişeceğine inanıyorum. Şöyle örnek vereyim, önceden büyük boyutlu fazla sayıdaki ürünlerin müşteriye ulaştırılması süreçleri çok zaman alırken günümüzde ufak bir ürünü dahi hızlı bir şekilde müşteriye ulaştırabilmekteyiz. Bu da teknolojik sistemlerin, lojistik sektörüne olan artlarından kaynaklanıyor. Sektörde kullandığımız dijital platformlar, lojistiğin daha da ilerlemesini sağlıyor. Bu kapsamda endüstri 4.0 ile gelen teknolojik bileşenlerin, lojistiği daha da ileri taşıyacağına süreçleri daha hızlı hale getireceğine ve verimliliği arttıracığına inanıyorum.” (F1)

“Endüstri 4.0 lojistik sektöründe verimlilik, hız, doğru veri, depo sahalarının verimli kullanılması, kar, maliyet minimizasyonu ve müşteri memnuniyeti sağlayacağını düşünüyorum. Bu kapsamda endüstri 4.0’ın, lojistik sektöründe aslında olumlu etkiler yaratacağı kanısındayım.” (F3)

“Endüstri 4.0 ile sanayi ne kadar gelişir ve büyürse Türkiye’de lojistik sektörü de ona bağlı olarak gelişir ve büyür. Ama şu var ki biz de sanayinin gelişmesi için çalışmamız gereken bir sektördeyiz. Lojistik sektörü, sanayicinin ihtiyacı olan hizmet kalemlerini öncesinden planlayıp görerek buna göre alt yapı çalışmalarını yapmış bir sektör olmalı ki sanayicinin de önünü açarak üretilen ürünlerin daha hızlı bir şekilde nihai tüketiciye ulaşmasını sağlayabilin. Bu sayede hızlı ürün üretiminin tüketime dönüşmesi neticesinde, lojistik sektörünün faaliyet alanlarının da hızlandırılması ve güçlendirilmesi gerekli. Yani şu demek sanayicinin ürünleri ne kadar hızlı üretilir, satılır ve biz bunun sevkiyat ve nihai tüketiciye ulaşmasını ya da üçüncü bir tüketim firmalarına veya sanayi koluna ulaşmasını sağlarsak ürünlerin rink alması da o derece hızlı olur.” (F4)

“Aslında endüstri 4.0’ın lojistiğe etkileri denilince, bana bilim kurgu filmlerin anımsatıyor. Her ne kadar endüstri 4.0, fabrikaların üretim süreçlerinde hat safhada kullanılacak olsa da bunlar lojistiğe entegre edildiğinde, sektörün oldukça farklılaşacağını ve ilerleyeceğini düşünüyorum.” (F5)

“Endüstri 4.0’ın aslında ülkelerin maliyetlerini azaltma ihtiyacı çerçevesinde ortaya çıktığını düşünüyorum. Bu kapsamda ihtiyaçlar zorunluluğu getiriyor diyebiliriz. Çok ciddi katkıları olacaktır, lojistik sektöründe hız artacaktır.” (F7)

Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründeki genel etkilerine ilişkin ortaya çıkan diğer temalarda “gerçek zamanlı bilgilendirme” (f=1) ve ”aracıların ortadan kaldırılması” (f=1) yer almaktadır. F2, etkilerin lojistik sektöründe gerçek zamanlı ve doğru bilgilendirme hususunda gerçekleşeceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca gelen teknolojik yenilikler ile doğru zamanda, doğru ürün temin etme süreçlerinin de kısalarak maliyetlerde tasarruf elde edileceğini bildirmektedir. F6 ise Endüstri 4.0’ın gelişimi ile birlikte, lojistik sektöründe araçların ortadan kalkabileceğini ve tek bir lokasyondan daha yalın hizmet verebilme kabiliyetinin oluşabileceğini belirtmektedir. Yetkililerin bu konudaki görüşlerine aşağıda yer verilmektedir:

“Üretimde ve lojistik süreçlerin planlanmasında gerçek zamanlı, doğru ve efektif bilgilendirme konusunda etkilerini gösterecek. Aynı zamanda doğru zamanda, doğru ürün temin etme süreçlerinin kısalmasını ve maliyetlerde de tasarruf elde edilmesini sağlayacaktır.” (F2)

“Endüstri 4.0’ın genel olarak lojistik sektöründe şöyle bir etki yaratacağını düşünüyorum. Aslında Endüstri 4.0’ın dikey entegrasyon denilen hususu hızlandıracağını düşünüyorum. Yani dikey entegrasyon, araçları ortadan kaldıracağı anlamına geliyor. Araçlardan kasıtımız, süreç tamamlandığı zaman gümrük müşavirlerinin hizmetleri, forwarderlık işi yapanlar ve lojistik tedarik sağlayıcılarının büyük çoğunluğu ortadan kalkacak. Aslında endüstri 4.0 ile de tek bir lokasyondan daha yalın ve daha düzgün bir şekilde tüm hizmetleri verebilme kabiliyeti ortaya çıkıyor.” (F6)

3.6.2.3.2. İstihdama Etkileri

Firma yetkililerine Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründeki istihdama yönelik düşünceleri sorulduğunda, “kalifiye eleman ihtiyacı”, “işsizlik problemi” ve “işlerin robotlara devredilmesi” olmak üzere toplam 3 tema ve 10 görüş ortaya çıkmıştır. Alınan cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.16’da gösterilmektedir.

Tablo 3. 16 Endüstri 4.0’ın Lojistik Sektöründeki İstihdama İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Kalifiye Eleman İhtiyacı	4
İşsizlik Problemi	4
İşlerin Robotlara Devredilmesi	3
TOPLAM	11

Tablo 3.16’da da görüldüğü üzere, Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründe istihdama etkileri konusunda “kalifiye eleman ihtiyacı”(f=4) teması yer almaktadır. Firma yetkilileri Endüstri 4.0 ile gelecekte daha bilgili ve daha kalifiye eleman ihtiyacının artacağını düşünmektedir. Ayrıca bu kapsamda katma değerli işlerin de ortaya çıkacağını ve robotları kullanmaktan ziyade, robotları üreten kişilerin de olması gerektiğinin altını çizmektedir. Dördüncü endüstri devrimi kapsamında gelecekte yeni iş alanlarının ortaya çıkacağını ve kalifiye personellerin yeni iş alanlarında değerlendirilebileceği ortaya atılan düşünceler arasındadır. Firma yetkililerinin bu konu hakkındaki görüşlerine aşağıda yer verilmektedir:

“İstihdam konusunda bilgileri işleyebilenlerin önemli hale geleceğini yani daha kalifiye, daha bilgili insanlara yönelik ihtiyacın gelecekte artacağını düşünüyorum.” (F2)

“Endüstri 4.0 katma değerli işlerin ortaya çıkmasını da sağlayacaktır. İş yaşamının endüstri 4.0’ a uyum sağlayabilmesi adına, çalışanların yani bir nevi robotları üretecek kişilerin yetiştirilmesi de gereklidir.” (F3)

“İnsan istihdamı biraz düşebilecektir. Ama kalifiye insan gücünün de artacağına inanıyorum. Artık daha bilgili, daha donanımlı kendini geliştirebilen insanların ve çalışanların bu sektörde yer alabileceği benim görüşüm dahilinde.” (F4)

“Diğer taraftan da insanları ve iş gücünü daha kaliteli hale getireceği için daha kalifiye çalışma ortamının yaratılabileceğidir. Kalifiye elemanların gelecekte boşta kalmayacağı ya da sektörün içerisindeki yeni branş ve iş alanları kapsamında değerlendirilebileceğidir.” (F5)

Firma yetkilileri Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründe istihdama yönelik etkilerinde, gelecekte işsizlik probleminin oluşabileceğini de düşünmektedir. Bu doğrultuda alınan yanıtlardan hareketle, “işsizlik teması” (f=4) ortaya çıkmıştır. Oluşan işsizlik teması ile geleceğe yönelik olumlu kanıların yanında, olumsuz düşüncelerin de olduğunu söylemek mümkündür. Bu düşünceye F4 ve F5’i örnek vermek gerekirse; gelecekte lojistik sektöründe kalifiye eleman ihtiyacının artmasının yanında, insan istihdamının da düşebileceğini düşünmektedirler. Bu kapsamda beden, iş gücü ve bilgi birikimi gerektiren işlerde insanlara bir süre daha ihtiyaç olacağını ancak Endüstri 4.0’ın getirdiği teknolojik sistemlerin gelişimi de gelecekte işsizlik problemi yaratabileceği, firma yetkilileri tarafından ortaya atılan görüşler arasındadır. Yetkililerin bu konudaki görüşlerine şu şekilde yer vermek mümkündür:

“Önceden üç insanın yaptığını bugün bir insan yapabiliyor. Elle işleme dediğimiz yöntemler vardı önceden, 20 tane 30 tane işçi paketleme yaparken bugün bilgisayar programına girdiğiniz zaman ürünler barkodlama sistemi ile kolonları tarayarak bu şekilde ürüne yapılması gereken streçleme ya da paketleme bu sistem yardımı ile yapılabilir. Bu kapsamda bir nevi insan istihdamı biraz düşebilecektir.” (F4)

“Bu nokta iki farklı iddiayı düşünmek mümkün. Bunlardan ilki, işgücüne olan ihtiyaç azalacağı için işsizlik problemine neden olacağı yönünde.” (F5)

“Global yönde endüstri 4.0 lojistik sektörünü istihdam yönünden negatif olarak etkileyecek. Ama özellikle işleri tehlikede olan beyaz yakalılar olacak Beyaz yakalılardaki zeka, tecrübe ve bilgi birikimi hususu standardize edilmiş sistemler ile ortadan kalkacak. Şu an için ihtiyaç olan beden, iş gücü ve teknik kabiliyetleri ile işi sahada yapan insanlara bir süre daha ihtiyaç olacak. Makinenin yapamadığı işleri yapan insanlara ihtiyaç olacak.” (F6)

“Kesinlikle işsizliğe yol açacaktır. Hatta her işi robotların yaptığı bir akıllı ekosistemde, çalışanlar belki de gelecekte bir işte çalışabilmek adına sevmedikleri bir işi yapmak zorunda kalabilecektir.” (F7)

Endüstri 4.0’ın lojistikte istihdama etkileri konusunda ortaya çıkan temalardan biri de “işlerin robotlara devredilmesidir” (f=3). Firma yetkilileri Endüstri 4.0 ile işlerin büyük bir kısmının robotlara devredileceğini ve bazı işlerin de bu doğrultuda ortadan kalkabileceğini düşünmektedir. İşlerin robotlara devredilmesi ve işsizlik problemi temasının bu kapsamda birbirleri ile bağlantılı olduğu söylenebilir. Neticede işlerin robotlara devredilmesi, insana yönelik ihtiyacı azaltmakta ve işsizlik problemine neden olmaktadır. Bu kapsamda ortaya çıkan görüşler aşağıda verilmektedir:

“Endüstri 4.0’ın istihdam boyutu aslında kısır bir döngü içerisinde diyebiliriz. Birçok insan tarafından yapılan işlerin büyük bir kısmı, robotlar tarafından gerçekleştirilecek fakat insanlar üretmez ve bunun sonucunda kazanç elde edemez ise robotlara da ihtiyaç duyulmayacaktır. Endüstri 4.0 benim kanaatime

göre, işsizliğe yol açmayacak aksine lojistikteki işlerin daha da büyümesini ve ilerlemesini sağlayacaktır.” (F1)

“Endüstri 4.0’ ın istihdama etkileri konusunda, bazı işlerin ortadan kalkmasına neden olabilir. Bunun en büyük nedeni, işlerin bir kısmının robotlara devredilmesidir.” (F3)

“İnsanların yaptıkları işin robotlara devredilmesi ile insan faktörüne olan ihtiyaç azalacaktır.” (F7)

3.6.2.3.3. Drone ve Sürücüsüz Tırlara Yönelik Düşünceler

Firma yetkililerine dronelar ile teslimat konusunda ne düşündükleri sorusu yöneltildiğinde, alınan yanıtlara ilişkin “büyük çaptaki ürünlerin teslimine izin vermemesi”, “yasa ve mevzuatların gerekliliği” ve “ulaşılması zor alanlar için kullanım” olmak üzere toplam 3 tema ve 6 görüş ortaya çıkmıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.17’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 17 Drone’lar İle Teslimatlara Yönelik Düşüncelere İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Büyük Çaptaki Ürünlerin Teslimine İzin Vermemesi	3
Yasa ve Mevzuatların Gerekliliği	2
Ulaşılması Zor Alanlar İçin Kullanım	1
TOPLAM	6

Tablo 3.17’de de görüldüğü üzere, drone’lar ile teslimatlara yönelik düşüncelerde “büyük çaptaki ürünlerin teslimine izin vermemesi” teması (f=3) ilk sırada yer almaktadır. Drone ile teslimat yöntemi büyük çaplardaki ürünler için teslimat yapmaya elverişli olmadığı için firma yetkilileri bu teknolojiyi kullanmayacaklarını belirtmişlerdir. Bu kapsamda ortaya çıkan görüşlere şu şekilde yer verilmektedir:

“Dronelar ile teslimat konusunda, faaliyet gösterdiğimiz sektörden ötürü çok büyük çaplardaki ürünlerimizi bu teslimat yolu ile sağlamayacağımız kanısındayım.” (F3)

“Taşımakta olduğumuz ürünler büyük çapta olduğu için drone ile teslimat yapma şansımız şu an için yok.” (F4)

“Dronelar lojistikte teslim noktasında çok büyük çaplardaki ürünleri taşıma olanağına sahip olmadığı için elverişli olmadığını düşünüyorum.” (F7)

Drone’lar ile teslimat noktasında ifade edilen düşüncelerde “yasa ve mevzuatların gerekliliği” teması (f=2) ikinci sırada yer almaktadır. Firma yetkilileri bu kapsamda, drone ile teslimat yapmanın elverişli hale gelebilmesi adına, ülkelerin yasa ve mevzuatlarını düzenlemesi gerektiğini vurgulamaktadır. F1, bu gibi teknolojilerin kötü yanının, yeterince tecrübe edilememiş olması şeklinde ifade etmektedir. Yetkililerin konu hakkındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Drone’lar giderek çok daha yaygın hale geliyor. İleriki dönemlerde belki de sektörde de sıkça karşılaşacağımız drone teknolojileri hakkında, gerekli yasalar ve mevzuatların oluşmasının gerekliliği de bir gerçek. Bu gibi yeni teknolojilerin şu an için kötü tarafı, henüz tecrübe edilememiş olmamalarıdır.” (F1)

“Dronelar biliyorsunuz ki havalimanlarında, askeriye yakın bölgelerde ve bunun gibi çeşitli alanlarda uçurulması yasak. Ülkemizde bu bürokratik engellerin aşılmasının ve insanların da bu gibi yeni teknolojilere alışmasının zaman alacağını düşünüyorum.” (F5)

Drone’lar ile teslimatlara yönelik düşüncelerde son sırayı “ulaşılması zor alanlar için kullanım” (f=1) teması almaktadır. F2, ulaşılması zor ücra alanlara drone’lar aracılığı ile teslimat yapmanın önemli oranda kolaylık sağlayacağını belirtmektedir. Firma yetkilisinin bu konu hakkındaki görüşü şu şekildedir:

“Dronelerin gelecekte mutlaka ücra alanlarda yani ulaşılması zor dağlık, ormanlık bölgelerde veya iklim koşulları zor olan yerlerdeki teslimatlar için kullanılacağını düşünüyorum. Dronelar bu noktada, ürün teslimlerine büyük oranda kolaylık sağlayacak.” (F2)

Firma yetkililerine sürücüsüz (otonom) tırlara ilişkin ne düşündükleri sorulduğunda, alınan yanıtlara ilişkin “sürücüden kaynaklanan hataların engellenmesi”, “yol alt yapısının yeterli olmaması”, “sürücülerin işsizliğine neden olması” ve “insanın süreçten çıkarılamaması” olmak üzere toplam 6 tema ve 7 görüş ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda birbirinden farklı birçok temanın ortaya çıkması, otonom tırlar konusunda kafa karışıklığının olduğuna dair bulguları da ortaya koymaktadır. Cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.18’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 18 Sürücüsüz Tırlara Yönelik Düşüncelere İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Sürücüden Kaynaklanan Hataların Engellenmesi	2
Yol Alt Yapısının Yeterli Olmaması	1
Sürücülerin İşsizliğine Neden Olması	1
İnsanın Süreçten Çıkarılamaması	1
Zarar Tanziminin Net Olmaması	1
TOPLAM	6

Tablo 3.18’de görüldüğü üzere, “sürücüden kaynaklanan hataların engellenmesi” teması (f=2) ilk sırada yer almaktadır. F3, insana kapalı trafikte yapay zeka gerekli olgunluğa ulaşırsa sürücülerden kaynaklanan hataların önüne geçebileceğini ifade etmektedir. F5, sürücüden kaynaklanan hataların engellenmesinin yanında, trafik kazalarının ve trafik ihlallerinin dahi sürücüsüz tırlar vasıtası ile önlenebileceğini savunmaktadır. Yetkililerin konu hakkındaki görüşlerine aşağıda yer verilmektedir.

“Sürücüsüz tırlar noktasında da gelecekte belki insana kapalı trafikte mümkün olabilir. Ancak yapay zeka gerekli olgunluğa ulaşır ise sürücülerden kaynaklanan hataların da önüne geçebilir.” (F3)

“Sürücüsüz tırlar da sürücüden kaynaklanan hataların önüne geçer ve zamandan tasarruf sağlar. Ayrıca sosyal yaşama da katkıları neticesinde, trafik kazaları ve trafik ihlallerin de önüne geçerek insan ölümlerini azaltır. Aynı zamanda sağladığı verimlilik ile insana dayalı iş ihlallerinin de önüne geçer.” (F5)

Sürücüsüz tırlara yönelik görüşlerde “yol alt yapısının yeterli olmaması” (f=1), “sürücülerin işsizliğine neden olması” (f=1), “insanın süreçten çıkarılamaması” (f=1), “zarar tanziminin net olmaması” (f=1) temaları da yer almaktadır. F4, üretimi gerçekleştirilen sürücüsüz tırların yanında, tırın gideceği yolun ve asfalt yapısının da bu gibi yeni teknolojilere uygun olması gerektiğinin önemini belirtmektedir. Ayrıca kara yolları alt yapısı buna uygun hale gelirse kullanılmasının mümkün olduğunu da ifade etmektedir. F7, sürücüsüz tırlar ile lojistik sektörünün elbette ki fayda sağlayacağını ancak genel anlamda birçok kişinin işinden de olabileceğinin altını çizmektedir. F2, sürücüsüz tırların içerisinde insana yer verilmesi dahi uzaktan kontrolünü sağlayan kişinin yine bir insan olacağını vurgulamaktadır. F1 ise insana veya mallara yönelik herhangi bir kaza meydana geldiğinde, zararın nasıl tanzim edileceğinin, netliğe kavuşturulması gerektiğini bildirmektedir. Konu kapsamında ortaya atılan görüşler şu şekildedir:

“Sürücüsüz tırlar noktasında, bizde mevcut değil. Bu da tek başına bir şey değil aslında yani buna karayollarının uygun halde olması lazım. Hepsi bir sistem alt yapısı gerektiren şeyler. Sürücüsüz tır yapmak sadece yetmiyor çünkü bu tırın gideceği bir yolun, onun programını tanıyacağı bir asfalt yapısının çiziminin ve yolların ona göre planlanması gerekiyor. Yani yoldaki bir çizginin düzenli olması, görünebilir olması, yol koşullarının ona uygun halde olması gibi şeyler önemli faktörler. Dolayısıyla şu an için kullanılmıyor ama otoyollarımız ve alt yapımız buna uygun hale geldiği zaman da olmayacak bir şey değil.” (F4)

“Sürücüsüz tırlar konusunda lojistik bundan elbette ki fayda görecektir. Ancak yine insan konusuna geldiğinizde dünyada çalışan şoförleri ve bu kişilerin bakmakla yükümlü olduğu aileleri düşürseniz oldukça olumsuz etkilenecekler.” (F7)

“Sürücüsüz tırlar konusunda da içerisinde insana yer verilmesi dahi yöneten kişinin mutlaka yine bir insan olacağı kanısındayım.” (F2)

“Sürücüsüz tırlarda da insanlara ve taşıma işlemi gerçekleştirilen ürünlere dair herhangi bir zarar söz konusu olduğu takdirde, zararın nasıl tanzim edileceğinin netliğe kavuşturulması gerekmektedir.” (F1)

3.6.2.3.4. 3DP Teknolojisi İle Lojistik Faaliyetlerin Geleceği

Firma yetkililerine butik ihtiyaçların talep edilen zamanda karşılanmasını sağlayan 3DP teknolojilerinin lojistik faaliyetleri ortadan kaldıracığını düşünüyor musunuz sorusu yöneltildiğinde, 6 firma ortadan kalkmayacağını (f=6); 1 firma ise bunun kısmen mümkün

olduğunu (f=1) belirtmiştir. Alınan cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.19’da gösterilmektedir.

Tablo 3. 19 3DP Teknolojisi İle Lojistik Faaliyetlerin Geleceğine İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Ortadan Kalkmayacak	6
Kısmen Mümkün	1
TOPLAM	7

Tablo 3.19’da da görüldüğü üzere, 3DP teknolojilerinin lojistik faaliyetleri ortadan kaldırmayacağını düşünen firma yetkilileri bu görüşlerini sanayi ürünleri, ekipmanların tahsis edilmesi ve gıda ürünlerinin taşınması vb. faaliyetlere dayandırmaktadır. 3DP teknolojisi özel işçilik gerektiren kişiselleştirilmiş üretim için lojistik faaliyetleri kısmen ortadan kaldıracak olsa da lojistiğe yönelik ihtiyacın sanayi ürünleri var olduğu müddetçe daim olacağı belirtilmektedir. Ayrıca F5, 3DP teknolojisinin lojistik sektöründe de yeni bir iş alanı oluşturabileceğini düşünmektedir. Konu kapsamında ortaya atılan görüşler şu şekildedir:

“Her ne kadar üç boyutlu yazıcılar vasıtası ile ürüne ait sanal yazılımin tüketiciye aktarımı mümkün olsa da sanayi ürünleri var olduğu müddetçe, lojistik hep var olmaya devam edecektir. Bu kapsamda, lojistik faaliyetlerin ortadan kalkacağını düşünmüyorum.” (F1)

“Çok nadir kişisel ürünler için lojistik faaliyetler belki ortadan kalkabilir. Ancak ekipmanların tahsis edilmesi, gıda ürünlerinin taşınması ve sanayi ürünlerinin taşınması noktasında lojistik faaliyetlere olan ihtiyacın gelecekte de hep var olacağına inanıyorum.” (F2)

“3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin niş bir alan olduğunu ve elbise gibi kalıp ve işçilik gerektiren kişiselleştirilmiş ürünler için bazı lojistik faaliyetlerin yok olabileceğini fakat genel anlamda tamamını ortadan kaldırmayacağını düşünüyorum.” (F3)

“Bu da aslında bir lojistiğin parçası ben lojistik faaliyetlerin ortadan kalkacağını düşünmüyorum şu var ortada bir üretici ve tüketici olduğu müddetçe, lojistik olmak zorunda yani zaten lojistiğin tanımı bu. Üreticiden tüketime kadar ki tüm zincir ve faaliyetler lojistiğe ait. Dolayısıyla üç boyutlu baskı teknolojilerinin yaygınlaşması lojistiği sonlandırmaz.” (F4)

“Aslında üç boyutlu baskı sistemlerinin de yeni bir lojistik kapısı açacağına inanıyorum. Bu teknolojiler maliyetleri olan sistemler olduğu için lojistik sektöründe aslında yeni bir iş alanı oluşturacağını fakat lojistik faaliyetleri ortadan kaldırmayacağı kanısındayım.” (F5)

“Lojistik faaliyetleri ortadan kaldıracığını düşünmüyorum. Ancak dünyada üretim merkezi olma kabiliyeti ile üretim yapan ülkelerin stratejilerinin boşa çıkacağını düşünüyorum. Ürünü üretmek için ihtiyacımız olan temel ham maddelerin ticaretinin yapılacağını ve diğer ürünleri kendimizin satın alacağını düşünüyorum. 3DP teknolojisi ile lojistik faaliyetlerin tonajı azalacaktır. Ham madde ticareti ve ara ürünlerin ciddi şekilde azalacağını öngörüyorum.” (F6)

3DP teknolojileri kapsamında lojistik faaliyetlerin kısmen ortadan kalkabileceğini düşünen firma yetkilisinin görüşü ise şu şekildedir:

“Üç boyutlu baskılar ar-ge’de ürün piyasaya sürülmeden önce, deneme amaçlı olarak kullanılıyor. Lojistik sektörüne de ciddi katkıları olacaktır. Ancak tüketicinin evde kendi üretebileceği ürünler için lojistik faaliyetleri ortadan kaldırması mümkün.” (F7)

3.6.2.3.5. Depo Yönetiminde Robotik Sistemlerin Kullanımı

Firmalara depo yönetiminde robotik sistemler kullanıyor musunuz sorusu yöneltildiğinde, 5 firma kullanmadıklarını (f=5), 2 firma ise kullandıklarını (f=2) ifade etmiştir. Alınan cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.20’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 20 Depo Yönetiminde Robotik Sistemlerin Kullanımına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Kullanılmamakta	5
Kullanılmakta	2
TOPLAM	7

Tablo 3.20’de de görüldüğü gibi, depo yönetiminde robotik sistemler kullandıklarını ifade eden firma yetkililerinin görüşlerine ilişkin bu sistemlere, insana ihtiyaç duymaksızın ürünün paketlenmesi, istiflenmesi, yerleştirilmesi vb. süreçlerde yer verildiği görülmektedir. Ayrıca F1, depoda sipariş toplama süreçlerinde aktif rol oynayan robotlarının olduğunu da belirtmektedir. Konu kapsamında ortaya çıkan görüşlere şu şekilde yer verilmektedir:

“Evet kullanılmaktadır. ASRS (Otomatik yükleme ve boşaltma) sistemleri bunlardan biridir. Ürünün hangi rafta ve hangi sırada olduğunu görerek buna göre sıralama, yerleştirme ve paketleme gibi işlemler otomatik olarak yürütülmektedir. Aynı zamanda depo çalışanlarını izleyerek sipariş toplama süreçlerinde aktif rol oynayan robotlarımız da bulunmaktadır.” (F1)

“Depo yönetiminde robotik sistemlerimiz mevcut. Bu robotik sistemler ile insana ihtiyaç duymadan paketleme, istifleme, etiketleme ve ayrıştırma işlemlerini robotlar aracılığı ile yürütebilmekte.” (F2)

3.6.2.3.6. Depo Yönetiminde Kullanılan Robotların Verimliliği Arttıracak Düşüncesi

Firma yetkililerine depo yönetiminde kullanılan robotik sistemler verimlilik artışı sağlayacak mı sorusu yöneltildiğinde, firmaların tamamı (f=7) sağlayacağı yönünde düşündüklerini ifade etmiştir. Alınan cevaplar doğrultusunda elde edilen veriler, Tablo 3.21’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 21 Depo Yönetiminde Kullanılan Robotların Verimliliği Arttıracağına İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Sağlayacak	7
TOPLAM	7

Tablo 3.21’de görüldüğü gibi, firmaların tamamı depo yönetiminde robotik sistemlerin kullanımının verimliliği arttıracağını düşünmekte ve konuya olumlu açıdan yaklaşmaktadır. Bu düşüncenin ortaya çıkmasındaki en önemli etkenin, depo yönetiminde robot kullanımı ile insana dayalı hataların engellenmesi olacağı belirtilmektedir. F2, robotların insanlar gibi mola, tatil vb. ihtiyaçlarının bulunmamasından ötürü, sürdürülebilir hizmet yönetiminin elde edileceğini ve verimliliğin artacağını ifade etmektedir. Bu kapsamda firma yetkililerinin görüşleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

“Depo yönetiminde robotların ve arttırılmış gerçekliğin kullanımı, sipariş toplama süreçlerinde verimlilik sağlayacağını düşünüyorum. Bahsettiğim gibi bu kapsamda depolarımızda bu teknolojileri kullanmaktayız. Teknoloji hem depo çalışanlarına bu süreçlerde yardımcı olmakta, iş gücü tasarrufu sağlamakta ve sipariş toplama süreçlerinde hızı arttırmaktadır.” (F1)

“Kesinlikle verimlilik sağlayacağını düşünüyorum. Aynı zamanda sürdürülebilir hizmet yönetimine de katkıda bulunacak. Robotların insanlar gibi bayram, tatil vs. gibi ihtiyaçları bulunmadığı için hem üretim hem de sipariş toplama süreçlerinde hızı ve sürdürülebilirliği arttıracak.” (F2)

“Tabi ki sağlayacağını düşünüyorum. Neticede kullanılan bu sistemler, optimizasyon sağlar ve verimliliği artırır.” (F3)

“Tabi ki yüzde yüz verimlilik sağlayacağına inanıyorum. Depo yönetiminde robotlar kullanarak hatayı engelliyorsunuz. İnsana dayalı hatanın engellenmesi önemli burada. Açıkçası tabi ki şu var robotları üreten de bir insan, ona da yazılımı yanlış yüklediğiniz zaman belki binlerce malın yanlış yere sevk edilmesini sağlayabilirsiniz ama bu otokontrol sistemlerinin denetimli bir şekilde yapıldığı zaman, insana dayalı hataları minimize ederek müşteri memnuniyetini arttırabilirsiniz. Robotlarla insanın eli ile ayırtırmakta zorlandığı bir çok şeyi ya da hata yapma riskinin olduğu noktaları, çok hızlı ve sistematik bir şekilde yapmasını sağlıyorsunuz.” (F4)

“Eğer depo yönetim süreçleri sağlıklı bir şekilde sürdürülemiyor ise bu teknolojilerden faydalanmak verimlilik artışı ve zamandan tasarruf elbette ki sağlayacaktır. Bir de bu süreçlerde robotlar, insana oranla daha standardize bir şekilde çalıştığı için insana kıyasla daha yüksek verimlilik getirilerinin olacağı kanısındayım.” (F5)

“Evet bu konu hakkında pozitif bir düşüncem var. Ancak depolarda dökme yük olarak adlandırılan işlemleri gerçekleştirdiğimiz için böyle bir sisteme ticari kullanım açısından ihtiyacımız yok.” (F6)

“İnsana yönelik hataların önüne geçilmesinde elbette ki verimlilik sağlar.” (F7)

3.6.2.3.7. Engeller ve Zorluklar

Firmalara Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0'ın uygulanmasında engeller ve zorlukların neler olacağını düşünüyorsunuz sorusu yöneltildiğinde, alınan cevaplara ilişkin “değişime karşı direnç”, “yasal boyutlar”, “yatırım gerekliliği”, “teknoloji ile uyumlu alt yapı”, ve “stratejilerin belirlenmesi” olmak üzere toplam 5 tema ve 13 görüş ortaya çıkmıştır. Bu cevaplara ilişkin elde edilen veriler, Tablo 3.22’de gösterilmektedir.

Tablo 3. 22 Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0'ın Uygulanmasında Engeller ve Zorluklara İlişkin Tema ve Frekans Dağılımı

Tema	Frekans
Değişime Karşı Direnç	5
Yasal Boyutlar	4
Yatırım Gerekliliği	2
Teknoloji ile Uyumlu Alt Yapı	1
Stratejilerin Belirlenmesi	1
TOPLAM	13

Tablo 3.22’de görüldüğü gibi, “değişime karşı direnç” teması (f=5) ilk sırada yer almaktadır. Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0'ın uygulanmasında, işlerin büyük bir kısmının robotlara devredilmesi ile çalışanların işlerini kaybedecekleri yönündeki endişeleri, değişime karşı direnç göstermede en temel nedenlerden biri olacağı vurgulanmaktadır. Ayrıca yeni teknolojilere adaptasyon konusunda sıkıntıların yaşanabileceğini ve kişilerin bu teknolojileri anlama hususunda istekli olması gerektiği de ifade edilmektedir. Firma yetkililerinin konu kapsamındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“En büyük engelin, değişime karşı direnç göstermenin olacağına inanıyorum. Teknolojinin gittikçe ilerlemesi ile çalışanların işlerini kaybedeceklerine olan endişeleri bu noktada en büyük zorluklardan biri olacaktır. Örneğin otonom tırları düşünün, bu tırların sürücüleri işinden etme tehlikesi var fakat bu tırları üretebilen ve yönetebilen kişiler olmayı esas noktada düşünmemiz gerekiyor.” (F2)

“Bir de yetkinlikler bazında veri bilimcilerinin olması gerektiğini ve insanların yeni teknolojileri anlama konusunda istekli olması gerektiğine inanıyorum.” (F3)

“En büyük engelin değişime açık olmayan insan faktörünün ve bürokrasi olduğunu düşünüyorum.” (F4)

“Dünyada robotlar ve insanların birlikte çalışmaları konusunda, adaptasyon süreci konusunda sıkıntılar olabilir. Ayrıca insanların yeniliklere çok açık olmamasından ötürü bu teknolojilere uyum süreci çeşitli zorluklar oluşturabilir” (F5)

“İnsanların teknolojiye uyum noktasında sıkıntılar çekebileceğini düşünüyorum. İşlerinin birçoğunun robotlar tarafından yapılması ile çalışanların işlerini kaybedeceği endişesi de insanlarda muhakkak olumsuz bir izlenime neden olacaktır.” (F7)

Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0 uygulanmasında karşılaşılabilecek engel ve zorluklar arasında ikinci sırada “yasal boyutlar” teması (f=4) yer almaktadır. Bu sistemlere işletme bünyesinde tamamen geçebilmek adına, gerekli yasal boşluklarının doldurulması ve bürokratik düzenlemelerinin yapılması gerektiğinin, bir ihtiyaç neticesinde olduğu ifade edilmektedir. Firma yetkililerinin bu doğrultudaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“İşin bir de yasal bir boyutu mevcut. Bu kapsamda Türkiye’de Endüstri 4.0’ a tamamen geçebilmek adına kanunlarla ilgili sıkıntıların giderilmesi, gerekli yasal boşlukların doldurulması ve ar-ge desteklerinin sağlanması gerekmektedir.” (F1)

“Devlet tarafında oluşabilecek destekler konusunda da Endüstri 4.0 ile ilgili yol haritasının doğru oluşturulması gerekiyor.” (F3)

“Bürokrasi vizyonunun Endüstri 4.0 gibi yeni teknolojilere uygun olması ve buna uygun politikalar geliştirilmesi gerekiyor.” (F4)

“Bu konuda ülkelerin ve sektörlerin prosedür ve politikalarının da düzenlenme ihtiyacının olacağı kanısındayım.” (F5)

Karşılaşılabilecek engeller ve zorluklar noktasında “yatırım gerekliliği” teması (f=2) üçüncü sırada yer almaktadır. Devasa ve karmaşık bir yapıda bulunan Endüstri 4.0 oldukça pahalı yatırımlar gerektirdiğinden, işletme bünyesinde deneysel bütçelerin ayrılmasını ve dışarıdan ar-ge desteğinin sağlanmasının ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Firma yetkililerinin bu konu hakkındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0’ın uygulanabilmesi için bir kere çok ciddi bir yatırım gerekli. Bu kapsamda çeşitli sıkıntı ve zorluklar elbette ki olacaktır. Ciddi maliyet gerektiren bu sisteme geçebilmek için ar-ge desteğinin sağlanması da oldukça elzem.” (F1)

“En büyük engelin yeni bir teknolojiyi hayatımıza uyarlarken öğrenmemek ve araştırmamak olduğunu düşünüyorum. Ayrıca bunun bir de deneysel bütçe boyutu var. Bu teknolojiler pahalı yatırımlar gerektirdiği için gerekli bütçeler ayrılması gerekiyor.” (F3)

Engeller ve zorluklar noktasında son olarak “teknoloji ile uyumlu alt yapı” (f=1) ve “stratejilerin belirlenmesi” (f=1) temaları yer almaktadır. F4, firmaların sahip olduğu alt yapının teknoloji ile uyumlu olması gerektiğini belirtmektedir. F6, Endüstri 4.0 teknolojilerine geçebilmek adına; sanayiden bilime, bilimden hukuka ve oradan da eğitime kadar tüm alanlarda stratejilerin doğru belirlenmesi gerektiğini ve ancak bu kapsamda Endüstri 4.0’ın uygulanmasının mümkün olduğunu ortaya koymaktadır. Firma yetkililerinin konu kapsamındaki görüşlerine şu şekilde yer verilmektedir:

“Firmaların kurumsal vizyonları neticesinde de oluşturdukları sistem alt yapılarının teknoloji ile desteklenmesi ve bilinçli, eğitilmiş çalışanlar ile bu vizyonun aşılması gerektiği kanısındayım.” (F4)

“Temel engellerimiz sanayiden bilime, bilimden hukuka oradan da eğitime kadar tüm stratejilerimizi doğru belirlemek gerekiyor. Çünkü genel stratejilerimizi doğru belirlemeden, bu teknolojileri uygulamanın zor olduğunu düşünüyorum. Bürokrasi boyutunda da çok ciddi zorluklarla karşı karşıya kalacağımıza inanıyorum; fakat tünelin ucunda her zaman bir ışık var. Endüstri 2.0 ve Endüstri 3.0’ı

tamamlayamadan, Endüstri 4.0'a geçebilir miyiz. Evet geçebiliriz bu da stratejilerimizi doğru belirlemekten ve bunları doğru uygulamaktan geçiyor." (F6)

SONUÇ

Üretimdeki rekabet üstünlüğünün yeniden ele geçirme motivasyonu ile 2011 yılında Almanya’da ortaya atılan Endüstri 4.0, emek gücünün robotlarla ikame edilerek insan faktöründen arındırılmasını, verimliliğin artırılmasını ve maliyetlerin azaltılmasını öngörmektedir. Birçok teknolojik yapının birleşiminden meydana gelen dördüncü endüstri devriminin de tıpkı diğer devrimlerdeki gibi lojistik sektöründe neden olacağı dönüşümler kaçınılmazdır. Üstelik bu devrimde diğerlerinden farklı olarak “teknoloji” sanayinin önünde gitmekte ve hayatın her noktasına dokunarak yeni iş modelleri oluşturmaktadır.

Bu araştırmada, Dördüncü Endüstri Devriminin lojistik sektöründe halihazırda görülen ve gelecekte görülmesi muhtemel olan potansiyel etkiler incelenmiştir. Araştırmada Endüstri 4.0 teknolojik bileşenlerinin, lojistik sektöründe yarattığı olumlu-olumsuz değişimler incelenerek Türkiye için bir farkındalık oluşturmak adına, Dünyada’ki Lojistik 4.0 uygulamalarına yer verilmiştir. Araştırmada ayrıca yeni sanayi devrimi ile gelen değişimlerin, sektörün ileri gelenleri tarafından algılarını ortaya koymak adına görüşme, gözlem ve doküman analizlerinden hareketle, bir durum (örnek olay) yöntemi gerçekleştirilmekte ve veriler betimsel bir çerçevede doğrultusunda sunulmaktadır.

Araştırmada elde edilen bulgular, firmaların çoğunluğunun Endüstri 4.0’ ı başta üretim olmak üzere tüm iş süreçlerinde teknolojinin başrolde olmasını ve dijital dönüşüm kapsamında bu süreçlerin birbirine bağlanması olarak algıladıklarını göstermektedir. Firmaların geleceğe yönelik Endüstri 4.0 stratejileri incelendiğinde, çoğunluğunun kavramsal hale gelmiş bir stratejilerinin bulunmadığını fakat konu hakkında geleceğe yönelik beklentilerinin olduğu ifade edilmektedir. Endüstri 4.0 uyumlu makineler noktasında ise firmaların büyük bir kısmında bu makinelerin mevcut olmadığını, kullanılan firmalarda ise bu makinelere daha çok depo yönetiminde ürünlerin paketlenmesi, etiketlenmesi ve tasnif edilmesi vb. süreçlerde yer verildiği görülmektedir.

Endüstri 4.0’ı oluşturan teknolojik bileşenlerin firmalardaki kullanımı hususunda, büyük verinin daha çok geleceğe yönelik karar alabilme amaçlı kullanıldığı gözlemlenmektedir. İnternet erişimi olan her noktadan data'lara erişim sağlayan bulut sistemlerin, firmaların çoğunluğu tarafından kullanıldığı ve bu teknolojiye büyük önem verildiği anlaşılmaktadır. Nesnelerin interneti ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımının, büyük veri ve bulut sistemlere nazaran daha sınırlı kaldığı gözlenerek; bu teknolojilere işletme bünyesinde yer verilmesinin daha zaman alacağı kanısına varılmaktadır. Endüstri 4.0 alanında çalışan mevcudiyetine ilişkin firmalar bu alandaki personellerinin daha

çok yazılım ve elektronik alanında istihdam edildiklerini vurgulamaktadır. Firma bünyesinde geliştirilen bir yazılım programı noktasında ise işletmelerin çoğunluğunun yazılımlarının kendileri tarafından geliştirildiği ve bunu rekabette fark yaratmak ve bilgi güvenliğini sağlamak adına gerçekleştirdikleri bulgusu ortaya çıkmaktadır.

Lojistik 4.0 kapsamında elde edilen bulgular, firmaların büyük bir kısmının dördüncü endüstri devrimi ile lojistik süreçlerin hız kazanacağını düşündüklerini göstermektedir. Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0'ın anlamlandırılmasında kullanılan şeffaf bilgi akışı ve verimlilik artışı kavramlarının her iki terimin tanımlanmasında da yer verilmesi, bu iki olgunun kesiştiği konusunda çıkarım yapılmasına yardımcı olmaktadır. Firmaların büyük bir çoğunluğunun, Lojistik 4.0 konusunda geleceğe yönelik yatırımları vardır ve tedarikçiler ve müşterileri arasında bir entegrasyonun mevcut olduğunu ifade eden işletmelerin, işlemlerinde şeffaflık elde ettiği anlaşılmaktadır.

İşletmelerin sahip olduğu donanım alt yapısı noktasında, barkodlama teknolojilerinin firmaların tamamında ürün etiketlerinde kullanıldığı ve ürünün ısı değerlerini de ölçmek üzere sensörlerden yararlandığı ortaya konulmaktadır. RFID teknolojisinin barkodlama'ya kıyasla daha az tercih edilmesi, elde edilen diğer bulgular arasındadır. Firmaların yazılım alt yapıları hususunda, işletmelerin tamamı kullandıkları yazılım içerisinde ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) vb. yazılımlara benzer modüllerin yer aldığını belirtmektedir. Araç takip sistemleri ve optimizasyon programlarına ilişkin bulgularda ise lojistikte “zaman” faktörünün büyük önemi neticesinde ürünün hangi rotalama ile kaç gün içerisinde müşteriye ulaştırılacağına dair bilgiler sağlandığından, işletmelerin birçoğunda bu teknolojiye yer verildiği anlaşılmaktadır.

Araştırmanın temel motivasyonunu oluşturan dördüncü endüstri devriminin, lojistik sektörüne genel etkileri konusundaki bulgular, firmaların büyük bir çoğunluğunun Endüstri 4.0 ile lojistikteki süreçlerin hız kazanacağını ve sektörün bu doğrultuda daha da ilerleyeceğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Bu noktadan hareketle, yeni sanayi devriminin genel anlamda lojistiğe ilişkin tesirlerindeki yargıların olumlu olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca bu süreçte teknolojik sistemlerin lojistik sektörüne kazandırdığı “verimlilik”, “maliyetlerin azaltılması”, “müşteri memnuniyetinin artırılması” faktörlerine ek olarak, gerçek zamanlı bilgilendirmenin elde edilerek tedarik zincirinde araçların ortadan kalkabileceği kanılarının da mevcut olduğunu göstermektedir.

Dördüncü endüstri devriminin lojistik sektöründe istihdama yönelik etkilerinde, gelecekte bilgiyi işleyebilen kişilerin önemli hale gelerek kalifiye eleman ihtiyacının oluşacağı ve işlerin büyük bir kısmının robotlara devredilmesi ile de işsizlik probleminin baş göstereceği oluşan algılar arasındadır. Dronelar ile teslimata yönelik düşüncelerde, büyük

çaptaki ürünlerin teslimatına izin vermemesi ve yasal engellerden ötürü henüz tecrübe edilmemiş olmaları yönü ile firmaların çoğunluğu tarafından kullanımının yaygınlaşamayacağını fakat ulaşılması zor dağlık alanlarda, teknolojinin avantaj yaratacağı görüşler dahilinde ortaya çıkmaktadır. Sürücüsüz tırların lojistik sektöründe kullanımı noktasında birçok düşüncenin hakim olduğu görülmektedir. Bu düşüncelerden ilki, olumlu yargı kapsamında sürücüden kaynaklanan hataların engellenebilecek olmasıdır fakat yol alt yapısının yeterli olmaması, sürücülerin işsizliğine neden olması, zarar tanziminin net olmaması ve güvenlik sıkıntıları bulguları, teknolojiye dair gelişmişliğin henüz oluşmadığını göstermektedir.

Üç boyutlu baskı teknolojileri ile lojistik faaliyetlerin geleceğine yönelik bulgular, sanayi ürünleri var olduğu müddetçe üretici ve tüketici arasında coğrafi mesafeler egemen olduğundan, lojistik faaliyetlerin daima devam edeceği yönündedir. Teknolojinin sadece kişiselleştirilmiş üretimi sağlayan niş alanlardaki lojistik faaliyetleri, kısmen ortadan kalkmasının mümkün olduğunu göstermektedir. Depo yönetiminde kullanılan robotik sistemler konusunda, firmaların büyük birçoğunda hizmet üreten işletmeler olmaları yönü ile bu teknolojilere yer verilmemektedir. Fakat bu teknolojilerin kullanıldığı taktirde, insana yönelik hataların önüne geçileceğinden, sipariş toplama süreçlerinde yüksek oranda verimliliğin elde edileceği düşünülmektedir.

Dördüncü endüstri devriminin uygulanmasında oluşabilecek engel ve zorluklara ilişkin bulgularda, en büyük engelin değişime karşı direnç gösteren insanlar olacağı düşünülmektedir. Endüstri 4.0 ile gelen yeni teknolojilerin, iş süreçlerine ve hayatın her alanına uyarlanmasında, kişilerin işlerini kaybedecekleri yönünde inanç göstermeleri ve diğer sosyolojik etkenler bu engel kapsamındaki önemli faktörlerdendir. Yeni sanayi devrimi ile ülkeler tarafından gerekli prosedür ve politikaların belirlenerek yasal boşlukların giderilmesi ve sanayiye ar -ge desteğinin sağlanması oluşabilecek zorlukların önüne geçilmesinde ortaya atılan görüşler arasındadır. Oldukça pahalı yatırımlar gerektiren Endüstri 4.0'a işletme bünyesinde geçebilmek adına, firmalarda kullanılan alt yapının teknoloji ile de uyumlu olması gerekli ihtiyaçlar dahilindedir.

Tüm bu çizilen çerçeveler neticesinde bu araştırmada elde edilen bulgular, örneklem grubu ile sınırlı kalmakta; Antalya bölgesi özelindeki işletme yetkililerinin, Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründe yarattığı etkilere dair algılarını ortaya koymaktadır. Lojistiğin tarih boyunca endüstri devrimlerinden doğrudan etkilenen ve bu devrimlerin ilerlemesini destekleyen temel faaliyet alanlarından biri olması yönü ile teknolojik yapıların sektöre entegre edilmesi yani adeta bir "kaldıraç" olarak kullanılması gerekmektedir. Çalışmanın bu

doğrultuda, Endüstri 4.0'daki teknolojik yapıların yarattığı dönüşümlere dair, lojistik sektöründe faaliyette bulunan işletmelere bir farkındalık yaratması hedeflenmektedir.

Bu noktada araştırmacılar sonraki çalışmalarda, Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründeki etkilerini ölçmek üzere ölçek geliştirebilirler. Ayrıca, farklı bölgelerde lojistik faaliyette bulunan işletme yetkililerinin, yeni sanayi devriminin sektörde yaratacağı etkiler konusundaki algı farklılıklarını ortaya koymak adına, kıyaslama yapabilirler. Bununla birlikte Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri üzerindeki etkisini de değerlendirilebilirler.

KAYNAKÇA

- Adeniran, A. O. (2016). Impacts of the Fourth Industrial Revolution on Transportation in the Developing Nations. *International Journal of African and Asian Studies*, 26: 67-73.
- Akbaş, M. F.ve GÜNGÖR, C. (2017). Arttırılmış Gerçeklikte İşaretçi Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine Bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 19(56): 599-619.
- Akben, İ. (2017). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Tedarik Zincirine Etkileri. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(10): 20-35.
- Aktan, C. C.ve Tunç, M. (1998). Bilgi Toplumu ve Türkiye. *CÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1): 1-10.
- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek : Sanayi 4.0. *Journal Of Life Economics*, 3(2): 19-30.
- Alnıpak, S.veAlkan, G. (2017). Sanayi 4.0'ın Lojistik ve Limancılık Sektörüne Etkileri. *III.Ulusal Liman Kongresi. 2-3 Kasım 2017, İzmir.*
- Altınpulluk, H. (2018). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Eğitim Ortamlarında Kullanımı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1): 94-111.
- Altunışık,R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2010). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri: Spss Uygulamalı. Sakarya Yayıncılık.*
- Antalya Ticaret ve Sanayi Odası, Akdeniz Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi ve Antalya Bilim Üniversitesi (2017). *Antalya Firmalarına Yönelik Endüstri 4.0 Durum Tespiti Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Pilot Uygulama Projesi. ATSO, AKDENİZ TTO ve ABÜ TTO. Antalya.*
- Aslan, Ö. (2005). İnternet Ekonomisi ve Türkiye. *Sosyoloji Konferansları*, (32): 75-90.
- Atan, S. (2016). Veri,Büyük Veri ve İşletmecilik. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(35): 137–153.
- Atmaca, M.ve Terzi, S. (2007). Stratejik Maliyet Yönetimi Açısından Tam Zamanında Üretim Felsefesi İle Kısıtlar Teorisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 22(1): 293-309.
- Aydoğan, A.ve Başaran, F. (2012). Yeni Medyayı Alternatif Medya Bağlamında Anlamak. *Alternatif Medya, Alternatif Gazetecilik, Literatürk Yayınları*, 213-247.
- Aydoğanoğlu, E. (2011). *Emek Sürecinin Dönüşümü. Kültür Sanat-Sen Yayınları. Ankara.*
- Aytekin, A., Erdoğan, Y.ve Kavalcı, K. (2016). Yeni Bir İş Modeli: Muhasebe Alanında

- Bulut Bilişim. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 30: 46-62.
- Bakkal, M.ve Demir, U. (2011). *Lojistik Yönetimi ve E Lojistik*. Hiperlink Yayınları, İstanbul.
- Banger, G. (2017). *Endüstri 4.0 Ekstra*. Dorlion Yayınları, Ankara.
- Barreto, L., Amaral, A.ve Pereira, T. (2017). Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview. *Procedia Manufacturing*, 13: 1245-1252.
- Başaran, F. (2010). Yeni İletişim Teknolojileri,Alternatif İletişim Olanakları. *Mülkiye Dergisi*, 34(269): 255–270.
- Başer, N. E. (2011). *I.Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Başlar, G. (2013). Yeni Medyanın Gelişimi ve Dijitalleşen Kapitalizm. *Akademik Bilişim*.
- Bayrakçı, O ve Çağlayan, S. (2018). Toplumsal Kontrol Mekanizması Olarak Emegın Denetimi: Taylorizm'den İdeolojik Denetime. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(3): 315-330.
- Bayuk, M. N.ve Öz, A. (2017). Nesnelerin İnterneti ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (43): 41-58.
- Bekçi, İ.ve Doğru, E. (2011). Değer Yaratan Faaliyetler Açısından İşletme Başarısı: Çimento Sanayii İşletmelerinde Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (13): 169-192.
- Bilik, İ.ve Topçubaşı, N. (2018). Nesnelerin İnterneti Standart Çalışmalarının Endüstriyel Dönüşüm Sürecine Olan Katkılarının İncelenmesi. *Irditech 2018 Uluslararası Ar-ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi Kongresi Bildiriler Kitabı*. Okan Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018). *Türkiye'nin Sanayi Devrimi "Dijital Türkiye" Yol Haritası*. BSTB. Ankara.
- Bukova, B., Brumercikova, E., Cerna, L.ve Drozdziel, P. (2018). The Position of Industry 4 .0 in the Worldwide Logistics Chains. *LOGI – Scientific Journal on Transport and Logistics*, 9(1): 18-23.
- Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7): 50-72.
- Büyükkalaycı, G.ve Karaca, H. M. (2019). Pazarlama 4.0: Nesnelerin İnterneti. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(1): 463-477.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi, Ankara.
- Can, A. V.ve Kıymaz, M. (2016). Bilişim Teknolojilerinin Perekende Mağazacılık Sektörüne

- Yansımaları: Muhasebe Departmanlarında Endüstri 4.0 Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 107-117.
- Civelek, M. E.ve Sözer, E. G. (2003). *İnternet Ticareti: Yeni Ekososyal Sistem ve Ticaret Noktaları*. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Çağlar, M. B. (2014). Lojistik İşletmelerinde Bilişim Teknolojilerinin Kullanımı, Müşteri Memnuniyeti ve İşletme Performansı İlişkisi: Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32: 41-55.
- Çakmak, U. (2004). Esnek Üretim Sistemi: İstihdama Etkisi ve Toyota Örneği. *Ekonomik Yaklaşım*, 15(52-53): 235-253.
- Çallı, L.ve Taşkın, K. (2015). 3D Yazıcı Endüstrisinin Oluşturacağı Yeni Pazarlar ve Pazarlama Uygulamaları. International Congress of Economics and Business.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal Of 3D Printing Technologies And Digital Industry*, 1(1): 9-26.
- Çelik, D.ve Çetinkaya, K. (2016). Üç Boyutlu Yazıcı Tasarımları,Prototipleri ve Ürün Yazdırma Karşılaştırmaları. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5(2): 151-163.
- Çeviker, A., Mutlu, H. M.ve Sesliokuyucu, O. (2013). Elektronik Ticaret ve Ortadoğu'da Bilgi ve İletişim Teknolojileri Alt Yapısı. *Elektronik Mesleki Gelişim Ve Araştırmalar Dergisi*, 1(1): 67-82.
- Daş, R. (2018). Nesnelerin interneti:Gelişimi,Bileşenleri ve Uygulama Alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2): 327-335.
- Davutoğlu, N. A., Akgül, B.ve Yıldız, E. (2017). İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(52): 544-567.
- Demirtaş, B.ve Arğan, M. (2015). Büyük Veri ve Pazarlamadaki Dönüşüm: Kuramsal Bir Yaklaşım. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, (15): 1-21.
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 15(1): 38-45.
- Devlet Planlama Teşkilatı. (2002). *Türkiye'de Otomotiv Sanayii Gelişme Perspektifi*. DPT. Ankara.
- DHL Trend Research. (2018). *Logistics Trend Radar: Delivering Insight Today Creating Value Tomorrow*. Almanya.
- Doğan, E. (2017). Rekabet Stratejileri Perspektifinden Sürdürülebilir Rekabet Üstünlüğü. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(1): 163-178.
- Doğan, K.ve Arslantekin, S. (2016). Büyük Veri:Önemi,Yapısı ve Günümüzdeki Durum.

DTCF Dergisi, 56(1): 15–36.

- Dok, D. D. (2018). Depo Operasyonlarında Otomatik Yönlendirmeli Araçların Kullanımı ve Gelişmiş Örnekleri. In *Irditech 2018 Uluslararası Ar-ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi Kongresi Bildiriler Kitabı*. Okan Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Dokuz, A. Ş.ve Çelik, M. (2017). Bulut Bilişim Sistemlerinde Verinin Farklı Boyutları Üzerine Derleme. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2): 316-338.
- Douaoui, K., Fri, M., Mabrouk, C. ve Semma, E.A. The Interaction Between Industry 4 .0 and Smart Logistics: Concepts and Perspectives . *2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management*, 128-132.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (2015). *Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek*. EBSO.
- EKOIQ (2014). "*Akıllı*" Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi.
- Elibol, H.ve Kesici, B. (2004). Çağdaş İşletmecilik Açısından Elektronik Ticaret. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (11): 303-329.
- Elitaş, C.ve Özdemir, S. (2014). Bulut Bilişim ve Muhasebede Kullanımı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 16(2): 93-108.
- Emiroğlu, A. (2016). Yalın Üretim ve Tam Zamanlı Envanter Yönetimi Stratejisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 30(16): 72-85.
- Er, K. (2015). Üretim İlişkileri Temelinde Modernizm ve Post-Modernizmin Azgelişmiş Ülkeler Üzerine Etkileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(3): 413-453.
- Erdoğan, B. Z., Haşit, G.ve Taşer, A. (2006). Tam Zamanlı Üretim Sisteminin Kütahya İlinde Seramik Üretimi Yapan Kobiler’de Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (16): 191–212.
- Ertuğrul, İ.ve Deniz, G. (2018). 4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 158–170.
- Erturan, İ. E.ve Ergin, E. (2017). Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (75): 13–30.
- Erturgut, R. (2008). İnternet Temelli Uzaktan Eğitimin Örgütsel,Sosyal,Pedagojik ve Teknolojik Bileşenleri. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1(2): 79–85.
- Erturgut, R. (2016). *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Gabaçlı, N.ve Uzunöz, M. (2017). IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. *International Congress on Politic, Economic and Social Studies*, (3): 149-174.

- Galindo, L. D. (2016). *The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology*. Published Master's Thesis, Norwegian University of Science and Technology.
- Gecü, B. (2008). *İç Lojistik Sistemlerinin Yalın Üretim Bakış Açısıyla Yeniden Tasarlanması ve Otomotiv Sektöründe Örnek Bir Uygulama*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Genç, S. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye. *Sosyoekonomi*, 26(36): 235-243.
- Gökaşar, I.ve DüNDAR, S. (2018). Sürücüsüz Taşıtların Trafik Akım Hızına Etkisinin Yapay Sinir Ağları İle İncelenmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1(2): 1-16.
- Göktaş, P.ve Baysal, H. (2018). Türkiye’de Dijital İnsan Kaynakları Yönetiminde Bulut Bilişim. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(4): 1409-1424.
- Görçün, Ö. F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*. Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Gülenç, İ. F.ve Karagöz, B. (2008). E-Lojistik Ve Türkiye ’ de E-Lojistik Uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15): 73-91.
- Güler, A., Halıcıoğlu, M. B. ve Taşgın, S. (2015). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma*. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Gür, N., Ünay, S.ve Dilek, Ş. (2017). *Sanayiye Yeniden Düşünmek Küresel Teknolojik Dönüşümün Dünya ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları*. Turkuvaz Haberleşme ve Yayıncılık, İstanbul.
- Hofmann, E.ve Rüşch, M. (2017). Industry 4.0 and The Current Status As Well As Future Prospects on Logistics. *Computers in Industry*, 89: 23-34.
- Horenberg, D. (2017). Applications within Logistics 4.0 A research Conducted on the Visions of 3PL Service Providers. *9 Th IBA Bachelor Thesis Conference*.
- İleri, Y. Y.ve İleri, H. (2011). İnternet Bankacılığı ve E Ticaretin Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 14(1-2): 109-126.
- İşler, D. B. (2008). Rekabetçi Avantaj Yaratma Çerçevesinde Kobi’lerde E Ticaret ve E Ticaretin Stratejik Kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3): 277-291.
- İşman, A. (2014). Bilgisayar ve Eğitim. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2): 1-34.
- Kabaklarlı, E. (2016). *Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi -Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin*

- Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kanat, S.ve Güner, M. (2006). Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16(4): 274-278.
- Karaarslan, M. H. (2015). 3 Boyutlu Yazdırma Teknolojisi: Sosyoekonomik Etkileri İçin Yeni Ufuklar, 10(1): 193-211.
- Karayün, İ.ve Uca, N. (2018). E-Lojistik Kapsamında Çevrimiçi Müşteri Portallarının Yük Operasyonlarına Etkisinin Değerlendirilmesi: Vaka Analizi. *Pazarlama İçgörüsü Üzerine Çalışmalar*, 2(1): 46-56.
- Kavzoğlu, T.ve Şahin, E. K. (2012). Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları. *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*.
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal Gerçeklik ve Eğitim Amaçlı Kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3): 151-158.
- Kayapınar, S. (2017). Endüstri 4.0 in Dünü, Bugünü ve Yarını: Lojistik Sektörü. *4.Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı*.
- Khiem, B. (2018). Industry 4.0 Impact on Logistics In Vietnam. *International Journal of Economics, Business and Management Research*, 2(1): 227-234.
- Koçak, A.ve Dişadin, A. (2018). Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin Dematel Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ege Akademik Bakis*, 18(1): 107–120.
- Küçükönder, M., ve Uçar, M. (2015). Üretim Etkinliğinde Simülasyon. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(01): 117-126.
- Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı. (2012). *Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi*. KUDAKA.
- Kunze, O. (2016). Replicators, Ground Drones and Crowd Logistics A Vision of Urban Logistics in the Year 2030. *Transportation Research Procedia*, 19: 286–299.
- Kutup, N. (2010). İnternet ve Sanat, Yeni Medya ve net.art. *XII.Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 10(9): 9-20.
- Kutup, N. (2011). Nesnelerin İnterneti ; 4H Her Yerden , Herkesle , Her Zaman , Her Nesne ile Bağlantı. *16. Türkiye 'de İnternet Konferansı*, 11.
- Kuyucak, F. ve Şengür, Y. (2009). Değer Zinciri Analizi: Havayolu İşletmeleri İçin Genel Bir Çerçeve. *KMU İİBF Dergisi*, 132–147.
- Lee, C .K.M., Lv, Yağıong., Ng, K .K .H., Ho, William. ve Choy, K.L. (2018). Design And Application of İnternet of Things- Based Warehouse Management System for Smart Logistics. *International Journal of Production Research*, 56(8): 2753-2768.
- Maslaric, M., Svetlana, N. ve Mircetic, D.(2016). Logistics Response to the Industry 4 .0: the Physical İnternet. *Open Engineering*, 6(1): 511-517.

- Murphy, P. R. ve Knemeyer, A. M. (2016). (Çev. F.Yercan ve Ş.Demiroğlu), *Güncel Lojistik*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Müstakil Sanayici ve İş Adamları Derneği (2015). *İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu*. MÜSİAD. İstanbul.
- Müstakil Sanayici ve İş Adamları Derneği (2017). *Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği*. MÜSİAD. İstanbul.
- Namazcı, H. Ü. (2012). *Herkes İçin Temel Bilgisayar ve İnternet Kılavuzu*.
- Oral, O. ve Çakır, M. (2017). Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (1): 172-177.
- Orhan, K. (2010). "Modern Zamanlar" Filmi ve Dönemsel Bir Çalışma İlişkileri Yorumlaması. *Çalışma ve Toplum*, 1: 133–152.
- Öcal, F. M. ve Altıntaş, K. (2018). Dördüncü Sanayi Devriminin Emek Piyasaları Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi ve Çözüm Önerileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15): 2066-2092.
- Önden, İ. (2018). İnsansız Lojistik Ağlarının Geleceğinin Değerlendirilmesi. *Irditech 2018 Uluslararası Ar-ge İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi Kongresi Bildiriler Kitabı* (pp. 343–348). Okan Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Öz, A. ve Arslan, B. (2019). Pazarlama 5.0: Nesnelerin İnterneti Pazarlaması. *Journal of Strategic Research in Social Science*, 5(1): 243-266.
- Özbaş-Anbarlı, Z. ve Ceyhan, Ç. (2017). Arttırılmış Gerçeklik ve Süregelen Bağlantı Kültürü Diyarında Karşı Ütopya: Rising Star Türkiye ve Black Mirror-Fifteen Million Merits. *İnönü Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 1(2): 234-246.
- Özbilgin, İ. G. (2015). Kamuda Büyük Veri ve Uygulamaları. *Akademik Bilişim Konferansı*, 31.
- Özdemir, F. S. ve Gökmen, M. K. (2016). Lojistiğin Evrimi ve Türkiye'deki Önlisans ve Lisans Programları Yönünden Lojistik Öğretimi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3): 115-135.
- Özden, E. A. (2018). Endüstri 4.0 ve Uluslararası Finansal Raporlama Standartlarına Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23: 1639-1650.
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık, İstanbul.
- Özgüneş, R. E. ve Bozok, D. (2017). Turizm Sektörünün Sanal Rakibi (Mi?): Arttırılmış

- Gerçeklik. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(2): 146-160.
- Özkan, A.ve Esmeray, M. (2002). Bir Maliyet Kontrol Sistemi Olarak Jit Üretim Sistemi ve Muhasebe Uygulamaları. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(1): 129-146.
- Özkan, M., Al, A.ve Yavuz, S. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi - Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye. *Siyasal Bilimler Dergisi*, 6(2): 126-156.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1): 41-64.
- 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*, 2: 157-168.
- Öztuna, B. (2017). *Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi İle Çalışma Yaşamının Geleceği*. Gece Kitaplığı, Ankara.
- Pamuk, N. S.ve Soysal, M. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme. *Verimlilik Dergisi*, (1): 41-66.
- Parham, S. ve Tamminga, H. (2018). The Adaptation of the Logistic Industry to the Fourth Industrial Revolution: The Role of Human Resource Management..*Journal of Business Management & Social Sciences Research*, 6(9): 179-191.
- PWC. (2016). *Yukarıdan Görünüm PwC Küresel Raporu: Drone Teknolojisinin Ticari Uygulamaları*.
- Sarıtaş, M. T. ve Üner, N. (2013). Eğitimdeki Yenilikçi Teknolojiler: Bulut Teknolojisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3): 192-201.
- Savcı, M.ve Haftacı, V. (2017). Değer Zinciri Analizinde Değer Yaratan Faaliyetlerin Ölçülmesinde Faaliyet Tabanlı Maliyetlemenin (Ftm) Rolünün Değerlendirilmesi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (34): 261-284.
- Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş (2017). *Sürücüsüz Araçlar ve Türkiye*. STM.
- Sayılgan, Y. (2017). Sinemada Gerçek Zamanlı Görsel Etkiler : Unity Oyun Motoru İle Görsel Etki Üretimi. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 7(3): 446-453.
- Schwab, K. (2017). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. (Çev. Z. Dicleli), Optimist Yayınları, İstanbul.
- Schmidtke, N., Behrendt, I.F., Thater, L. ve Meixner, S. (2018). *4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)*, 1-10.
- Selçuk, G. (2011). Fordist Birikim Rejimi ve Kitle Kültürü. *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, 24(6): 4130-4152.

- Sener, S.ve Elevli, B. (2017). Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2): 25–37.
- Seyrek, İ. H. (2011). Bulut Bilişim: İşletmeler için Fırsatlar ve Zorluklar. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2): 701-713.
- SIEMENS (2016). *Endüstri 4.0 Yolunda*.
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme Sürecinde Z kuşağının Dikkatini Çekme: Arttırılmış Gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1): 63-80.
- Strandhagen, J. O., Vallandingham, L. R., Fragapane, G., Strandhagen, J. W., Stangeland, A. B. H.ve Sharma, N. (2017). Logistics 4.0 and Emerging Sustainable Business Models. *Advances in Manufacturing*, 5(4): 359-369.
- Syzmanska, O., Adamczak, M.ve Cyplik, P. (2017). Logistics 4.0 A New Paradigm Or Set Of Known Solutions. *Research in Logistics & Production*, 7(4): 299-310.
- Szlapka, J. O. ve Stachowiak, A. (2018). The Framework of Logistics 4.0 Maturity Model. *In International Conference on Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance*. Springer International Publishing.
- Şeker, A. (2016). Yalın Üretim Sisteminde Kanban,Tek Parça Akışı ve U Tipi Yerleştirme Sistemleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (50): 449-470.
- Şekkeli, Z. H.ve Bakan, İ. (2018). Endüstri 4.0’ın Etkisiyle Lojistik 4.0. *Journal Of Life Economics*, 5(2): 17-36.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi’nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16): 8-27.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E.,ve Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain?. *Procedia Manufacturing*, 13: 1175-1182.
- Tonta, Y.ve Küçük, M. E. (2005). Sanayi Toplumundan Bilgi Toplumuna Geçiş Sürecinde Temel Dinamikler. *Türk Kütüphaneciliği*, 19(4).
- Torğul, B. (2015). *Nesnelerin İnterneti İle Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Optimizasyon: Yeni Bir Model Önerisi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Konya.
- Torun, İ. (2003). Endüstri Toplumu’nun Oluşmasında Etkili Olan İktisadi ve Sına-i Faktörler. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(1): 181-196.
- Tutar, H., Terzi, D.ve Tınmaz, G. (2018). Türkiye’nin "Vizyon 2023" Stratejisi İle Almanya’nın "2025" Stratejik Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeleri İtibariyle Karşılatırılması. *International Journal Entrepreneurship and Management & Inquiries*, 2(3): 195-212.

Türk Dil Kurumu (TDK). <http://tdk.gov.tr/>, (erişim tarihi: 04.02.2019).

Türk Dil Kurumu (TDK). http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori=veritbn&kelimese=113713, (erişim tarihi: 12.02.2019).

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (2016). *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*. TÜBİTAK.

Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü (TÜBA). <http://www.tubaterim.gov.tr>, (erişim tarihi: 16.01.2019)

Türkan, Ö. U. (2010). Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, 12(2): 28-41.

Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0*. TUSİAD.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30655>, (erişim tarihi: 08.05.2019).

Türnüklü, A. (2000).Eğitimbilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Bir Araştırma Tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 6(4): 543-559.

Uğur, İ.ve Apaydın, Ş. C. (2014). Arttırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Reklam Beğeni Düzeyindeki Rolü. *Humanities Sciences*, 9(4): 145-156.

Vargün, H. (2009). Tam Zamanında Üretim Modeline Göre Maliyetlerin İzlenebilirliği. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (44): 251-263.

Wang, K. (2016). Logistics 4.0 Solution New Challenges and Opportunities. *In 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*, 68-74.

World Economic Forum (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. (Ed. K. Schwab). WEF. Switzerland.

Werner, S., Kellner, M., Schenk, E.ve Weigert, G. (2003). Just in Sequence Material Supply A Simulation Based Solution in Electronics Production. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 19(1): 107-111.

Witkowski, K. (2017a). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, 182: 763-769.

Witkowski, K. (2017b). The Importance And Effect Of Innovation And 4.0 Industrial Revolution Logistics. *Forum Manazera*, 92-101.

Yavuz, A. (2005). Tedarik Zinciri Yönetiminde Simülasyon Kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3).

- Yetim, S. (2016). Sürücüsüz Araçlar ve Getirdiği / Getireceği Hukuki Sorunlar. *Ankara Barosu Dergisi*, (1): 127-184.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (1999). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayınevi, Ankara.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2): 546-556.
- Yıldız, A., Karakoyun, F.ve Parlak, İ. E. (2018). Endüstri 4.0 Temelli Dijital Tedarik Zinciri, 416–426.
- Yıldız, Ö. R. (2010). Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetim. *Sayıştay Dergisi*, (74–75): 5-23.
- Yılmaz, K.ve Horzum, M. B. (2005). Küreselleşme,Bilgi Teknolojileri ve Üniversite. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(10): 103-121.
- Yüksekbilgili, Z.ve Çevik, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA)*, 3(2): 422-436.
- Zorlu, G. H., Ozturk, M. G.ve Koseoglu, A. M. (2018). İşletmelerde Endüstri 4.0 'ın Stok Kontrol Yöntemlerine Etkisi. *PressAcademia Procedia*, 7(66): 348-351.

İnternet Kaynakları

- http://my.beykoz.edu.tr/serkang/files/2011/02/sanayi_devrimi.pdf, (erişim tarihi: 10.12.2018).
- <https://www.coursehero.com/file/pak6bh/Dost%C3%A7a-bir-atmosferin-yarat%C4%B1lmas%C4%B1-di%C4%9Fer-ilkelerin-uygulanmas%C4%B1n%C4%B1-sa%C4%9Flayacak/>, (erişim tarihi: 20.12.2018).
- <https://en.wikipedia.org>, (erişim tarihi: 20.12.2018).
- <https://tr.wikipedia.org>, (erişim tarihi: 02.01.2019).
- <https://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazlarin-etkilesim-trendleri>, (erişim tarihi: 24.01.2019).
- <https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>, (erişim tarihi: 24.01.2019).
- <https://www.elektrikport.com/universite/gomulu-sistem-nedir/8658#ad-image-0>, (erişim tarihi: 24.01.2019).
- https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf, (erişim tarihi: 24.01.2019).

- <https://www.kocsistem.com.tr/urun-ve-servisler/nesnelerin-interneti/platform360/>, (erişim tarihi: 24.01.2019).
- <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>, (erişim tarihi: 25.01.2019).
- <https://www.dictionary.com/browse/cyber->, (erişim tarihi: 26.01.2019).
- http://www.emo.org.tr/ekler/91f2bb2a057879e_ek.pdf?dergi=1069, (erişim tarihi: 09.02.2019).
- https://ifr.org/downloads/press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf, (erişim tarihi: 09.02.2019).
- https://ifr.org/downloads/press2018/Record_Growth_2017rev.jpg, (erişim tarihi: 09.02.2019).
- https://ifr.org/downloads/press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf, (erişim tarihi: 09.02.2019).
- <https://www.endustri40.com/kendinden-organize-dijital-fabrikalar/>, (erişim tarihi: 11.02.2019).
- <https://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>, (erişim tarihi: 11.02.2019).
- <https://www.endustri40.com/adidastan-speed-factory-tesisi/>, (erişim tarihi: 12.02.2019).
- http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6, (erişim tarihi: 12.02.2019).
- <http://infotekas.com.tr/kanban-uretim-yonetim-sistemi.html>, (erişim tarihi: 24.12.2017).
- <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-4-0in-lojistik-sektorune-etkileri/9635>, (erişim tarihi: 17.02.2019).
- http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2014/logistics/dhl_uses_big_data_for_risk_mitigation_in_logistics.html#.XHARr_mLTIU, (erişim tarihi: 28.02.2019).
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Panalpina>, (erişim tarihi: 02.03.2019).
- https://tr.wikipedia.org/wiki/İnsansız_hava_aracı, (erişim tarihi: 12.03.2019).
- <https://www.dpdhl.com/en/media-relations/specials/dhl-parcelcopter.html>, (erişim tarihi: 14.03.2019).
- <https://newatlas.com/dhl-parcelcopter-africa/56663/>, (erişim tarihi: 13.03.2019).
- <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>, (erişim tarihi: 14.03.2019).
- <https://pazarlamasyon.com/ups-ilk-drone-ile-teslimatini-gerceklestirdi/>, (erişim tarihi: 17.03.2019).
- <https://www.irishtimes.com/business/technology/ups-tests-drone-deliveries-with-octocopter-mounted-on-lorry-1.2985152>, (erişim tarihi: 17.03.2019).
- <https://waymo.com/journey/>, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- <https://webrazzi.com/2018/02/28/surucusuz-arac-teknolojisi-yarisinda-hangi-sirketler-on>

- siralarda/, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- <https://webrazzi.com/2018/12/05/google-surucusuz-otomobil-cagirma-uygulamasi-waymo-onei-tanitti/>, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- <https://www.volvotrucks.com.tr/tr-tr/about/vera.html>, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- <https://geleceksimdi.com/volvo-nun-benzersiz-otonom-araciyla-lojistikte-yeni-donem/>, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/the-long-haul-truck-of-the-future/>, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Semi, (erişim tarihi: 25.03.2019).
- https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Robotics, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://www.canadianbusiness.com/business-news/industries/technology-industry/amazons-kiva-robots/>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://inmotion.dhl/en/esports/article/dhl-employs-robot-as-picker-s-best-companion>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://inmotion.dhl/en/formula-e/article/dhl-effibot-the-new-star-in-the-formula-e-pit-lane>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://www.logistics.dhl/tr-tr/home/gorusler-ve-inovasyon/inovasyon/aksiyonda-inovasyon.html>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://inmotion.dhl/en/esports/article/dhl-employs-robot-as-picker-s-best-companion>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://www.lojiport.com/lojistik-sektorunun-gelecegi-teknolojide-90493h.htm>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://www.ssi-schaefer.com/tr-tr/ueruenler/ueruen-aktar%C4%B1m%C4%B1-veta%C5%9F%C4%B1ma-/sueruecuesuez-ta%C5%9F%C4%B1ma-sistemleri-/sueruecuesuez-ta%C5%9F%C4%B1ma-sistemi-weasel--213656>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://www.endustri40.com/surucusuz-tasima-sistemi-weasel/>, (erişim tarihi: 27.03.2019).
- <https://www.knapp.com/>, (erişim tarihi: 28.03.2019).
- <http://www.knapp.se/products/product-list/product/open-shuttle>, (erişim tarihi: 28.03.2019).
- <http://test.karispro.de/>, (erişim tarihi: 28.03.2019).
- <https://www.ekol.com/tr/ekolde-lojistik-4-0-donemi-basliyor/>, (erişim tarihi: 01.04.2019).

EK 1 - FİRMA YETKİLİSİ GÖRÜŞME FORMU

1. Firmanız hakkında genel bilgiler verebilir misiniz?

- i. Hangi sektörde, kaç yıldan beri faaliyet göstermektedir?
- ii. Faaliyet kapsamınız nedir? (bölgesel/ulusal/uluslararası/dünya ölçeğinde)
- iii. Firmanızdaki toplam çalışan sayısı nedir?
- iv. Ar-ge departmanınız mevcut mu? Varsa hakkında bilgi verir misiniz?
- v. Gerçekleştirmekte olduğunuz lojistik faaliyet/ler nelerdir?

2. Aşağıda belirtilen sorular firmanızın Endüstri 4.0'daki konumu hakkında bilgi almaya yöneliktir.

- i. Endüstri 4.0' ı nasıl tanımlarsınız?
- ii. Endüstri 4.0 alanında çalışabilecek mühendis veya çalışanlarınız var mıdır? (yazılım, elektronik, mekatronik vb.)
- iii. Tanımlı bir Endüstri 4.0 stratejisi hedef (ler)iniz arasında var mıdır? Varsa belirtiniz.
- iv. Endüstri 4.0' ın temel bileşenlerinden olan nesnelere interneti, büyük veri, bulut sistemler, artırılmış gerçeklik vb. teknolojilerinden hangi/lerini kullanmaktasınız? Kullanıyorsanız hakkında bilgi verir misiniz?
- v. Endüstri 4.0 ile uyumlu makineleriniz mevcut mu? (Başında insan bulunmadan çalışabiliyor mu?)
- vi. Firmanız bünyesinde geliştirilen bir yazılım programı mevcut mu? Varsa belirtiniz.

3. Aşağıda belirtilen sorular firmanızdan Lojistik 4.0 hakkında genel bilgiler almaya yöneliktir.

- i. Geleceğin lojistik sistemlerini şekillendirecek olan Lojistik 4.0 veya akıllı lojistik olarak adlandırılan sistemi nasıl tanımlarsınız?
- ii. Lojistik 4.0 hakkında geleceğe yönelik yatırım planlarınız var mı? Varsa hakkında bilgi verir misiniz?
- iii. Tedarikçileriniz ve müşterilerinizin kullandığı sistemlerle sizin sistemleriniz arasında bir entegrasyon var mı? Varsa hakkında bilgi verir misiniz?
- iv. Firmanız bünyesinde Radyo Frekans Tanıma Sistemi (RFID), sensör, barkodlama gibi çeşitli donanımlar kullanılmakta mıdır? Cevabınız evetse örnek veriniz.
- v. Firmanızdaki bilgi akışını sağlamak üzere RTLS (gerçek zamanlı konumlandırma-lokasyon sistemleri), ERP, MRP, WMS vb. yazılımlar kullanılmakta mıdır? Cevabınız evetse örnek veriniz.

- vi. Taşıma kararlarının optimize edilmesine olanak sağlayan kullanmakta olduğunuz araç takip sistemleri veya optimizasyon programları var mıdır? Cevabınız evetse örnek veriniz.

4. Aşağıda belirtilen sorular Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne etkileri konusundaki algılarınızı anlamaya yöneliktir.

- i. Endüstri 4.0'ın genel olarak lojistik sektöründe yaratacağı etkiler hakkında ne düşünüyorsunuz?
- ii. Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründe istihdama etkileri konusundaki düşünceleriniz neler?
- iii. Dronelar ile teslimat, sürücüsüz (otonom) tırlar hakkında ne düşünüyorsunuz?
- iv. Evlerin de tıpkı bir iş yeri gibi kullanılarak butik ihtiyaçların talep edilen zamanda karşılanmasını sağlayan 3DP teknolojilerinin, lojistik faaliyetleri ortadan kaldıracağını düşünüyor musunuz?
- v. Depo yönetiminde otonom robotik sistemler kullanıyor musunuz? Kullanıyorsanız hakkında bilgi verebilir misiniz?
- vi. Depo yönetiminde robotların ve artırılmış gerçekliğin kullanımı sipariş toplama süreçlerinde verimlilik artışı sağlayacağını düşünüyor musunuz?
- vii. Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0'ın uygulanmasında engeller ve zorlukların neler olacağını düşünüyorsunuz?

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI	Selin BOLAT
Doğum Yeri - Tarihi	Seyhan - 08.12.1991
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Hacı Ahmet Atıl Anadolu Lisesi, 2005-2009
Lisans Diploması	Akdeniz Üniversitesi Alanya İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, 2010-2015
Ön Lisans Diploması	Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Dış Ticaret, 2013-2015
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, 2016 - 2019
Yabancı Dil	İngilizce
İŞ DENEYİMİ	
Çalıştığı Kurumlar	IKEA Mapa Mobilya Müşteri Hizmetleri Bölümü - Nakliye İşlemleri Personeli, Antalya, 05.2018-11.2018.
E-Posta	bolatsln@gmail.com