

**T.C.  
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**LOJİSTİK İŞLETMELERDE UYGULANAN  
ENDÜSTRİ 4.0 DESTEKLİ STOK KONTROL  
SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK**

**Gözde Hilal ZORLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ULUSLARARASI LOJİSTİK ANABİLİM DALI  
LOJİSTİK YÖNETİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. A. Murat KÖSEOĞLU**

**İSTANBUL, Kasım 2018**



**T.C.**  
**İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**LOJİSTİK İŞLETMELERDE UYGULANAN**  
**ENDÜSTRİ 4.0 DESTEKLİ STOK KONTROL**  
**SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK**

**Gözde Hilal ZORLU**  
**(152011012)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ULUSLARARASI LOJİSTİK ANABİLİM DALI**  
**LOJİSTİK YÖNETİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN**  
Doç. Dr. A. Murat KÖSEOĞLU

**İSTANBUL, Kasım 2018**

## TEŐEKKÜR

Bu alıŐma sűrecinin her aŐamasında deęerli bilgileri ve katkılarıyla destek olan ve danıŐmanlıęı ile beni yűnlendirerek tezi sonulandırmamı saęlayan deęerli hocam Doç. Dr. A. Murat KűSEOęLU'na teŐekkűr eder, saygılarımı sunarım.

Bu sűrete bana moral ve motivasyon saęlayan çok deęerli ailem ile sabır, destek ve anlayıŐını benden esirgemeyen eŐime teŐekkűr ederim.

# İÇİNDEKİLER

## SAYFA NO

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
TABLO LİSTESİ.....	VII
<b>BÖLÜM 1 LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. LOJİSTİK KAVRAMI.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Lojistiğin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi.....	1
1.1.2. Lojistiğin Önemi.....	7
1.1.3. Lojistiğin Amacı .....	9
1.1.4. Lojistik ile İlgili Temel Kavramlar.....	10
1.1.4.1. Tedarik Zinciri Yönetimi .....	10
1.1.4.2. Üçüncü Parti Lojistik (3PL).....	12
1.1.4.3. Dördüncü Parti Lojistik (4PL) .....	14
1.1.5. Türkiye’de Lojistik Sektörü.....	15
<b>1.2. LOJİSTİK YÖNETİMİ .....</b>	<b>16</b>
1.2.1. Lojistiğin Yönetiminin Amacı.....	16
1.2.2. Lojistiğin Yönetiminin Temel Unsurları.....	18
1.2.2.1. Planlama.....	18
1.2.2.2. Giriş/Tedarik Lojistiği .....	19
1.2.2.3. Üretim Lojistiği.....	19
1.2.2.4. Çıkış/Dağıtım Lojistiği .....	20
1.2.2.5. Geri Dönüş Lojistiği .....	21
1.2.3. Lojistik Yönetiminin Faaliyetleri .....	22
1.2.3.1. Müşteri Hizmetleri .....	22
1.2.3.2. Taşıma.....	22

1.2.3.3. Satın Alma .....	25
1.2.3.4. Dağıtım .....	25
1.2.3.5. Depolama .....	27
1.2.3.6. Ambalajlama .....	27
1.2.3.7. Stok Yönetimi .....	28
<b>BÖLÜM 2 STOK KAVRAMI VE ÖNEMİ.....</b>	<b>29</b>
2.1. STOK KAVRAMI VE ÜRETİM İŞLETMELERİ AÇISINDAN ÖNEMİ .....	29
2.1.1. Stok Kavramı.....	29
2.1.2. Stok Çeşitleri .....	30
2.1.3. Stok Bulundurmanın Önemi.....	31
2.1.4. Stok Bulundurmanın Nedenleri.....	32
2.1.5. Stok Bulundurmanın Yararları ve Sakıncaları.....	34
2.2. STOK MALİYETİ.....	35
2.2.1. Stok Bulundurma Maliyeti.....	36
2.2.2. Stok Bulundurmama Maliyeti .....	37
2.2.3. Sipariş Verme Maliyeti.....	37
<b>BÖLÜM 3 STOK KONTROL YÖNTEMLERİ VE MODELLERİ ..</b>	<b>39</b>
3.1. STOK KONTROLÜNÜN AMACI VE ÖNEMİ.....	39
3.1.1. Stok Kontrol Kavramı .....	39
3.1.2. Stok Kontrolünün Amacı .....	40
3.1.3. Stok Kontrolünün Önemi.....	41
3.1.4. Stok Kontrolünün Yararları .....	42
3.2. STOK KONTROL YÖNTEMLERİ .....	43
3.2.1. Gözle Kontrol Yöntemi.....	43
3.2.2. Tek Kutu Yöntemi .....	44
3.2.3. Çift Kutu Yöntemi .....	44
3.2.4. ABC Yöntemi.....	44
3.2.5. Maksimum-Minimum Stok Kontrol Yöntemi.....	45
3.3. STOK KONTROL MODELLERİ .....	45
3.3.1. Deterministik Stok Kontrol Modelleri .....	46
3.3.2. Stokastik Stok Kontrol Modelleri.....	46
<b>BÖLÜM 4 ENDÜSTRİ 4.0 .....</b>	<b>48</b>
4.1. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ .....	48
4.2. ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI.....	52
4.3. ENDÜSTRİ 4.0 VİZYONU VE KONSEPTİ.....	55
4.4. ENDÜSTRİ 4.0'IN YAPI TAŞLARI VE TEKNOLOJİK İLERLEMELER.....	61
4.4.1. Siber Fiziksel Sistemler .....	61
4.4.2. Büyük Veri Analitiği.....	66
4.4.3. Nesnelerin İnterneti .....	69

4.4.4. Bulut Bilişim .....	71
4.4.5. Otonom Robotlar .....	73
4.4.6. Yatay ve Dikey Entegrasyon .....	75
4.4.7. Katmanlı Üretim .....	78
4.4.8. Artırılmış Gerçeklik.....	79
4.4.9. Simülasyon.....	80
4.5. ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ FAYDALARI .....	81
4.6. ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIĞI ZORLUKLAR.....	81
4.7. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI .....	82
<b>BÖLÜM 5 LOJİSTİK İŞLETMELERDE UYGULANAN ENDÜSTRİ 4.0 DESTEKLİ STOK KONTROL SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE VAKA İNCELEMESİ.....</b>	<b>100</b>
5.1. ARAŞTIRMANIN AMACI .....	101
5.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	102
5.3. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEM.....	103
5.4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	103
5.5. VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ .....	103
5.6. BULGULAR.....	104
5.6.1. Endüstri 4.0 Destekli Stok Kontrol Sistemlerinin Uygulamaları .....	117
5.6.2. Endüstri 4.0 Destekli Sistemlerin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri.....	120
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>136</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>142</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>160</b>

## ÖZET

### LOJİSTİK İŞLETMELERDE UYGULANAN ENDÜSTRİ 4.0 DESTEKLİ STOK KONTROL SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK

Günümüzde endüstriyel uygulamalar otomatik kontrol sistemleri ile yürütülmektedir. Otomatik kontrol sistemleri, üretim süreçlerinde yer alan araçları ve fabrikalarımızı akıllı hale getirmeyi amaçlamaktadır. Akıllı fabrikalar hayata geçtiğinde yüksek düzeyde verimlilik elde edilmesi beklenmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, otomasyon sektörünün Endüstri 4.0 diye tabir edilen sanayi devrimi için tertiplendiğini göz önüne sermiştir. Endüstri 4.0 devrimi; endüstriyi ve bilişim teknolojilerini bir araya getirmeyi amaçlamaktadır. İlk olarak sanayinin en önemli fuarlarından biri olan 2013 Hannover Messe fuarında gündeme gelen Endüstri 4.0 kavramının üretim sistemlerinde büyük bir değişim yaratması beklenmektedir. Üretim yönetiminin önemli bir bölümünü stoklar oluşturmaktadır. İşletmelerin karlılığını etkileyen faktörlerden biri olan stoklar için en önemli problemlerden biri stok kontrol yöntemleridir. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerinin yaratacağı verimliliği değerlendirmek amacıyla bir araştırma yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Stok Kontrol Yöntemleri, Akıllı Fabrikalar.

**Tarih:** Kasım, 2018.



# **ABSTRACT**

## **EFFICIENCY IN STOCK CONTROL SYSTEMS SUPPORTED BY INDUSTRY 4.0 IN LOGISTICS ENTERPRISES**

Today, industrial applications are carried out by automatic control systems. Automatic control systems aim to make the tools involved in manufacture processes and our factories smarter. A high level of efficiency is expected when smart factories are implemented. Recent studies show that the automation sector is being prepared for the industrial revolution known as Industry 4.0. The Industry 4.0 revolution aims to put industry and information technologies together. The Industry 4.0 concept which is on the agenda at first in one of the most important fairs of industry 2013 Hannover Messe is expected to create a major change in manufacture systems. Stocks constitute a significant part of the production management. One of the most important problems for the stocks, which is one of the factors that affect the profitability of the enterprises, is the stock control methods. In this study, a research has been conducted to evaluate the efficiency of stock control systems supported by Industry 4.0 and the results obtained were evaluated.

**Anahtar Kelimeler:** Industry 4.0, Stock Control Methods, Smart Factory.

**Date:** November, 2018.

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil 1.1 İşletme Lojistiğinin Kapsamı .....	2
Şekil 1.2 Dağıtım Lojistiği Operasyonları.....	20
Şekil 2.1 Üretim İşletmeleri Açısından Stok Çeşitleri .....	30
Şekil 3.1 Stok Sistemine İlişkin Girdi ve Çıktılar .....	40
Şekil 4.1 Endüstri Devrimlerinin Gelişimi .....	49
Şekil 4.2 RAMI Model Katmanları .....	56

# TABLO LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
<b>Tablo 1.1</b> Ticari Lojistiğin Tarihsel Gelişim Aşamaları .....	6
<b>Tablo 1.2</b> Lojistik Yönetimi Faaliyetlerinin Özetlenmiş Dağılımı .....	18
<b>Tablo 4.1</b> Endüstri 4.0 Tanımları .....	53
<b>Tablo 4.2</b> Siber-Fiziksel Sistemlerin Karşılaştırılması .....	63
<b>Tablo 4.3</b> Endüstri 4.0'ın Uygulanabilmesi İçin 5C Mimarisi.....	64
<b>Tablo 4.4</b> Literatür Taraması.....	85
<b>Tablo 5.1</b> Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Stok Kontrol Sistemlerinde Uygulamaları ..	120
<b>Tablo 5.2</b> Siber Fiziksel Sistem Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ....	121
<b>Tablo 5.3</b> Robot Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri .....	122
<b>Tablo 5.4</b> Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri .....	124
<b>Tablo 5.5</b> Bulut Bilişim Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri .....	126
<b>Tablo 5.6</b> Büyük Veri Analitiği Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ....	128
<b>Tablo 5.7</b> Yatay ve Dikey Entegrasyon Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri .....	130
<b>Tablo 5.8</b> Katmanlı (Eklemeli) Üretim Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri .....	132
<b>Tablo 5.9</b> Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri.....	133
<b>Tablo 5.10</b> Simülasyon Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri .....	135

# BÖLÜM 1 LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

## 1.1. LOJİSTİK KAVRAMI

### 1.1.1. Lojistiğin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Her geçen gün teknoloji gelişmekte ve gelişen teknolojiye bağlı olarak ekonomide de gelişmeler yaşanmaktadır. Geçmiş zamanla kıyaslandığında ekonomi ve teknoloji arasındaki sınırlar kalkmaktadır. Teknoloji ve ekonomi arasındaki sınırların kalkmasıyla insanoğlu ihtiyaçlarını daha kolay karşılamaktadır.

Müşteriler ihtiyaç duyduğu bir ürünü satın almak istediğinde pazarda benzer özelliklerle ve yaklaşık olarak aynı fiyatta birçok ürün ile karşılaşmaktadır. Bu durum, kaçınılmaz olarak her sektörde rekabeti de beraberinde getirmektedir. Müşteri açısından beklenen durum; pazarda benzer özellikte birçok ürüne ulaşmaktan ziyade ihtiyaç duyulan ürünün en düşük fiyatla, yüksek kalitede, istenilen yer ve zamanda, istenilen miktarda pazarda bulunmasıdır. Müşterilerin bu beklentisinin karşılanmasında hiç şüphesiz lojistiğin yeri ve önemi büyüktür. İşletmelerin söz konusu faaliyetlerini lojistik olmadan gerçekleştirilmesi düşünülemez.

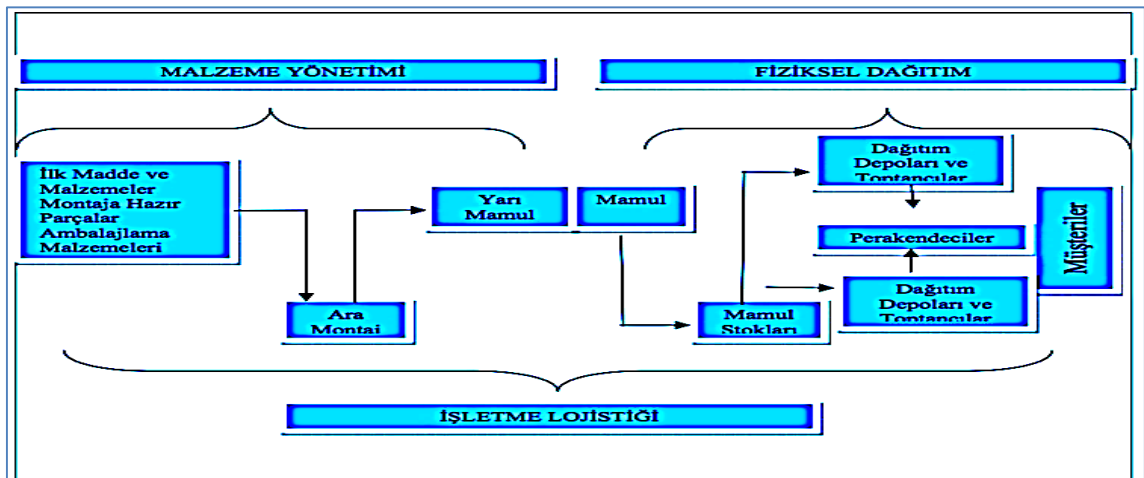
Lojistik, Latince lojik (mantık) ve statistics (istatistik) kelimelerinin bir araya getirilmesi ile meydana gelmiştir. Kelime anlamı itibariyle mantıki istatistik (hesap)'tir (Tunçbilek, 2002). Lojistik başka kaynaklara göre; Fransızca'dan gelen askeri bir kavramdır. Özellikle İkinci Dünya Savaşında savaşı kazandıracak tüm hizmet desteğini vererek, orduları savaşa hazırlama ve savaşta ayakta tutma hizmeti olarak tanımlanmaktadır (Magee vd., 1985).

Lojistik; arzu edilen zaman ile yerde, yeterince hizmet, personel ile kolaylık imkânını kesintisiz bir şekilde sağlayarak; savaşta ile barışta askeri kabiliyetin meydana getirilmesi, gelişimi ile idamesi maksadıyla yapılan, her türlü silah, araç ile malzemenin tedarik, ulaştırma, stok, bakım-onarım, dağıtım, emlak, inşaat ile sağlık işlemlerini kapsayan faaliyetlerin tümüdür (Çevik, 2012).

Askeri manâda lojistik; askeri gücün yerinde kullanımını ile desteğini devam ettirmek amacıyla ihtiyaç duyulan kaynakların tedarik ile kullanımını uygulamak ve planlamak hususlarını kapsamına alan bir bilim dalıdır. Söz konusu kaynaklar; tesisler, personel, yedek parçalar, araçlar ve destek ekipmanları, bakım planı, güvenilirlik, idame edilebilirlik, hazır bulunma, işletim ile bakım el kitapları gibi konuları kapsamaktadır. Lojistik, askeri gücün kullanımında büyük öneme sahiptir. Lojistik sistemlerin tasarım safhasından üretimine ve stoktan çıkarılmasına kadar bütün aşamalarda yer almaktadır. Lojistiğin gayelerinden biri askeri mekanizmalar için kaynakları optimum düzeyde tutarken, maliyeti minimum düzeyde bulundurmadır. Geleceğin lojistik kavramı; personel, malzeme, yer, zaman ve maliyet ve gibi unsurların doğru senkronize edilmesinden ile vücut bulacaktır (Gnkur, 2004).

İş dünyası açısından lojistik kavramı; siparişleri maliyeti bakımından olabilecek en optimum biçimde olmasını temin ederek, bulunulan zaman ile gelecekteki kârı en üst düzeye yükseltecek malzemelerin işletme içinde ve pazarlama ağlarında tedarik, depolanma ile taşınma aşamalarını stratejik bir şekilde yönetme faaliyetidir (Bowersox, 1996). Sadece fiziksel dağıtım olmayan lojistik, ham maddenin kullanılmasından son tüketiciye kadar olan süreci kapsamaktadır (Sezgin, 2008).

İşletme lojistiği açısından Lojistik kavramı; yukarıda bahsedilen tanımlara paralel olarak, yedek parça, ilk malzeme ile nihai ürünlerin, satıcılardan alıcıya (müşteri) kadar transferi ile ilgili strateji ile faaliyetlerin yönetimi olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, işletme lojistiğinin şematik gösterimi aşağıda sunulmuştur.



Şekil 1.1 İşletme Lojistiğinin Kapsamı (Long, 2004)

**Kaynak:** Long, D., (2004), "International Global Supply Chain Management", ss. 4.

İşletme lojistiği genel anlamda malzeme yönetimi ve fiziksel dağıtım süreçlerini kapsamaktadır. Malzeme yönetimi süreci; ilk madde, malzeme, montaja hazır parçalar gibi hammaddelerin tedarik kaynaklarından üretim aşamalarına transfer işlemlerini kapsamaktadır. Fiziki dağıtım aşaması, ürünlerin üretim noktalarından alınıp dağıtım depolarına, mamul stoklarına, perakende satış merkezlerine ve nihai tüketicilere ulaştırılması faaliyetlerini kapsamaktadır. Malzeme yönetimi ve fiziki dağıtım aşamaları işletme lojistiğinin birbirinden farklı aşamaları gibi gözükse de temelde benzer faaliyetleri yerine getirir. İki aşama da, stok yönetimi, depolama, taşıma, vb. işlemleri gerçekleştirmektedir. İşletmelerde icra edilen bu faaliyet çeşitleri işletme lojistiğinin asıl çalışma alanını meydana getirir (Gümüş, 2009).

Lojistik; organizasyonun yüksek kâr elde etmeleri maksadıyla, parça, madde, malzeme ile tamamlanmış olan ürünleri uygun biçimde depolayarak, müteakibinde bunları kontrol eden ve transferini sağlayan bir sistemdir. Bu süreçte lojistik şirketlerin verdiği hizmet; stokların durumunu üretici firmaya bildirmek, ürünü üretildiği noktadan alıp depolarda tutmak, eksildiğinde tamamlamaktır. Ayrıca ürünleri ihtiyaç duyulan yerlere, talep edilen biçimde teslim etmek, tüm bu faaliyetleri en verimli, programlı ve kısa sürede yapmaktır (Ceran ve Alagöz, 2007).

Lojistik yönetimi faaliyetlerinin eski dönemlerden günümüze kadar gelişerek gelmiş ve bugünkü halini almıştır. İlk çağlarda yaşayan yerleşik düzene geçmemiş insanların yiyecek maddelerini ve avladıkları hayvanları taşınması lojistik faaliyetler arasında yer almaktadır. 1900'lü yılların başlarında tarımsal ürünlerin taşınması neticesinde, lojistik gündemde yer almış ve bilim dalı olarak sayılmaya başlanmıştır. İnsanların yerleşik düzene geçişi neticesinde üretim faaliyetlerine başlanmıştır. Yerleşik hayata geçiş sürecinden sonra ihtiyaç duyulan ve üretilen ürünlerin depolanması, taşınması faaliyetleri ortaya çıkmıştır. Ülkeler; orta çağ döneminde dünyanın konjonktürü gereği ucuz hammadde arayışı, taşınması ve dağıtım faaliyetlerine ağırlık vermiş bu sayede deniz, demir ve karayolları geliştirilmiştir. Denizde gemiler, karada ise kervanlar ile uzak coğrafyalara taşıma yapılmıştır. Bu süreçte taşınması yapılacak malların miktarları ile cinslerinin tespit edilmesi, rotaların planlanması, taşıma türleri, taşıma safhasında taşınan ürünlerin malların korunması gibi hususlar önem arz etmeye başlamıştır. Lojistiğin kullanımı bakımından piramitlerin inşası en eski büyük proje olarak tarihe geçmiştir (WEB\_1).

Artan imkânlar ve gelişen teknoloji ile birlikte ürünlerin ticari trafiği artmıştır. Bu durum daha fazla hammadde, ürün depolanması ve taşınması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Lojistik yönetimindeki ihtiyaçların ortaya çıkması ile uygun depolama, daha hızlı taşıma, ürünlerin raf ömrünü kaybetmemesi ve ihtiyaç duyulduğunda hazır olması, geri bildirimlerin sağlanması gibi lojistik yönetimin temel esasları oluşmuştur (Yıldıztekin, 2001).

Ticaretin ötesinde lojistiğin ilerlemesine katkı sağlayan bir başka önem arz eden husus da askeri faaliyetlerdir. 30.000 askerden oluşan ordusunu Atlar ve filler yardımıyla Alpler üzerinden Fransa'dan İtalya'ya sevk eden General Anibal'ın bu mahareti, askeri lojistik tarihi bakımından dikkat çeken önemli bir detaydır. Askeri manâda lojistik; “muharip kuvvetlerin uyguladığı taktik ve stratejiye uygun ve lazım olan ikmal maddeleri ile hizmet desteğini sağlamak amacıyla yürütülen işlemler” olarak tanımlanır (Köse, 2014).

Lojistiğin tarihsel gelişimi ele alındığında; kaynaklarda lojistik kavramı ile ilgili ilk metinlerin 1960'lı yıllarda yazılmaya başlandığını görülmüştür. Lojistik kavramının, 1905 yılında “ordu” sözcüğüyle birlikte ilk defa kullanıldığı görülmüştür. Binbaşı B. Baker'in “*ordunun tedarik ve hareketine ait savaş sanatı dalı, lojistik olarak bilinir.*” cümlesinin bulunduğu kitabında ilk defa lojistik dağıtım kavramı kullanılmıştır (Birdoğan, 2004).

İkinci Dünya Savaşı döneminde lojistiğin önemi ortaya çıkmıştır. Savaş sonrasında lojistik faaliyetlere bilimsel olarak yaklaşmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nda çıkarılan derslerden biri de ordu mevcudunun fazla olmasının zafer kazanmak için yeterli olmayacağıdır. Ordu mevcudunun fazla olmasıyla birlikte, ordunun gelişmiş araç gereç, silah vb. donanımlarla sahip olması savaşın kazanılması için kuvvet çarpanı niteliğindedir (Tunçbilek, 2002).

Lojistik gerçek anlamda değerini İkinci Dünya Savaşı ardından bulmuştur. İkinci Dünya Savaşı'nın sonrasında ticari faaliyetlerde kayda değer değişimler meydana gelmiştir. rekabet, kalite, müşteri talepleri gibi kavramlar önem kazanmıştır. Bununla birlikte lojistik faaliyetlerin önemi artmış ve lojistik profesyonel bir yaklaşım kazanmıştır. En az iki seçeneğe taşıma sistemine geçilerek, 1960 yılına değin kullanılan tek seçeneğe taşıma sisteminden sona ermiştir (Köse, 2014).

Lojistik kavramının gelişmesi için 1950'li yıllar ile 1960'lı yıllarda dünyada genelinde ekonomik değişimler uygun bir zemin hazırlamıştır. Özellikle pazarlama yaklaşımının gelişmesi ile pazarlama kavramı ile birlikte anılan lojistik kavramı da gündeme gelmiştir (Orhan, 2003).

Lojistik, 1960'ta Peter Drucker ile birlikte ele alınmıştır. Drucker lojistiğin işletme etkinliği bakımından üst yönetimin gözünde son nokta olduğunu belirterek, bir çok safhadan geçen ticaretin lojistik bakımından dağıtım mekanizmasına önem verilmesi zaman ve maliyet mekanizması kazanmasına yardımcı olduğunu belirtmiştir (Çançı ve Erdal, 2003).

İşletmecilik sektöründe 1960 yıllar ile 1970'li yıllarda lojistik tartışılmaya başlanmıştır. 1970'li yıllarda lojistiğe olan ilgi maliyetlere dayalı rekabet anlayışı ile paralellik göstermeye başlamış ve yöneticiler maliyet avantajı sağlamanın yollarını arayamaya başlamıştır (Sezgin, 2008). Bu yıllarda petrol ve petrol ürünlerinin kullanımı enerji fiyatlarındaki artış nedeniyle yavaşlamıştır. Lojistik faaliyetler, enerji tüketicilerini enerji depolama ve taşıma süreçlerinde daha hassas davranmak zorunda bırakmıştır (Birdoğan, 2004). 1960 yılından sonra işletmelerin yönetim felsefesi; tedarik ve depolama aşamaları, malzeme yönetimi ile fiziki dağıtım başlığı altında toplayarak sistematik bir işleyiş sağlamak yönünde olmuştur (Orhan, 2003).

1980'li yıllarda bilgi sistemleri ve iletişim teknolojisindeki ilerlemelere paralel olarak lojistiğin değeri artmış ve popüler bir alan haline gelmiştir. Bu dönemdeki önem arz eden olaylar; bilgi işlem teknolojisine geçiş, taşıma kurallarının azaltılması ve iletişimdeki gelişmelerdir (Birdoğan, 2004).

1990'lı yıllarda işletmelerin üretim kapasiteleri artmıştır. Farklı taşıma türlerinin bütünleşmesi ve geniş çaplı lojistik yönetimi faaliyetleri ile tek seçenekli taşıma sisteminden çok seçenekli taşıma sistemine geçişi hızlandırmıştır. 2000'li yıllarda işletmeler geleneksel bakış açısından vazgeçerek lojistiğin ilave maliyet yükü yarattığı yerine, lojistiğin sağladığı faydanın farkına varmışlardır. Dolayısıyla lojistik işletmelerin temel yapı taşlarından biri haline gelmiştir (Demircioğlu, 2009).

20. yüzyıl sonları ile 21. yüzyılın başlarında ise, işletme dünyasında ortaya çıkan uzmanlaşma, entegrasyon, küçülme ve outsourcing gibi kavramlar lojistik anlayışını daha ileri bir bütünleşmenin yaşandığı tedarik zinciri yönetimi seviyesine taşımıştır. Günümüzde lojistik kavramı; tedarik zinciri yönetimi, globalleşme, işbirlikçi planlama,



kurumsal kaynak yönetimi, bütünleme ve talep tahmini kavramları çerçevesinde gelişimini sürdürmektedir (Acar ve Köseoğlu, 2014).

**Tablo 1.1 Ticari Lojistiğin Tarihsel Gelişim Aşamaları (Gülenç ve Karagöz, 2008)**

Aşamalar	Yönetim	Örgütsel Tasarım
<b>1960 -1970’li Yıllar</b>		
Depolama ve Ulaştırma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satış Pazarlama</li> <li>- Depolama</li> <li>- Stok Denetimi</li> <li>- Ulaştırma Etkinliği</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dağıntık Lojistik Faaliyetler</li> <li>- Lojistik Faaliyetler Arasında Zayıf Bağlantı</li> <li>- Düşük Lojistik Yönetimi Otoritesi İşletme Başarısını Etki</li> </ul>
<b>1980’li Yıllar</b>		
Toplam Maliyetler	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojistiğin Merkezileştirilmesi</li> <li>- Toplam Maliyet Yönetimi</li> <li>- Süreç Optimizasyonu</li> <li>- Rekabetçi Bir Avantaj Olarak Lojistik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merkezileştirilmiş Lojistik Faaliyetler</li> <li>- Büyüyen Lojistik Yönetimi Otoritesi</li> <li>- Bilgisayar Uygulamaları</li> </ul>
<b>1990’lı Yıllar</b>		
Entegre Lojistik Yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojistik Planlama</li> <li>- Tedarik Zinciri Stratejeleri</li> <li>- İşletme Faaliyetleri ile Bütünleşme</li> <li>- Süreç Kanalları ile Bütünleşme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lojistik Faaliyetler Genişme</li> <li>- Tedarik Zinciri Planlama</li> <li>- TKY’ne Destek</li> <li>- Lojistik Yönetim Faaliyetleri</li> </ul>
<b>2000’li Yıllar</b>		
Tedarik Zinciri Yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stratejik Tedarik Zinciri Görüşü</li> <li>- Ekstranet Teknoloji Kullanımı</li> <li>- Kanal Güçlerini Ortak Bir Kuvvet Aracı Kullanmak için Tedarik Zinciri</li> <li>- TKY Göstergelerinde İşbirliği</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ticari Ortaklık</li> <li>- Sanal Örgüt</li> <li>- Talepteki Değişimler</li> <li>- Benchmarking ve Yeniden Yapılanma</li> </ul>
<b>2000 Yıl Sonrası</b>		
E-Tedarik Zinciri Yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TZY kavramına internetin uygulanması</li> <li>- Düşük Maliyetli Anında Veri Tabanı Paylaşımı</li> <li>- Elektronik Bilgi</li> <li>- TZY senkronizasyonu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tedarik Zinciri Ağı ile Ticaret Ortaklığı Yapmak</li> <li>- Örgütsel Çeviklik ve Ölçülebilirlik</li> </ul>

**Kaynak:** Gülenç, İ.F., Karagöz, B., (2008), “E-lojistik ve Türkiye’de E-lojistik Uygulamaları”, Kocaeli Üniversitesi SBE Dergisi, ss. 73-91.

### 1.1.2. Lojistiğin Önemi

Dünyada ve ülkemizde lojistik alanı her geçen gün daha da gelişmekte ve alanın önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Geçmişte olduğu gibi bugün de yoğun rekabet ortamında pazarda müşteriler ürünleri doğru yerde, doğru zamanda, ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte ve daha düşük fiyatta satın almak istemektedirler. Bu kapsamda lojistiğin; ürünlerin tedarik edilmesinden müşteriye ulaştırılmasına kadar olan süreçte önemi ortaya çıkmaktadır. Lojistik yönetim mal üreten imalat ve montaj sanayilerinin yanı sıra, nakliyatçılar, perakendeciler, diğer hizmet ve dağıtım firmaları için de önemlidir. Lojistik yönetimi yoğun rekabet ortamındaki global pazarda rekabette önem arz eden faktördür. Yapılan araştırmalar neticesinde; lojistiği iyi kullanan şirketlerin diğer şirketlere üstünlük sağladığını ortaya koymuştur (Çalışkan, 2001).

Lojistik; dağıtım faaliyetlerini, verimliliği, enerji maliyetlerini, faiz oranlarını etki altına alması sebebiyle, ülke ekonomisinde de önemli bir yere sahiptir. Lojistik faaliyetlerin önemini kavrayan gelişmiş ülkelerin birçoğu, lojistik faktörünü işletme yönetiminde etkili bir fonksiyon olarak algılamışlardır. Etkili bir lojistik mekanizma sahibi olmak, ülkenin rekabet gücü için değerlidir (Ayaz, 2007).

Lojistik; işletmelerde olduğu kadar ekonomide de önemli bir role sahiptir. Lojistiğin işletmedeki rolünü açıklamadan önce ekonomideki rolünü açıklamak gerekirse; lojistik ekonomide iki farklı şekilde önemli bir rol oynamaktadır. Birinci sebep; lojistik, işletmeler açısından önemli bir harcama kalemini oluşturmaktadır. Bu sebeple; lojistik ekonomik faaliyetleri etkiler ve aynı zamanda ekonomik faaliyetlerden etkilenir. İkinci sebep ise, lojistik ekonomik hareketi ve işlem akışını sağlar. Ayrıca lojistik hizmet ve mal satış faaliyetlerini kolaylaştıran işlemleri içermektedir. Bu durumu bir örnekle açıklamak gerekirse; lojistik sistem içerisinde siparişlerin zamanında teslim edilemediğini ve müşterilerin ürünleri zamanında teslim alamadığını varsayalım. Ürünler doğru zamanda doğru yere ulaştırılamazsa satış faaliyetleri yapılamayacaktır. Sonuç olarak tedarik zinciri içindeki ekonomik faaliyetlerin tümü zarar görecektir (Lambert vd., 1998).

Lojistiğin işletme yönetimi açısından önem kazanmasının nedenlerini açıklamak gerekirse; üretim teknolojilerinin çoğu alanda maksimum düzeye erişmesi ile idarecilerin maliyetleri düşürmek maksadıyla lojistiğe yönelmesi, uzaklıklar ile taşıma maliyetlerinin artması, malzeme gereksinim planlaması, stok kontrolünde süresinde

tedarik, çevre koruma maksadıyla işlem görmüş malzemelerin yeniden işlenmesi, mamul türlerinin değişiklik gösteren tüketici taleplerini yerine getirme mecburiyeti ile hızla artması, bilgi teknolojileri kullanımının artması ve iletişim sistemlerindeki gelişmeler, büyük çok uluslu üretim ve satış firmalarının artması olarak sıralanabilir (Kobu, 2014).

Ayrıca lojistik faaliyetlerin işletmelerin performansında önemli etkisi vardır. İşletmeler, faaliyetlerini sağlamak maksadıyla makul seviyede kar sağlamak zorundadır. Bu amaç; müşteri memnuniyetini sağlayarak lojistik maliyetlerin azaltılması ile gerçekleşebilir. Bu sebeple; lojistik fonksiyonunun verimli ve etkili çalışmasına ihtiyaç vardır (Duman, 2012).

İşletmelerin yarattığı değer müşterilere ulaştırılmasında lojistik önemli bir etkidir. Bu sebeple, işletme faaliyetlerini müşteriye sağlanan fayda açısından değerlendirmek lojistiğin önemini ortaya koyacaktır. Çünkü tüketicilerin işletmeye olan ilgisinin azalması durumunda işletme iş dünyasından çekilecek ve pazar payını kaybedecektir. Bu açıdan düşünüldüğünde işletmeler tüketicilerine dört çeşit fayda sağlar. Bunlar mülkiyet faydası, şekil faydası, zaman fayda ve yer faydasıdır (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Mülkiyet faydası; işletmeler ürünün mülkiyetinin müşteriye geçmesini ürünlerin tüketiciye doğru transfer ederek sağlarlar. Lojistik taşıma işlemleri ve satın alma faaliyeti ile bu faydanın ortaya çıkışına katkı sağlar. Şekil faydası; lojistik hizmetlerin ambalajlama ve paketleme işlemleri ile yerine getirilir. Yer faydası; arzu edilen ürün ya da hizmetin müşterinin ayağına getirme olarak açıklanabilir. Zaman faydası; müşterilerin ihtiyaç duydukları ürün ya da hizmeti uygun şartlarda muhafaza edip daha sonra da onlara ulaştırma olarak açıklanabilir (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Lojistik sektörüne etki eden kayda değer gelişmelerden biri de rekabetin artmış olmasıdır. Dış ticaret artışı lojistik sektörüne olan talebi artırmıştır. Rekabet, ürünün kısa zamanda pazara teslimatı ile hizmete sunulmasına etki etmektedir. Bilhassa zaman bazlı rekabet, üretim sürecinde teknolojik yeteneğini göstermeye çalışan şirketlere rekabet avantajı sağlamada değerli bir kaynak meydana getirmiştir. Kullanılan bu metotlar kaliteyi artırarak tedarik zinciri performansında iyileştirmeler ve imalat temin sürelerini azaltarak sağlamıştır (Birdoğan, 2004).

Lojistik faaliyetler incelendiğinde en çok maliyetin ulaştırma faaliyetlerinden kaynaklandığı görülmektedir. Gelecekte ulaştırma faaliyetlerinde meydana gelecek gelişmeler lojistik alanda en önemli katkılar sağlayacaktır. Bugün ülkeler karayolu denizyolu, demiryolu, hava yolu, ve boru hattı taşımacılık türlerini uluslararası ticaretin parçası kapsamında ele almaktadır. Bu sebeple, ülkeler uluslararası alanda faaliyet gösteren tüm taşıma türlerinin entegre olduğu lojistik üs olarak tabir edilen lojistik merkezler kurmaktadır. Hong Kong, Rotterdam, Fianghai, Singapur, Anvers, Hamburg, Marsilya ve Dubai bu üslere örnek gösterilebilir. Bu üslerin ortak ve en önemli özelliği kara, deniz, hava ulaşımının her birine sahip olmaları ve stratejik geçiş noktaları üzerinde olmalarıdır (Nalçakan, 2012).

### **1.1.3. Lojistiğin Amacı**

Lojistikte amaç; işletmenin varlığını devam ettirmesi açısından süreçleri fiyat, kalite, hizmet ve zaman gibi önemli pazar etkenlerine yönelik korunmasını sağlamaktır (Çancı ve Erdal, 2003). Lojistik faaliyetlerin temel amacı ise; önceden belirlenmiş pazarlama veya üretim gayesine, belirlenen strateji doğrultusunda maliyet-etkin bir şekilde erişmektir. Bu amaca erişmek için malların depolanması, ambalajlanması sevki ile malzeme akış planı oluşturulması, tedarik edilmesi, depolanması ve nihayetinde malzeme yönetimi fonksiyonunun birbirine paralel hale getirilmesi sağlanmalıdır (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Başka bir kaynağa göre lojistiğin kullanımının amaçları; sipariştten teslimata olan sürede ihtiyaçlara hızlı cevap vermek, optimum stokla çalışabilmek, yüklerin birleştirilmesi, konsolidasyon vb. faaliyetler göz önünde bulundurulduğunda en az maliyetle çalışmak, kaliteli hizmet sunmak, izlenebilirlik, ambalaj malzemesi, yedek parça ile hurda toplama olarak sıralanmıştır (Tanyaş, 2005).

Lojistikte; hedef pazarın ihtiyaç ve isteklerinin zamanında karşılanabilmesi önemlidir. Uluslararası pazar şartlarında tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve müşteri açısından zaman kavramı hayati öneme sahiptir ve hiç kimsenin gecikmeye tahammülü yoktur. En küçük bir hata ya da gecikme, işletmenin prestijine zarar verebilmekte ve işletmenin sahip olduğu pazar payını da kaybetmesine sebep olabilmektedir (Çancı, 2004).

## **1.1.4. Lojistik ile İlgili Temel Kavramlar**

### **1.1.4.1. Tedarik Zinciri Yönetimi**

Günümüzde globalleşen rekabetçi işletme dünyasında önemli yere sahip olan lojistik sahasında sık sık duyduğumuz ve sürekli gelişen tedarik zinciri yönetimi kavramı incelendiğinde; zaman zaman lojistik ve tedarik zinciri yönetimi aynı anlamlarda kullanılmasına rağmen esas olarak aynı anlama gelmemektedir. Bazı kaynaklara göre tedarik zinciri lojistiği kapsamakta, bazılarına göre ise lojistik tedarik zincirini kapsamaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin uygulamada ve kavramsal olarak kullanımının yaygınlaşması birçok gelişmenin ortak neticesi şeklinde değerlendirilebilir kıymetlendirilebilir. Bilhassa, artış gösteren küreselleşme, yeni çalışma ve ticaret şekillerine imkân sağlayan teknolojik değişimler, fiyat rekabeti ve aynı zamanda güvenilirliğe ve kaliteye yönelik artış gösteren müşteri talebi, işletmelerin rekabet yeteneğini muhafaza edebilmeleri maksadıyla müşteri hizmet seviyelerinin yükseltilmesi ve maliyetlerin düşürülmesi maksadını taşıyan tedarik zinciri yönetiminin uygulanmasına neden olmuştur (Bakoğlu ve Yılmaz, 2001).

Tedarik zinciri yönetimini açıklamadan önce tedarik zinciri kavramını açıklamak gerekirse; tedarik zinciri üretim sektörü ile ilgilidir. Yani doğadan temin edilen hammaddenin ürün haline getirilmesi, müşteriye satılması ve miadını tamamlamasına kadar olan tüm süreci içine alır. Tedarik zinciri süreci şöyle açıklanabilir: Hammaddelerin ve yarı mamullerin üretimi, üretilmelerini müteakip üretici firmalar tarafından temin edilmesi, fabrikalar marifetiyle nihai (son) ürüne dönüştürülmesi, nihai ürünlerin perakendecilere teslimi, tüketiciye dağıtımı, tüketicinin aldığı üründe kusur bulması durumunda ürünün iade işlemi (ters lojistik) veya ürünün miadının sona ermesi faaliyetlerinin tamamı tedarik zinciri süreci ögeleri olarak yakın bir iş birliği içerisinde çalışmaktadır. Bu ögeler arasında malzeme, para ve bilgi akışı oluşmakta ve bu akışın en etkin biçimde yönetilmesi amaçlanmaktadır. Bu süreç içerisinde çok sayıda organizasyon ve firma beraber çalışmaktadır. Bu sürecin yönetimi, tedarik zinciri içerisinde var olan bütün birimlerine sistematik ve stratejik bir biçimde yönetimiyle gerçekleşmektedir (Özdemir, 2012).

Müşterilere ürünün, doğru yer, zaman ve fiyatta bütün tedarik zinciri için olabilecek minimum maliyetle ulaşımını sağlayan bilgi, malzeme ile para akışının işbirliği süreci şeklinde tanımlanabilen tedarik zinciri yönetiminin temelleri 1960'lı yıllara

dayanmaktadır. Bilhassa 1950'li yılları takip eden süreçte birçok üretici üretim maliyetlerini en düşük seviyede tutmak maksadıyla, temel stratejiyi minimum ürün ve süreç esnekliği ile toplu üretim mekanizmalarına doğru yönelme yoluna gitmişlerdir. Tedarik zinciri yönetimine karşı gereksinimi ifade eden bu yönelimler 1960'lı yıllarda tedarik zinciri yönetimi kavramını meydana getirmiştir. Tedarik zinciri yönetiminin ilk aşaması şeklinde belirlenen fiziksel dağıtım aşaması hususunda ilk adım Bowersox tarafından atılmıştır. Bowersox, fiziksel dağıtım fonksiyonunu firma dışında, kanal içi entegrasyonla rekabetçi bir avantaj sağlayacağını dile getirmiştir (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Tedarik zinciri yönetimi; tedarik ve nakliye işi ile uğraşanlar, firma içindeki kısımlar ve firmalar arasında işbirliği sağlayarak tedarik zincirindeki tüm faaliyetlerin bağlantısını oluşturur. Tedarik zinciri, malların tedarikçiden üreticiye, üreticiden dağıtıcıya sevkinin koordinesini ve zincir içerisindeki tüm birimler arasındaki satış tahminleri, satış tarihleri gibi bilgilerin paylaşımını içerir (Dan ve Nada, 2004).

Tedarik zinciri bazen çok karmaşık olabilmektedir. Bir işletmenin tedarik zincirinin varlığını bile ihmal etme ihtimali problem olabilmektedir. Ancak meyve ve sebzelerde olduğu gibi eğer bütün ürünlerin direkt olarak ilk üreticiden son kullanıcıya transfer imkânı olursa, bu durumda tedarik zinciri ortadan kaldırılabilir. Peki o halde niçin karmaşık olan tedarik zincirini kullanmak mecburiyetinde kalınmaktadır? Bu soruya yine bir soru ile karşılık verilebilir. Nüfusu 15 milyonu aşan İstanbul şehrinde tüm gazete okurlarının gazetelerini basım evinden almaya kalktığında oluşabilecek resmi hayal edebilir miyiz? Bunun yerine bir dağıtım firması bütün gazeteleri matbaadan alarak kentin tespit edilen yerlerdeki gazete bayilerine dağıtması ve okuyucuların bu bayilere giderek gazetelerini alması bu karmaşıklığı çözüme kavuşturacaktır. Tabi ki bu durumda da dağıtım sonucunda oluşacak maliyet söz konusu olacaktır. Müteakip günün müşteri talebi ne olacaktır? Alınan talepler doğrultusunda hangi bayiye ne kadar dağıtım yapılacaktır? Tüm bu sorunların yanı sıra mesafe itibarıyla birbirine uzak üretici ve müşterinin arasındaki mesafenin kısaltılarak yadakatılarak yer faydası oluşturulması, sipariş verilene değin bir kısım malların depolarda muhafazasının sağlanarak zaman faydası oluşturulması gibi hususlar da bir tedarik zinciri tesis edilirken öncelik verilmesi gereken faktörler arasında yer almaktadır (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Tedarik zinciri yönetiminin amaçları aşağıda sıralanmıştır (Birdoğan, 2004):

- Üretim düzenli şekilde gerçekleşmesini sağlayacak kesintisiz servis, bilgi ile malzeme akışını sağlamak. Temel amaç, işletmede bulunan insan gücü, hammadde, mali kaynak, yarı mamul gibi faktörleri kullanılabilir olacak şekilde planlamaktır. Esas olan üretimin verimli ve kesintisiz biçimde yapılmasıdır. Üretim girdilerinin giriş zamanından önce, elde edilen hizmet yeteri kadar performans sağlamıyorsa kontrol altında tutulmalıdır. Bu durum da işletmelerde; tedarik zinciri, ikmal, satın alma, ithalat gibi birimlerin kurulmasını zaruri kılmaktadır.

- Ürün kalitesini koruyucu tedbirler almak.

- Güvenilir tedarikçilere sahip olmak. [SEP]

- Materyalleri ve hizmetleri minimum maliyetle temin etmek.

- İşletmenin rekabet ile pazarlık seviyesini yükseltmek.

- Minimum idari harcama yapmak ve işletme içerisindeki başka birimlerle iyi anlaşmak.

Zincir yönetiminin tedarik safhasındaki esas kural, müşteri ile tedarikçi arasında yararı gözetilen ilişkiyi kurmaktır. Uzun süreli koordinasyon fikri ile firmalar, maliyet ile tedarikçi sayısını düşürmekte ve güven ortamını sağlayarak uluslararası pazarlarda rekabet avantajı sağlamaktadır (Çancı ve Erdal, 2002).

Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik kavramları genel itibariyle aynı manada kullanılmaktadır. Fakat bu iki kavram birbiriyle farklılık arz etmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi, kaynak temin ve tedariki ile değişim aşamasını kapsayan bütün planlama ve yönetim faaliyetleri ile bütün lojistik yönetim işlemlerini içine almaktadır. Lojistik ise; müşteri talebini yerine getirmek amacıyla, ilk noktadan son noktaya kadar bilgi, mal ve hizmetlerin uygun bir şekilde ulaştırılması ve depolama hususunun planlanması ve etkinlik kontrolünün sağlandığı tedarik zinciri sürecinin bir bölümüdür (Harp Akademileri Yayınları, 2014).

#### **1.1.4.2. Üçüncü Parti Lojistik (3PL)**

Bilişim alanındaki ilerlemelerin lojistik faaliyetlerin değerini artırması sonucu; depolama, taşıma ve dağıtım gibi faaliyetleri kapsayan içeren 3PL (Third Party Logistics) kavramı oluşmuştur. Bir firmanın lojistik işlevlerinin tamamını ya da bir kısmını sağlayan dış tedarikçiler, üçüncü parti lojistik şirketleri şeklinde adlandırılır.

Üçüncü parti şirketleri yeteneğiyle icra edilen lojistik işlevleri; özellikle depolama, taşıma ile dağıtım gibi üst düzeyde yatırım isteyen hizmetlerdir (Altaş, 2005).

Lojistik faaliyetlerini icra etmek maksadıyla gereken bilgi ve kaynağı bünyesinde muhafaza etmeyen şirketler, lojistik işlemlerin devamlılığını sağlayabilmek maksadıyla desteğe ihtiyaçları olmuştur. Bu nedenle; işletmelerin uluslararası nakliye, depolama, stok kontrol, ambalaj, iç dağıtım etiketleme, sigorta ile gümrükleme gibi işlemlerini kaliteden ödün vermeden devam ettirebilmesi için; bu faaliyetleri bir arada toplayıp tüketicilerin farklı gereksinimlerine minimum zamanda cevap verebilen, az maliyetle çözüm üretmeyi arzulayan lojistik şirketler meydana gelmiştir (Günay, 2005).

Tedarik zinciri içerisindeki ana lojistik işlemlerinden birkaçının (minimum üç ayrı işlem; stok-depolama- dağıtım gibi) alanında profesyonel olan lojistik şirketler marifetiyle yerine getirilmesine üçüncü parti lojistik denilmektedir (Keskin, 2008). Bugün 3PL şirketleri birçok farklı alanda hizmet verebilmektedir. Bu hizmetler aşağıda sıralanmıştır:

- Operasyon : İdari faaliyetler, depolama işlemleri ve nakliye.
- Yönetim : Bütün lojistik faaliyetlerin yönetimi.
- Strateji : Dağıtım ağı planlaması (Günay, 2005)

Tanım içerisinde yer alan “üçüncü” kavramın anlaşılabilirliği bakımından diğer parti kavramlarının da açıklanmasında fayda vardır (Çancı ve Erdal, 2009):

- Birinci Parti : Üretici, gönderi, toptancı yada perakendecidir.
- İkinci Parti : Birinci partinin doğrudan tedarikçisi olan firmadır.
- Üçüncü Parti : Lojistik işlemlerdeki hizmet sunucular, aracı ve taşıyıcılardır.
- Dördüncü Parti : Lojistik ürün ve bilgi akış sürecinin koordinesini sağlayan işletmedir.

Firmaların üçüncü parti lojistik şirket ile çalışma ya da çalışmama kararını vermede etkili olan hususlar aşağıda sıralanmıştır (WEB\_2):

- Merkeziyet; esas itibariyle lojistik faaliyetlerin firmanın esas iş bölümlerinden birini meydana getirip getirmeme hususu ile ilişkilendirilebilir.
- Kontrol ile risk unsurları ise, firmaların ürün yada sunduğu hizmetlerinin içeriği ile alakalıdır. Bilhassa, tehlike arz eden malzeme üreten işletmeler ile savunma sanayi lojistik firmalarından faydalanmak hususunda istekli olmayabilirler.



- Hizmet ve maliyet etkinliği bakımından incelendiğinde de, üçüncü parti lojistik şirket avantajlı olduğu düşünülse de, firmaların özel ihtiyaçları için geçecek zaman da göz ardı edilmemelidir.

- 3PL şirketlerin gelişmesinde büyük katkısı bulunan etkenlerden biri de bilgi teknolojilerindeki gelişmelerdir. İnternet ile e-ticaretin yaygınlaşması organizasyonların lojistik şirketlerle işbirliği yapmalarını sağlamıştır.

- Firmaların farklı bölümlerine lojistik hizmet sağlayan şirket ile olan ilişkiler, çalışma kararını almada etkili olur. 3PL şirketle kurulacak ilişkilerde bazı zamanlar sıkıntılar yaşanabilir.

3PL lojistik faaliyetler firmalara rekabet avantajı sağlamak, ürünlere ölçülebilir değerler kazandırmak, yeni pazarlar açılmasında rol oynamak, müşteri hizmetlerini iyileştirmek gibi katkılar sunabilir. 3PL hizmet sunucuları hızlı ve üstün müşteri hizmetleri ile rekabet edebilmek ve daha iyi kazanç sağlayabilmek amacıyla müşteriler için değer yaratabilirler (Leahy vd., 1995).

#### **1.1.4.3. Dördüncü Parti Lojistik (4PL)**

Üçüncü parti lojistik şirketlerin yeterli olamaması neticesinde dördüncü parti lojistik kavramı 1990'lı yılları takip eden dönemde lojistik alanda ortaya çıkmıştır. Genellikle taşıma ile depolama gibi alanlara yönelen üçüncü parti lojistikçileri, kurum ve işletmelerin karmaşık lojistik ihtiyaçlarını cevaplama konusunda yetersiz kalmıştır. Dördüncü Parti Lojistik ise bu yetersizliği gidermek maksadıyla, karışık lojistik zincirin çözümlenmesi için profesyonel düzeyde hizmet vermektedir. Aslında bakıldığında üçüncü parti lojistik hizmet ile uygulama vermektedir. Üçüncü parti lojistik yürütme ve uygulama esaslı hususlar üzerinde yoğunlaşırken 4PL danışmanları ile yöneticileri de teknolojik destekli olan önemli konular üzerine yoğunlaşmaktadır. 4PL, lojistik zincirin geniş bir kısmına müdahil olacak biçimde organize olarak lojistik zincirde etkinliğini sağlamaktadır. Bu etkinlik için gereken teknik donanım ile altyapıya sahip olmak büyük önem taşımaktadır. Küresel manâda ihtiyaç duyulan bütün kaynaklara ulaşmak, lojistik zincirin tamamında hakimiyet kurmak için önem arz etmektedir. Bu kaynaklara erişebilmek için, 4PL işletmelerin alanında profesyonel olan teknik personeli bünyesinde bulundurmak mecburiyeti vardır. Bilgi teknolojisinin sürekli kendini yenilemesi ve teknolojiye yatırım yapmak mecburiyetinde bulunmaları, 4PL

işletmelerin en büyük zorluklarından biridir. Bunun yanı sıra, finansal açıdan ayakları yere basamayan şirketlerin, 4PL işletmelerle çalışma konusunda çekimser kalmaları diğer bir dezavantajdır (Keskin, 2008).

Tedarikçilere detaylı tedarik zinciri çözümleri sunmak için Dördüncü parti lojistik organizasyonunun sahip olmasını gereken çeşitli nitelikler aşağıda sıralanmıştır (Tanyaş, 2005):

- Tedarik zinciri esaslarının formülize edilmesi, analizi ve yeniden tasarım,
- Maksimum seviyede bilgi sistemleri entegrasyonu,
- Yüksek kalifiyeye haiz insan kaynakları,
- Dış kaynak kullanımı konusunda tecrübe ve iş süreçleri yönetimi,
- Lojistik uyumu gerçekleştirebilme ve değer yaratabilme,
- Dış kaynak kullanımı konusunda tecrübe ve iş süreçleri yönetimi,
- Çoklu üçüncü parti lojistik idare edebilme kabiliyetidir. [L1 SEP]

Dördüncü parti lojistik şirketi; detaylı tedarik zinciri çözümleri sunmak için bünyesinde bulunan kaynakları, yetenekleri ve teknolojiyi, 3PL ile birleştiren ve bunları idaresine alan tedarik zinciri tamamlayıcısıdır. Dağıtım, taşıma gibi sahalarda uzmanlaşmış üçüncü parti lojistik işletmelerine sahiptir (Çancı ve Erdal, 2009).

Dördüncü parti lojistik sunucusu, bünyesindeki kaynak, yetenek ve teknoloji ile arz zinciri çözümlerini değerlendirerek bunları sunmaktadır. Bütünleşik bir dördüncü parti lojistik arz zinciri çözümü 4 ayrı noktayı kapsamına almaktadır (WEB\_2):

- Yeniden keşfetme,
- Dönüştürme,
- Uygulama,
- Yürütme.

#### **1.1.5. Türkiye’de Lojistik Sektörü**

Son zamanlarda yaşanan ekonomik krizlerin ile küreselleşmenin etkisiyle, lojistik sektörüne olan talepte büyük oranda artış görülmüştür. Lojistik sektörü Türkiye’de ve Dünyada hızla gelişen nadir sektörlerdendir. Bugün Dünya ekonomisinde ülkelerin lojistik işlemler için yaptıkları harcamaların Gayri Safi Milli Hasıla içerisindeki payı yüzde 1,5 - 2 seviyesindedir. Lojistik sektöründe dış kaynaktan yararlanma ise ülkelerin gelişmişlik düzeyleriyle paralel olarak yüzde 10 ile 30 seviyesinde değişmektedir.

Türkiye’de lojistik pazarı yılda yüzde 20, Avrupa’da ise yüzde 7-10’luk bir hızla büyümektedir. Hali hazırda Türkiye’de lojistik faaliyetlerin ortalama yüzde 30’u lojistik hizmet sunan firmalar marifetiyle yüzde 70’i ise işletmelerin bünyesindeki kısımlar marifetiyle icra edilmektedir. Türkiye’de 2004 yılında GSMH’nın 299 milyar dolar civarında olması neticesinde Türkiye’deki lojistik sektörü Dünya Bankası kriterlerine göre 31 milyar dolardan 39 milyar dolar seviyesine ulaşarak yüzde 24 oranında büyümüştür (Yıldıztekin, 2005).

Türkiye; genç nüfusu, coğrafi konumu, yatırımlar ve lojistik sahasına verilen değer sayesinde lojistik hizmetlerde Dünya’da önemli bir merkez konumunda olabilecek bir potansiyele sahiptir (Ersoy, 2008). Ancak, Türkiye’nin bu potansiyeli değerlendirmede başarılı olduğu söylenemez. Türkiye jeopolitik konumu gereği elde ettiği avantajları lojistik bir nokta olma yolunda yeterince kullanamamaktadır. Karayolu taşımacılığının diğer taşımacılık çeşitlerine nispeten daha fazla gelişmesinin oluşturduğu dezavantajlar kısa sürede aşılabilecek gibi değildir. Lojistik açılımlar adına önem arz eden ve uluslararası ticarete büyük bir payı olan deniz taşımacılığında, Türkiye gibi üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke için daha çok çalışmalara ihtiyaç vardır. Limanlarımız, tren istasyonlarımız gibi lojistik aktarma üslerimiz bugün bile uluslararası seviyede değildir. Bu olumsuzlukların yanı sıra, lojistik sektörde yakın zamanda gelişmeler olacağı söylenebilir. Üniversitelerde lojistik lisans ile lisansüstü programların geliştirilmesi, eğitilmiş ve uzman lojistikçilerin yetiştirilmesi Türkiye adına önem arz eden bir durumdur. Ayrıca Avrupa Birliğine girme girişimleri, yatırım ile yabancı sermaye girişi ve çeşitli projeler ile Türkiye yakın zamanda coğrafi konumunun da katkısı sayesinde lojistik bir üs olma yolunda aşama kaydetmiştir. (Keskin, 2008).

## **1.2. LOJİSTİK YÖNETİMİ**

### **1.2.1. Lojistiğin Yönetiminin Amacı**

Günümüzde; kaliteli ürünü en kısa zamanda üretmek yeterli görülmemektedir. Lojistik yönetimi ile ürün son tüketiciye minimum zamanda ulaştırılmakta ve aynı zamanda pazar payı artırılmaktadır. Lojistik yönetimi, dünya genelinde bilişim sistemleri ile birlikte gelişen ve önem arz eden bir sektördür. Tecrübelerle sabittir ki; lojistik yönetimi olmadan herhangi bir pazarlama ve üretim işlemlerini küresel rekabet ortamında icra etmek oldukça güçtür (Tunçbilek, 2002).

Lojistik yönetimi, birim genelindeki müşteri operasyonlarının ve malzeme akışının koordinasyonunu sağlama maksadı taşıyan bütünleştirici bir süreçtir. Lojistik yönetimi bir planlama süreci ve bilgi esasına dayanan bir faaliyettir. Bu planlama süreci devamınca, pazardan gelen talepler üretim ihtiyaçlarına ve müteakibinde malzeme ihtiyaçlarına dönüştürülmektedir. Lojistik kavramının hakiki faydalarının anlaşılabilmesi için lojistik mantığının yukarı tedarikçilere doğru ve aşağı son müşterilere doğru genişletilmesi gerekmektedir. Bu tedarik zinciri yönetimi kavramı olarak isimlendirilmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, felsefesi bakımından işletmelerin felsefesinden farklılık arz etmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, pazarlama kanalı içerisindeki varlıklar ile ortaklıkların birbiriyle büyük derece bağlılık kurma felsefesine dayanmaktadır. Geleneksel işletme modeli, işletmelerin geliri en yüksek ve maliyetleri en düşük seviyede tutarak hizmet verdiği düşüncesi hakimdir. Tedarik zinciri modelinde ise, ana amaç son pazardaki rekabettir ki bu rekabet minimum maliyetle en kısa sürede zarfında hizmet verebilmektir, öte yandan karlılığı maksimize etmektir (Waters, 2003).

Lojistik Yönetimi Konseyi tanımına göre ise lojistik yönetimi; başlangıç noktasından müşteri ihtiyaçlarına karşılık vermek maksadıyla tüketim noktasına kadar; hammaddenin, süreçteki envanterin ve nihai ürünlerin planlanması, uygulanması, maliyet etkin ve verimli biçimde depolanmasının ve akışının sağlanmasıdır (Basu ve Wright, 2008). Lojistik yönetimi, müşteri ile tedarikçi arasındaki mal, hizmet ve bilgi akışını sağlayan bütün işlemleri içermektedir. Tedarikçi ve üretici arasındaki lojistik “Giriş Lojistiği” olarak, üretici ile müşteri arasındaki lojistik “Çıkış Lojistiği” olarak tanımlanmaktadır ve bu iki lojistik türü değer zincirinin iki temel faaliyetini meydana getirmektedir (Porter,1985).

Lojistik arz ile pazar arasındaki bağlantıyı sağlar. Lojistik yönetiminin, bu bağlantıyı gereken bütün faaliyetleri planlayıp koordine ederek, arzu edilen kalite ve hizmette, minimum maliyetle gerçekleştirme amacı bulunmaktadır (Christopher, 2011). Lojistik yönetimi; bütünleşik yönetim safhasını kapsamaktadır. Fiziksel dağıtım fonksiyonlarının koordinasyonu, tedarik işlevi ile imalat işlevi konuları, bütünleşik kavramının içerisinde yer almaktadır.

**Tablo 1.2 Lojistik Yönetimi Faaliyetlerinin Özetlenmiş Dağılımı (Timur, 1988)**

Fiziksel Dağıtım	Lojistik Yönetimi	
	İmalat Desteği	Tedarik
Müşteri hizmet seviyesini sağlama sürecidir.	İmalat işlemlerini planlama, programlama ve destekleme sürecidir.	Dışarıdaki arz kaynaklarından ürün ile malzeme elde etme sürecidir.
<u>Gerektirdiği Faaliyetler:</u>	<u>Gerektirdiği Faaliyetler:</u>	<u>Gerektirdiği Faaliyetler:</u>
- Sipariş kabul etme	- Ana üretim program planı	- Kalite güvenliği
- Sipariş işleme	- Depo içi mal hareketlerini	- Depolama
- Stokların yerleştirilmesi	destekleme	- Gözetim ve Kabul
- Depolama	- İmalat süreci içinde taşıma	- İşletme içine taşıma
- Dağıtım	- Parçaların evrelere ayrılması	- Sipariş yerleştirme
	sfhasındaki çalışmaları uygulama	- Görüşmeler
		- Arz kaynağı bulma
		- İhtiyaçları planlama

**Kaynak:** Timur, N., (1988), “Sanayi İşletmelerinde Lojistik Faaliyetlerin Organizasyonu”, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:266, Eskişehir, ss. 2.

### 1.2.2. Lojistiğin Yönetiminin Temel Unsurları

Lojistik yönetimi kavramı tedarik zinciri kapsamında ele aldığımızı göre lojistik yönetimi kavramının kapsamını da aynı bakış açısıyla incelemek yerinde olacaktır. Bu bakış açısına göre işletmelerde lojistik işlemler; planlama, giriş lojistiği, üretim lojistiği, çıkış lojistiği ve geri dönüş lojistiğini içermektedir (Acar ve Köseoğlu, 2014).

#### 1.2.2.1. Planlama

Bu faaliyet alanı lojistik bir sistemin kurulumu ile işletimi için gereken bütün planlama işlemlerini içermektedir. Lojistik işlemlerin planlanmasıyla ilgili olarak işletme yöneticilerinin sorumluluğunda olan faaliyetleri; talep tahmini ya da siparişe bağlı olarak satış gereksinimini karşılayacak stok seviyesini belirleme, müşteri isteğini belirleme, satış öngörüsünün müşteri gerçek gereksinimlerine uygunluğunun onaylanması, iş merkezleri içinde malzeme akışının uyumu, müşteri teslim çizelgelerinin tanzim edilmesi, uygun dağıtım kanalının seçimi, dağıtım merkezleri faaliyet organizasyon ve planlaması ile araçlarla olan ilişkilerin yönetimi şeklinde sıralanabilir. Verimli ve etkili bir lojistik ağ yapısı meydana getirilmesinde lojistik

maliyetler hususu tetkik edilirken açıklanan lojistik maliyetler ve tesis sayısı arasındaki ilişkiler dikkate alınmalı ve en maliyet-etkin çözüm belirleme yönünde hareket edilmelidir. Fakat müşteri yanıt süresinin ne olacağına kararlaştırmak için öncelikle pazarın sınırları doğru olarak tespit edilmeli ve doğru bir talep tahmini yapılmaya çalışılmalıdır (Acar ve Köseoğlu, 2014).

### **1.2.2.2. Giriş/Tedarik Lojistiği**

“Inbound” şeklinde tabir edilen tedarik lojistiği, şirketin tedarikçileri ile ilgili olarak hammadde yada yarı mamulleri kapsamında sipariş, tedarik, taşıma, kargo takibi, araç, stok muhafazası, teslim alma, depolama gibi işlemleri içermektedir. Bütünüyle üretimden önce icra edilen ve kaynakların üretim safhasına transferine hizmet eden bir sürece tedarik lojistiği süreci denilmektedir. Lojistik süreç kapsamında hammaddelerin işletme adına minimum maliyetli bir şekilde temin edilerek üretim safhasına kadar getirilmesini sağlar (Eker, 2006). Tüm lojistik faaliyetlerde olduğu gibi üretim öncesi lojistik işlemler de iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamaların ilki bütün sürecin kontrol altına alınmasına imkân veren karşılıklı bilgi akışıdır. Stok yönetimi ile hizmet sunucusunun seçimi bu faaliyet kapsamında yer alır (Holweg, Miemczyk, 2003).

Endüstriyel işletmelerde, tedarik lojistiği üretimin ihtiyacı olan hammaddeleri, operasyonel desteği yeterli ve etkin şekilde doğru yere yönlendirmelidir. Tedarik lojistiği, arzu edilen nitelikleri bulunan ürünlerin, olabildiğince hızla ve en düşük taşıma ve depolama maliyetiyle üretilmesine garanti vermelidir. İmalatın ihtiyacı olan girdilerin zamanında hazır bulundurulması ve işletmeye hizmet, yarı mamul ve hammadde sağlayan firmalarla ikili ilişkilerin düzenlenmesi sistemin vazifesidir. Tedarik lojistiği kapsamında yöneticilerin yükümlü olduğu görevler şunlardır; ihtiyaçların belirlenmesi ve malzeme planlarının yapılması, hammaddelerin miktar ve düzey belirlenmesi ile fiyat seviyeleri ve özellikleri tespiti, satın almalar için tedarikçi seçimi, işin belirli kısımlarını gerçekleştirecek taşeronların seçimi, sevkiyat günleri ile sevkiyat sayılarının denetlenmesi, taşıma, paketleme ve kalite standartlarının sağlanmasıdır (Acar ve Köseoğlu, 2014).

### **1.2.2.3. Üretim Lojistiği**

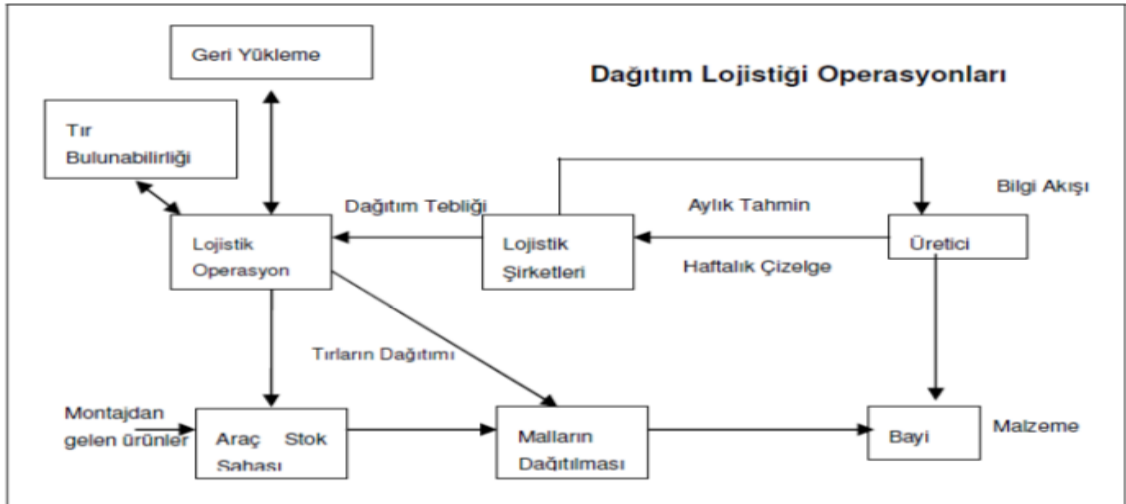
Üretim lojistiği, üretim faaliyetlerinin yerine getirilmesi amacıyla ihtiyaç duyulan bütün hizmet, koordinasyon ve planlama işlevlerini kapsamaktadır. Üretim lojistiği dar

anlamda; işleme, taşıma, envanter stoku ve kazanç sağlamada yer alan bütün işlemlerin planlama, programlama ve denetimini kapsamaktadır. Bu işlemler, sipariş kabulü, stok kontrol, üretim planlama ve programlama, malzeme dağıtımını, süreç kararları ve tedarik sistem kararları ile ilgili tasarımıdır (Denizhan, 2005).

Üretim lojistiğinin hedefi, zamanında ve ekonomik bir biçimde doğru malzemelerin, doğru yer, zaman ve miktarda olabilmelerini temin etmektir. Üretim lojistiğinin görevi, materyalleri, üretim yerlerinde hazır bulundurmak, işletme içi ve işletmeler arasında ve çalışma yerlerinde malzeme naklini sağlamak, optimize etmek ve uygulamaktır. Üretim lojistiği; materyal ve bilgi akışını, üretimden dağıtım deposuna ve montaj hatlarından onlara ait üretim deposuna kadar bütün yerlerde planlamakta, oluşturmakta ve yönetip kontrol etmektedir (MEGEP, 2009).

#### 1.2.2.4. Çıkış/Dağıtım Lojistiği

“Outbound” şeklinde tabir edilen çıkış lojistiği, üreticilerden toplanan malların depolanması ile tüketicilere dağıtımını sağlayan mekanizmanın faaliyete geçmesiyle oluşan bir işlemdir. Dağıtım Lojistiği, lojistik kelimesi telaffuz edildiğinde akla ilk gelen hizmettir. Ancak, imalat işleminde faaliyette bulunan işletmelerin, üretim öncesindeki lojistik işlemleri üretimi müteakip iş istasyonlarına iletmesi, yani işletme içi elleçleme ve taşıma; müteakibinde çıkış ambarından dağıtım kanalları ile müşterilere kadar uzanan süreçtir (Sezgin, 2008).



Şekil 1.2 Dağıtım Lojistiği Operasyonları (Sezgin, 2008)

**Kaynak:** Sezgin, T., (2008), "Lojistik Kavramı ve Türkiye'deki Uygulamaları", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dağıtım lojistik süreci ise malın tüketiciye ulaştırılmasını içeren işlemleri kontrol eden ve fiziki dağıtım kanallarını içine alan süreçtir. Bu süreçte, stok yönetiminden malın tüketiciye ulaştırılmasına değin faaliyetlerin çift yönlü bilgi alışverişi yolu ile kontrol edilmesine ve bunun neticesinde müşteriye en uygun biçimde ulaştırılmasına imkân tanınmaktadır. Bu işlemler bilgi akışı ile bağlantılıdır. İşlemlerin bütün aşamalarında yürütülen bilgi akışı ile kontrol sağlanır. Başka bir işlem ise fiziksel akışı sağlayan işlemdir. Bu süreçte üretimi müteakip, paketleme, etiketleme, stoklama ve sipariş hazırlanması gibi müşteri istekleri kapsamında bir takım hizmetlerin yapılması amaçlanmaktadır (Holweg, Miemczyk, 2003).

#### **1.2.2.5. Geri Dönüş Lojistiği**

Tedarik zincirinin içeriği tespit edilirken ham maddelerin ilk noktadan ürünün tüketildiği nihai noktaya kadar olan süreden bahsedilmektedir. Bahsedilen süre zarfında ham maddeden tüketime yönelik bilgi, malzeme ile hizmet akışının idaresine de “Lojistik” adı verilmektedir. 2000 yılında, CLM lojistiğın tanımlamasına göre, lojistik yalnız ham maddeden tüketim safhasına değil, tüketim safhasından da ham maddeye giden, yani geri dönüş yolundaki malzemeleri de kapsam dahiline aldığı ifade edilmektedir. Bu husus “Geri Dönüş Lojistiği”, “Tersine Lojistik” ve “Reverse Logistics” biçiminde isimlendirilmektedir. Geri Dönüş Lojistiği, CLM tarafından şöyle tarif edilmiştir; “Üretimdeki yarı mamullerin, nihai ürünlerin, stokların ve bunlarla alakâlı bilgilerin tüketildiği noktadan ilk üretildikleri noktaya kadar olan geri dönüş hareketlerinin uygun imha edilmesi veya değer yaratma maksadıyla uygulanması, planlanması ile hurda şeklinde yok edilmesine kadar olan süreçtir” (Çevik, 2012) .

Ürünlerin yaşam döngüsü sonuna kadar ki sorumlulukların üreticilere ait olması, ekonomik faktörler, yeşil imajının dikkat çeken bir pazar etiketi olmaya başlaması, çevre ile ilgili yasalar, devletlerin çevre konusunda plan ve programları, sosyal sorumluluk ve müşteri memnuniyeti gibi etkenler sebebiyle tersine lojistik büyük önem kazanmıştır (Acar ve Köseoğlu, 2014).



### **1.2.3. Lojistiğin Yönetiminin Faaliyetleri**

#### **1.2.3.1. Müşteri Hizmetleri**

Lojistik işlemler kapsamında; müşteri hizmetlerinin önemli yeri vardır. Depolama, envanter ve taşıma ile müşteri ilişkileri birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Çünkü müşteri istediği malı istediği zaman alabilmelidir. Son dönemlerde bu konuya önem verilmiş ve şirketler müşteri servis yönetimi konusunda çalışmalar yapmıştır. Birçok firma müşteri tatminini sağlamak maksadıyla, koşulsuz müşteri memnuniyeti kendisine vizyon edinmiştir. Bu firmalarda her birim, bir müşteri gibi kabul edilmiş, böylece iç müşteri memnuniyeti şeklinde adlandırılan çalışanların iş tatmininin sağlanması da amaçlanmıştır. İşinden memnun olan işçinin işletme için daha verimli bir şekilde çalıştığı gözlemlenmiş ve buna paralel olarak maliyetlerde büyük bir düşüş tespit edilmiştir (Tek, 1996).

#### **1.2.3.2. Taşıma**

İşletmeler için taşıma, lojistik maliyetleri bakımından lojistik yönetim fonksiyonlarının en önemlisidir. Bütün lojistik faaliyetlere harcanan tutarın yaklaşık üçte ikilik bir oranını taşıma maliyetleri meydana getirmektedir (Derici, 2005).

Taşıma hizmeti, lojistik yönetimi kapsamında, idarecinin önemli vazifelerinden biridir. Lojistik sürecini yönetiminin maksadı, ürünlerin talep edilen zaman ve yerde en uygun maliyetle bulundurulmasını sağlamaktır. Lojistik faaliyetlerde büyük öneme sahip olan taşıma hizmetinin kapsamı, genel itibarıyla malın taşınmasıdır. Taşıma hizmeti, mal akışının ve dolayısıyla da ticaretin önemli bir ayağıdır. Taşıma şeklinin seçimi; kısa zamanlı nakliyat veya daha yavaş fakat kısa süredeki nakliyata göre daha az maliyeti olan usuller arasında maliyet analizi yapmayı gerektirir (Orhan, 2003).

Ürünleri satıcılara, depolara ve müşterilere transfer etmede yararlanılan beş adet taşımacılık türü vardır. Bunlar; karayolu, demiryolu, havayolu, su yolu ve boru hattıdır. Bu taşımacılık türleri; ekonomik ve sosyal faktörler, taşıma operatörleri, müşteriler ve yasal düzenlemeler ile ilişki içerisindedir. Taşımacılık türleri bilhassa arz-talep dengesi açısından teknoloji, hukuki düzenlemeler ile ulusal ve uluslararası ekonomik şartlar gibi dış faktörlerden büyük bir şekilde etkilenmektedir (Çancı ve Erdal, 2003).

Karayolu taşımacılığı, geniş ağları ve son dönemlerde bütün ülkelerde transit yolların sayısında artış olmasıyla orantılı olarak yaygın bir şekilde yararlanılan taşımacılık

çeşitlidir (Birdoğan, 2004). Diğer ulaştırma biçimlerine göre esnek olması, hemen hemen bütün yük çeşitlerinin taşınmasına olanak sağlaması ve hava şartlarından daha az etkilenmesi gibi özellikler karayolu ulaştırmasının önem arz eden özellikleridir. Kapıdan kapıya teslim imkânı sağlayan karayolu taşımacılığının yatırım maliyetleri, diğer taşımacılık türleri ile kıyaslandığında daha düşük olduğu görülmektedir (Baltacıoğlu ve Demirbağ, 2003). Zaman ve güzergah planlaması da diğer taşımacılık türlerine göre uygundur. Bir yerden başka bir yere transfer edilecek ürünleri ilk ve son nokta arasında aktarma yapmaksızın taşıyabilmesi, ürünlerin zarar görme ihtimalini azaltır (Erkiletlioğlu, 2000). Buna karşılık karayolu taşımacılığının; kapasite darlığı, yakıt tüketiminin artması, büyük ölçeklerde maliyetin artması, gürültü kirliliği, çevre kirliliği ve trafik sıkışıklığı gibi dezavantajları bulunmaktadır (Baltacıoğlu ve Demirbağ, 2003).

Öte yandan, sanayi taşımacılığının en önemli unsuru karayolu ile taşımadır. Ulusal ekonomiye önemli bir katkısı vardır. Karayolu taşıması müşterilere; hız (Türkiye içerisindeki bir noktaya 1-2 gün içinde teslimat), sıklık (saatlik ve günlük olarak malları teslim alma ve teslim etme hizmeti), esneklik (her yere gidilebilirlik), uygunluk (alıcı ve göndericinin talep ettiği yere yükleme ve boşaltma), ekipman çeşitliliği ve diğer taşımacılık türlerine mal transferi hizmetlerini sunmaktadır (Gnkur., 2004).

Demiryolu taşımacılığı, ağır ve hacimli olan yükler için büyük maliyeti olmayan bir taşımacılık türüdür (Çancı ve Erdal, 2003). Diğer ulaşım türlerine göre, demiryolunun daha az kaza riski bulunmaktadır. Tonaj ve hacim yönünden büyük yüklerin taşınmasında tercih edilir. Toplu taşımacılıkta en çok tercih edilen ulaştırma biçimidir. Malların büyük miktarlarda taşınabilmesi, geniş ray sistemi, ulaştırmanın düşük birim maliyeti, uzun taşıma mesafeleri, güvenilir nakliye şekli, aktarma, geçiş öncelikleri, çok sayıda yardımcı hizmetler, çevre dostu olması ve depolama özellikleri, avantajları arasında yer almaktadır. Bilhassa kış şartlarında karayolunun elverişsiz olduğu hallerde kullanım imkânı bulunmaktadır (Birdoğan, 2004).

Havayolu taşımacılığı, diğer taşıma türlerinden daha az risk içermesine rağmen maliyeti yüksek olan bir taşımacılık türüdür. Bu sebeple değer-yoğun ürünlerin taşınması bu yolla yapılır (Orhan, 2003). Kullanılan vasıtaların hızı nedeniyle, ulaştırma havayolu taşımacılığında minimum sürede gerçekleştirilmektedir (Çancı ve Erdal, 2003). Havayolu; en az yararlanılan ve en yeni ulaştırma çeşitidir. Genelde küçük ve

kıymetli malların taşınmasında tercih edilmektedir. Hız bakımından başka taşımacılık çeşitlerine kıyasla büyük ölçüde üstün olmasına karşılık, maliyeti açısından en pahalı ulaştırma türü olması ve hava şartlarından kolayca etkilenmesi gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Havayolu taşımacılığı, diğer taşımacılık türlerine kıyasla çok fazla ayrıntısı ve kuralı olan nakliye türüdür. Ayrıca havayolu taşımacılık sektöründe çalışacak personelin sıkı bir eğitimden geçip, gördüğü eğitim neticesinde bir sertifika sahip olması gerekmektedir (Baltacıoğlu ve Demirbağ, 2003).

Denizyolu taşımacılığı; maliyeti düşük, riski az olan ve kütlesi büyük değeri nispeten düşük malların taşınması amacıyla kullanılmasına rağmen, taşıma hızı en yavaş taşımacılık çeşitidir. Gerek maliyetinin hava ve kara yoluna göre düşük olması, gerekse taşıma hacminin büyük olması sebebiyle eşya taşımacılığında önemli bir yere sahiptir. Büyük miktarlarda birim yük (konteyner) veya dökme yük taşımaya olanak sağlar. Büyük miktarda likit ve gaz, konteynere konulabilen malzemeler ve kuru yükün uluslararası taşımacılığında denizyolu öncelikle tercih edilen taşımacılık türüdür. Büyük miktarda malzeme taşınabildiği için birim başına düşen değişken maliyetler gayet düşüktür. Özellikle hız faktörünün çok önem arz etmediği, birim değeri düşük malların taşınmasında yoğun bir şekilde kullanılır. Maliyeti en düşük olan taşıma türüdür. Limanlar arasında transit geçiş ve gümrük işlemi bulunmamaktadır. Yükleme ve boşaltma arasında uzun taşıma mesafeleri kat edilebilir (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Boru hattı taşımacılığı yerüstü veya yeraltı şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Genellikle doğal gaz, petrol, su gibi sıvı ve gaz maddelerin taşımacılığı için kullanılır. Üst düzey kapasite imkânı bulunmaktadır. Yatırım maliyeti deniz taşımacılığından bile yüksektir. Güvenilirdir fakat esneklik derecesi düşüktür Diğer taşıma türleriyle karşılaştırıldığında son derece ekonomiktir. Bakım için oldukça az personele ihtiyaç göstermektedir (Birdoğan, 2004).

Coğrafik lokasyonlar ve müşteri hizmet düzeylerinin taşımacılık türü seçiminde etkili bir fonksiyonu bulunmaktadır. Lojistik maliyetlerinin %30'undan fazlasını taşımacılık hizmetleri oluşturmasına rağmen, etkin bir uygulama süreci ve rotalama işlemleriyle firmaların taşımacılık işlemleri efektif bir biçimde yönetilebilmektedir (Aşıcı ve Tek, 1985).

### 1.2.3.3. Satın Alma

Satın alma işlevi, üretim birimlerinin ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin en düşük fiyat ile kalite ve güvenilir kaynaklardan elde edilmesi şeklinde ifade edilmektedir. Bir işletmede hizmet ya da üretim sonucunda oluşan bütün faydadan personel masrafları, finansman ve kâr düşülmesini müteakip arta kalan miktar satın alma biriminin maddi sorumluluğunu gösterir. Satın alma birimi, son zamanlara kadar işletmenin üretken olmayan bir harcama birimi gibi görülmesine rağmen, tecrübeli ve bilgili personelden meydana gelen satın alma biriminin, işletmenin kârlılığına katkısının satıştan daha etkili olduğu görülmüştür (Kobu, 2006).

Başka bir tanıma göre satın alma; işletmenin dış kaynaklarının ve temel fonksiyonlarının yönetimi, işleyişi ile sürdürülmesi amacıyla ihtiyaç duyulan bilgi, mal, hizmet ve becerilerin en ekonomik koşullarda temininin sağlanması faaliyetidir. Bu tanımdaki satın alma fonksiyonunun amaçları aşağıda sıralanmıştır:

- Satın alınması gereken mal ve hizmetin satın almaya esas şartnamelerini belirlemek (talep edilen miktar ile kalitenin belirtilmesi),
- En uygun tedarikçi firmayı tespit etmek ve bunu gerçekleştirmek için gerekli yöntemleri hazırlamak,
- Tedarikçi firmalar ile pazarlıkları yapmak ve müteakibinde sözleşmeye yapmak,
- Seçilen tedarikçiye sipariş verme ya da etkin satın alma siparişi ve yerine elleçleme usulleri geliştirmek,
- Tedarik işleminin tamamlanması için siparişin kontrolü ve takibi (teslimatın hızlandırılması),
- Takip ve değerlendirme (ürün ve tedarikçi dosyalarını güncel tutma, tedarikçiyi değerlendirme ve şikayetleri giderme) (Çancı, 2014).

### 1.2.3.4. Dağıtım

Dağıtım, üreticinin ürünü doğrudan yada perakendeciler vasıtasıyla son müşteriye ulaştırmasıdır. Lojistiğin son safhası olan giden lojistik diye de ifade edilmektedir. Dağıtım; üretici, perakendeci, toptancı, dağıtım merkezi ve depoyu içeren ve bazı maliyetleri bulunan bir süreçtir. Bu maliyetler; stok, tesis, haberleşme ile nakliye maliyetleridir. Amaç tüm dağıtım fonksiyonlarını maksimum performansa karşılık

minimum maliyet ile gerçekleştirmektir. Temelde 3 çeşit dağıtım yöntemi uygulanabilir (Koca, 2001):

**Doğrudan sevkiyat:** Ürünler tedarikçi veya üreticiden doğrudan perakendeci mağazalara iletilir. Dağıtım merkezlerden yararlanılmamaktadır. Tedarik süresinin kısa tutulduğu hallerde bu sevkiyat yöntemi kullanılır.

**Depolama:** Ürünlerin depolarda stoklandığı ve ihtiyaç halinde müşterilere sunulduğu yöntemdir.

**Aktarma noktaları:** Bu yöntemde, ürünler kesintisiz bir şekilde üreticiden aktarma noktalarına, aktarma noktalarından da müşterilere ulaştırılır. Arada bulunan aktarma noktaları koordinasyon birimi gibi düşünülebilir. Ürün, aktarma noktalarında 10-15 saatten daha kısa süre geçirir.

Tedarik zincirinin zaman içerisindeki değişimini kavrayabilmek için öncelikle geleneksel dağıtım kanalının ne olduğunu bilmek gerekir. Ticarete meydana gelebilecek zorlukları aşabilmek için işletmeler, diğer ürün ve hizmet işletmeleri ile yakın ilişkiler kurmaktadır. İşletmelerin birbirine bağlı olma durumu pazarlama kanalı ya da dağıtım kanalı olarak isimlendirilen kavramın ortaya çıkmasına neden olmuştur. 20. yüzyılın sonlarına doğru, kanal stratejileri ve yapıları değişikliğe uğramıştır. Bilgisayar ve bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişim ve internetin ortaya çıkışı ile geleneksel dağıtım kanalı anlayışı yerini daha işbirlikçi uygulamalara bırakmıştır (Bowersox vd., 2002).

Tedarik zincirinde dağıtım, üreticilerden nihai tüketicilere doğru malın ve hizmetin iletilmesi sürecidir. Dağıtım kanalı ise genel olarak ürün ve hizmetin pazarlanması amacıyla işletme birimleri ile işletme dışındaki toptancılar, acenteler, perakendeciler gibi araçların meydana getirdiği veya sadece alıcı ile satıcı kuruluşların birlikte oluşturduğu yapı olarak tanımlanmaktadır. (Acar ve Köseoğlu, 2014)

Dağıtım kanalları fonksiyonları yönünden tedarik zinciri içerisinde değerlendirildiğinde, lojistik açıdan en önemli fonksiyonu müşterinin talep ettiği ürünlerin istenilen yer ve zamanda hazır bulunmasını sağlamaktır. Ayrıca dağıtım kanalı üretici ile tüketicinin ihtiyaçlarının birbiriyle uyuşmasını sağlar. Bunun yanı sıra, tedarik zinciri içerisinde bitmiş ürünlerin üretim yerinden tüketicilere hareketi anında yer, zaman ve sahiplik hususlarında farklı uyumsuzluklar meydana gelebilir, dağıtım kanalları bu tür uyumsuzlukların da ortadan kaldırılmasını sağlar (Torlak vd., 2002).

Dağıtım kanalı özetle; malların, üreticiden müşteriye doğru hareket ettiği bir yoldur. Diğer bir deyişle dağıtım kanalı, üreticinin ürününü müşteriye ulaştırmak yani pazara ulaştırmak için gereken dağıtım ağı olarak tanımlanabilir. Bu kanal; üretici, perakendeci, toptancı, aracı ve tüketicileri içermektedir. Bu nedenle bu kanal, zaman ve yer faydası sağlayan tüketim yeri ile üretim yeri arasındaki boşluğu doldurur (Richard, 2014).

#### **1.2.3.5. Depolama**

Depo; ürünlerin hammadde halinden üretim safhasına, müteakibinde tüketim safhasına kadar olan bütün faaliyetlerin meydana getirilmesinde önemli bir fonksiyonu olan ara noktadır. Depolama, stok yönetimi, dağıtım ve ulaştırma kavramları birbirinden farklı olsa da birbirleriyle yakın bir ilişkisi bulunmaktadır. Firmanın ulaşımında yavaş taşıma şekli kullanması durumunda, genellikle daha yüksek stok seviyesi ve bu stokları elde bulundurmaya amacıyla fazla depoya ihtiyaç duyabilir (Çancı ve Erdal, 2003).

Depolamanın öncelikli gayesi, müşteri talebin her daim karşılanabilmesi için dağıtım için hazır bulunan malları tedarik etmek ve müteakibinde stoklamaktır. Başka bir gayesi ise, malları partiler şeklinde toplamak, önemli parçaları stoklamak ve minimum maliyetle hızlı bir biçimde dağıtmaktır (Naik, 2004).

Depolama faaliyetleri, malı saklama ve korumanın ötesinde, malı niteliklerine göre ambalajlamak, sınıflandırmak, etiketleme ve bar-kod uygulayarak sevke hazır tutmak ve üretici ile müşteri arasındaki iletişimi sağlamaktır. Söz konusu depolama faaliyetlerini şu şekilde sıralamak mümkündür; malın depolanması, kayıt altına alınması, tasnifi, muhafazası, siparişe konu olan malzemenin seçilmesi, gereken belgelerin hazırlanması, istenen malzemenin paketlenerek talep edilen yere sevk etmektir (Cemalcılar, 1994).

#### **1.2.3.6. Ambalajlama**

Ambalajlama işlemi; her türlü malın dağıtılması, depolanması ve son kullanım için hazırlanmasında şartlara uygun bir şekilde geliştirilmiş sistemlerdir. Aynı zamanda en uzaktaki tüketiciye en az maliyetle ve sağlıklı koşullarda, güvenli dağıtımını sağlayabilme işlevidir. Başka bir tanımla ambalajlama; koruma fonksiyonunu sağlamak amacıyla ürünlerin koruyucu malzeme ile kaplar kullanarak muhafaza edilmeleri için yapılan işlemlerdir (Acar ve Çakmak, 2013).

Ticari ürün ambalajlama kavramı, ürünlerin üretim yerinden müşterilere getirilmesi şeklindeki asıl geleneksel amacının ötesinde çok çeşitli amaçla ortaya çıkmıştır. Ambalajlama tasarımcılarının, paketin koruma, uygunluk, ekonomi ve tanıtım açısından ürüne neler katabilecekleri üzerinde çalışmaları gerekmektedir. Ürün ambalajlama faaliyetinin temel amacı, üreticiden tüketiciye bir iletişim vasıtası olarak hizmet etme dışında, ürün güvenliği, depolanabilirliği ve taşınabilirliği sağlamaktır. Çağdaş ticari açıdan ambalajlama mühendisleri, temel düzenleme ve hükümleri, piyasa dinamiklerinden kaynaklanan çok sayıda konu ve unsur göz önünde bulundurmaya mecburiyetindedir (Stock ve Lambert, 1993).

Ambalajlamanın amacı; ürünlerin talep edilen yer ve zamanda, tam ve sağlam olarak transferini sağlamak, malı içeriden ve dışarıdan gelebilecek darbelerden korumak, depolama ve bakım kolaylığı sağlamak, malın ömrünü uzatmak, ikmali süratlendirmek, mal hakkında tanıtıcı bilgiler edinmektir. Ambalaj birincil olarak ürün için, ikinci olarak perakendeci için ve üçüncü olarak da lojistik ihtiyaçlar için yapılmaktadır (Jahre ve Hatteland, 2004).

#### **1.2.3.7. Stok Yönetimi**

Stok yönetimi, temel olarak stoklanan malların izlenmesi, gerektiği kadar bulundurulması ve nihayetinde bu mallar bitmeden sipariş verilmesi olarak tanımlanabilir. Fakat günümüzde müşteri ile tedarik kaynağı sayısının artması, dağıtım kanallarının çeşitlenmesi, müşteri taleplerinde yaşanan hızlı değişiklikler stok yönetiminin daha geniş bir bakış açısı ile değerlendirilmesini zaruri hale getirmiştir. Bu sebeple günümüzde stok yönetimi denildiğinde; stokların sipariş miktarı, bu siparişlerin teslim süresi, bekleme süresi, bitmiş ürünün tüketiciye transfer süreci ve yeni siparişlerin verileceği zamana kadar stoklarla ilgili bütün işlemleri içeren uygulamalar süreci anlaşılmaktadır (Küçük, 2009).

Stokların etkili bir şekilde yönetilmesi, bütün işletmeler için satış, satın alma, maliyetlendirme ve planlama çalışmalarının temelidir. İşletmelerin ellerinde buldukları stoklar; yardımcı malzemeler, yarı mamul, ürün stokları, hammadde ve işletme malzemeleri şeklinde sınıflandırılabilir (BTSO, 2007).

Stok yönetimi ve stok ile ilgili kapsamlı bilgiler araştırmada ayrı bir konu olarak incelendiğinden bu bölümde genel bilgilendirme yapılmıştır.

## **BÖLÜM 2 STOK KAVRAMI VE ÖNEMİ**

### **2.1. STOK KAVRAMI VE ÜRETİM İŞLETMELERİ AÇISINDAN ÖNEMİ**

#### **2.1.1. Stok Kavramı**

Bir işletmenin kullandığı madde veya kaynak birikimine stok adı verilmektedir (Chase vd., 1998). Diğer bir tanımla stok, gelecekte üretimde yer alacak ya da pazarlanacak olan materyal, yarı-işlenmiş ve tamamlanmış ürünler mevcuttur. Stok; gelecekteki ihtiyaçları karşılamak maksadıyla depolama işlemi yapılan materyal ya da ürünlerin bir aksaklıkla karşılaşılmadan ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla işletmenin elinde bulundurduğu mallardır (Demir ve Gümüsoğlu, 2009).

Stok, işletme terminolojisinde, İngilizcedeki “inventory” kelimesinin karşılığı olarak Türkçe diline giren “envanter” kelimesi ile aynı anlamda kullanılır. Kullanım alanlarına göre incelendiğinde, stok kavramı daha çok üretim evresindeki fiziksel ve mali unsurlar için kullanılırken envanter kelimesi ise muhasebe sisteminde yıl sonlarında fiziki sayımı yapılan mal stoğunu anlatmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, daha geniş ve kapsamlı bir manaya sahip olan stok kavramı envanter kelimesiyle benzerlik göstermemektedir. Bu sebeple çalışmamızda, kavram karışıklığını engellemek amacıyla envanter kavramı yerine stok kavramı kullanılmaktadır (Kobu, 2005).

Başka bir yönden; stok kavramı, bir üretim sisteminde ortaya çıkan mal ve hizmete dolaylı veya dolaysız bir şekilde dahil olan bütün fiziki varlıkların mali tutarı olarak da ifade edilmektedir (Tekin, 2003). Bu yönden stoklar sadece fiziki varlıkları değil, aynı zamanda onların mali değerini de kapsamaktadır.

Stok kelimesinin birçok anlamı bulunmakla birlikte, bunlardan bazıları aşağıda belirtildiği gibidir (Özkan,2005):

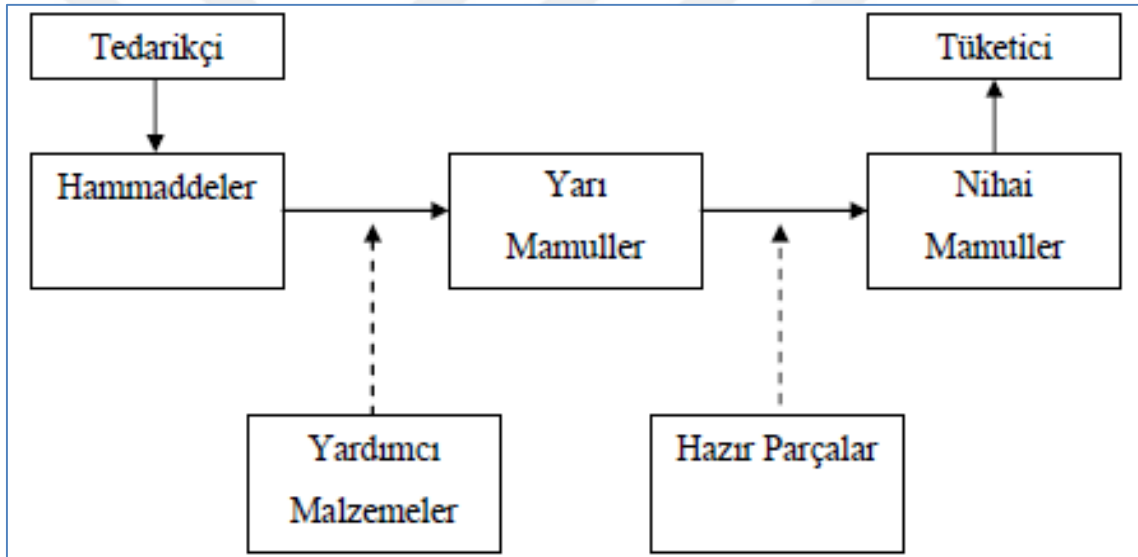
- Muayyen bir dönemde elde bulunduran varlıklar; görülen, ölçülen, sayılan varlıklar,
- Fiziksel varlıkların birim/kalem listesinin düzenlenmesi,



- Hali hazırda bulunan kalemlerin miktar olarak tanımlanması,
- Belirli bir dönemde organizasyonun elinde bulunan malların stok değeri yani finansman ve defter kayıtları açısından değeri.

### 2.1.2. Stok Çeşitleri

Stok manasındaki tüm varlıkları bir bütün olarak ele almak hatalara sebep olabilir. Stoklanan nesnelere; stoklama şekli, çeşit, kullanım yeri, değer gibi etmenlere göre farklılıklar göstermektedir. Bunları amacına uygun tasnif ederek incelemek doğru olacaktır. (Kobu, 2003). Yapılan tasnif içinde üç ana stok kalemi olan hammaddeler, yarı mamuller ve nihai mamuller ile birlikte, ürünün içeriğine doğrudan katılmayan hazır parçalar ve yardımcı malzemeler de yer almaktadır.



Şekil 2.1 Üretim İşletmeleri Açısından Stok Çeşitleri (Sulak, 2008)

**Kaynak:** Sulak, H., (2008), "Stok Kontrolü ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar: Ödemelerde Gecikmeye İzin Verilmesi Durumu ve Bir Model Önerisi" Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

**Hammaddeler:** Nihai üretimi yapılacak nesnenin üretiminin yapılabilmesi için gerekli olan ve girdi olarak kullanılan asıl maddelerdir (Tekin, 2003). İşletmenin üretimi devam ettirebilmek amacıyla gerekli olan esas girdileri kapsayan hammadde kavramı, işletmenin yapısına ve üretimin hangi evresinde kullandığına göre farklılık göstermektedir. Bu durumla ilgili bir örnek verecek olursak; bir demir çelik fabrikasında demir filizi hammadde, döküm demir imal edilmiş mal iken, kalorifer

radyatörleri üreten bir fabrikada döküm demir hammadde, radyatör dilimleri imal edilmiil maldır.(Kobu, 2005).

**Yarı Mamuller:** Yarı mamuller, mevcut üretimde, üretiminin bir kısmı tamamlanmış parçalardan meydana gelir. Bu parçalar nihai ürün durumuna gelineye dek işletmenin raflarında yer alan malzeme ve satın alınmış malzemelerden oluşur. Ayrıca yarı mamul stokları, müteakip iş sahası için hazır olarak sırada bekleyen, bir makinede işlem gören veya yüklenen ve iş sahaları arasında taşınan ürünlerden de meydana gelebilir (Askin ve Goldberg, 2002).

**Nihai Mamuller:** Nihai ürün stokları hali hazırdaki müşterilere satılmak için hazır bulundurulan ürünlerden meydana gelir. Bunun yanı sıra, öngörülebilir ya da öngörülemeyen piyasa talebinin emniyeti olarak kullanılır (Muller, 2011).

**Hazır Parçalar:** Çoğunlukla işletme dışından elde edilen ve nihai ürünün bir bölümünü oluşturan malzemeler ve parçalardır. Bu malzemeler somun, civata gibi basit fakat kullanımı yaygın olan parçaların yanı sıra, dişli kutusu gibi nihai ürünün bir bölümünü oluşturan komplike malzemeler de olabilir (Kobu, 2005).

**Yardımcı Malzemeler:** Üretimde, bir ürünün meydana getirilmesinde faydalanılan ama ürünün temelini oluşturmeyen maddeler ise yardımcı madde olarak adlandırılır. Bu malzemeler, mal ve nesnelere meydana getirme sırasında hammaddeden - kimyasal ve fiziksel uygulamalar yapılarak- nihai mal üretimine kadar geçen süreçte kullanılır. İşletme malzemesi olarak da isimlendirilen bu malzemeler, işletmenin faaliyet çeşidi ve içinde bulunulan sektörün nitelikleri bakımından farklılıklar göstermektedirler. Oksijen, petrol, su, maden kömürü, gaz, elektrik birer yardımcı malzeme iken bitkisel yağ üretiminde kullanılan renklendirici maddeler, vitaminler gibi malzemeler de yardımcı malzeme stoğu içerisinde bulunmaktadır (Tekin, 2003).

### 2.1.3. Stok Bulundurmanın Önemi

İşletmeler faaliyetlerini devam ettirebilmek için stok bulundurmaya mecburiyetindedir. Bulundurulacak stok düzeyi, bir defada sipariş edilebilen miktar, parti üretimin miktarı, talep süresi, düzeyi ve stoklama maliyeti gibi bir fonksiyondur (Küçük, 2009).

Stoklar genelde, imalatçı kuruluşların kıymetli varlık toplamının %20'den ve %60'a kadar bir kısmına karşılık gelmektedir. Bu sebeple stok yönetiminin bu tür kuruluşlarda

kârın belirlenmesinde önemli bir yeri vardır. Bununla birlikte stok yönetimi tedarik zincirinin temel konusudur (Giannocarò, 2003).

Satışlar, bilhassa dönemsel nitelik gösteren malzemelerde, her mevsim veya dönem aynı oranda olmayabilir. Dönem dönem değişen bu talep farklılıkları sadece stoklarla dengelenebilir. Makro ekonomik açıdan incelendiğinde, bütün firmaların arz ve talep miktarlarına bağlı olarak ortaya çıkacak genel bir fiyat dengesinin sağlanmasında ve buna bağlı olarak enflasyondan milli gelire kadar birçok makro ekonomik büyüklüğün tespit edilmesinde stokların dolaylı da olsa bir katkısı vardır. Stoklar, akılcı davranan ve ekonomik sistem içindeki bu işlevini gerektirdiği gibi yerine getirmek isteyen her kurum için, önemli bir unsurdur. Stok bulundurmada çalışan kurumlar, stok bulundurarak çalışan kurumlara göre, daha az kârlı ve daha çok masraflıdır (Frederick, 2008). Bu durumun sebeplerine; zamanla meydana gelen alış fiyatı artışları ya da vaktinde malın temin edilemediği durumlarda satış kaybı ve buna bağlı olarak uzun dönemde oluşabilecek müşteri kaybı örnek gösterilebilir. Stok bulundurmada iş yapmaya çalışan bir kurum, daha önce de bahsedildiği gibi, tahminini aşan bir taleple karşılaştığı anda, stoklarının bitmesinden doğan, fiili ve potansiyel talebin kaybı ile oluşan bir kârdan zarar durumu ile karşılaşacaktır. Firmaları stok yapmaya teşvik eden değişik sebeplerden hangisinden kaynaklanırsa kaynaklansın, stoklar yarar sağlayan unsurlar olduğu aşikârdır (Schroeder, 1993).

#### **2.1.4. Stok Bulundurmanın Nedenleri**

Firmaların stok bulundurması, üretimin kesintiye uğramaması ve kârlı satış olanaklarını değerlendirme bakımından önemli bir yarar sağlar. Firmaların stok bulundurma sebepleri aşağıda sıralanmıştır (Sezginer, 1999):

**- *Bir mamulün üretilmesi ile dağıtımının yapılabilmesi için gerekli işlemleri birbirlerinden ayırarak, bağımsız kılmak:***

Aynı anda, sadece bir mamulün üretilbildiği bir işletmeyi düşünelim. Böyle bir üretim sürecinde, işgücü, makine ve aletler, hammadde ve diğer üretim faktörlerinin dengeli kullanımı yalnız stoklarla sağlanabilecektir. Bu üretim faktörlerinin etkin kullanımı neticesinde, öncelikle mamulün bileşenleri üretilcek daha sonraki üretim aşamalarında zaman kaybetmeksizin söz konusu bileşenler üzerinde gerekli işlemler tamamlanabilecektir. Böylelikle stok kullanımı üretim sürecinin her safhasını bir

diğerlerinden bağımsız kılar. Bu ise üretim imkânlarının daha etkin ve ekonomik bir şekilde kullanılmasını sağlar.

- ***Üretim imkânları yetersiz kaldığında veya talepte mevsimlik artışlar meydana geldiğinde tüketici talebini karşılamak:***

Talebi böyle bir özellik gösteren malların üreticileri, talebin az olduğu mevsimlerde kapasitenin atıl kısmını kullanarak üretim yaparlar. Böylelikle satılamayan talep fazlası depolarda muhafaza edilir. Fazladan yapılan bu üretimin, satış tahminleri göz önünde bulundurularak hazırlanan üretim planlarına göre yapılması gerektiği aşikârdır. Talebin arttığı mevsimde, satış tahminleri doğru yapılmış ise, depoda muhafaza edilen stoklar eritilecek aynı zamanda da yok satmaktan kaçınılarak bütün taleplere karşılık verilmiş olunacaktır.

- ***Üretim seviyesini korumak ve işgücünün kalıcılığını sağlamak:***

Talebin az olduğu mevsimlerde stok yapmak için çalışmak üretimin ve istihdamın istikrarını sağlar. Atıl kalacak olan üretim kapasitesinden faydalanma imkânı doğar. Sürekli istihdam ise daha çok kalifiye işgücüne ihtiyaç duyulan işkollarında önem arz eder. Kalifiye işgücü arzı kısıtlı olduğundan, talebin az olduğu mevsimde işçi çıkartmak, gerektiğinde bu işçileri yeniden bulamama riskini doğurur. İşten çıkartma; tekrar işe alma ve işçinin işe ve işyerine alışması, eğitilmesi gibi ek maliyetleri de beraberinde getireceğinden, arzu edilmeyen bir durumdur.

- ***Talepteki dalgalanmaların etkisine karşı bir tampon oluşturmak:***

- Satış öngörülerini her zaman tam ve reel sonuçları veremeyebilir. Az da olsa, bir sapma durumu meydana gelecektir. Diğer bir deyişle, tahmin edilen satış miktarları ile gerçekleşen satış miktarları farklılık gösterecektir. Bu sapsmalara karşı, malzeme veya mamul akışını dengede tutacak stoklara sürekli ihtiyaç duyulacaktır. Stok bulundurmamanın maliyeti çok yüksek ise, emniyet stokları da çok olacaktır. Ancak stok bulundurmamanın maliyeti, emniyet stoku bulundurmanın maliyetinden daha az ise, çok miktarlarda stok muhafaza etmek yoluna gidilmeyecektir.

- ***Miktar iskontolarından faydalanmak:***

Özellikle büyük miktarlarda verilen siparişler nedeniyle, satıcı firmalar tarafından miktar iskontoları yapılır. Alıcı firmanın hem alış fiyatının düşmesinden, hem de daha az sayıda sipariş vermesinden dolayı bir kazancı olacaktır. Fakat büyük miktarlarda

alınan mallar stok maliyetlerini artırır. İskontodan sağlanmış olacak kazanç, ilave olarak katlanması gereken stok maliyetinden büyük olmalıdır.

- ***Fiyat spekülasyonu veya temin edilemezlik tehlikesine karşı önlem:***

Malın satış fiyatında hatırı sayılı derecede dalgalanmalar gözlemleniyorsa, fiyat düşük olduğu anda satın alınıp stoklanabilir. Böylece fiyatlar artış gösterdiğinde stoktaki ucuza alınmış mallar kullanılmak suretiyle büyük kazanç sağlanabilir. Malın satış fiyatının yanı sıra bulunabilirliği de önem arz eden bir problemdir. Bir kıtlık durumunda (doğal afetler, grev, ekonominin dalgalanmalar sonucu oluşan kriz durumu vb.) herhangi bir mal temin edilemiyorsa, öncesinden de stok bulundurma yoluna gidilmemişse ve üretimin devamlılığı o mala sıkı sıkıya bağlıysa çok ciddi üretim aksaklıkları, hatta üretimin tamamen durma olasılığı söz konusu olabilecektir. Elde yeterli ölçüde stok varsa sıkıntılı süreç atlatılana kadar üretimde aksaklık olmayacaktır.

- ***Üretimin ekonomik olarak devamlılığının sağlanabilmesi için olası üretim artışlarını göz önüne almak:***

Sipariş üzerine üretim yapan bir işletmenin alacağı siparişler devamlılık, özellik ve miktara göre farklılıklar gösterecektir. Alınan her yeni sipariş ile birlikte tekrar yapılması gereken hazırlığa harcanan maliyetlerle karşılaşmamak için stok bulundurmak önem arz eder. Böyle bir durumda, stok bulundurma maliyetleri ile hazırlık maliyetleri kıyaslanarak müteakibinde karar vermenin faydası vardır.

Yukarıda da belirtildiği gibi; stokların satış, üretim ve mali kararlar üzerinde etkisi göz ardı edilemez bir gerçektir. Stok, bu kararların bütününe bir parçasını oluşturduğundan, hepsinin üzerinde ayrı bir öneme sahiptir.

### **2.1.5. Stok Bulundurmanın Yararları ve Sakıncaları**

Stok bulundurmak işletmeye birçok yarar sağlayacaktır. İşletmeler bu yararları erişmek amacıyla stok bulundurmaktadır. Stok bulundurmanın başlıca yararları şunlardır (Schroeder, 1993):

1- Stok bulundurulması üretimdeki dalgalanma ve aksaklıkları düzene sokar. Çoğu zaman anlaşmazlıklar, makinelerde meydana gelen arızalar ve benzeri sebeplerle üretim aksamalar yaşanabilir. Stokların bulundurulması, böyle durumlarda dağıtımdaki gecikme riskini önler.

2- Talep öngörüsünde yapılacak hatalar sebebiyle oluşabilecek zararların bertaraf edilmesini sağlar.

3- Gelecekte süreçte yaşanabilecek fiyat yükselişlerinden kâr elde edilmesini sağlar.

4- Stok bulundurulması, firma için müşteri nezdinde bir prestij sağlar. Stok bulundurulmasının, müşteride kendisinin ihtiyacı olabileceği ürünleri daima elde edebileceğini ve ona gerekli hizmetin kolaylıkla sağlanabileceği inancını doğuracağından, satışların ve buna bağlı olarak kazançların artmasında etkili olur. Ayrıca yeterli sayıda stok bulundurulması, üretimden sonra kısa bir zaman içerisinde müşteriye teslim olanağı sağladığı için, pazarlama kısmına da kolaylık sağlanmış olur.

5- Üretimdeki iniş çıkışlar ve mevsimlik değişimler ne kadar fazla olursa olsun, stok bulundurulması üretimin normal bir şekilde sürdürülmesini sağlayacağından, çalışan sayısındaki denge korunabilecektir.

***Stok bulundurmanın başlıca sakıncaları şunlardır (Hıçkın, 2002):***

1- Gereğinden fazla bulundurulan stok; işlerlik sorunu, modası geçme, deforme olma, vb. durumlarla yüz yüze gelme olasılığının yaşanması, ya da karşılaşılabilecek bu tür durumları engel olmak amacıyla alınacak önemlemler, maliyetleri artırabilir.

2- Stoklar için yapılan sermaye artırımındaki artış, firmanın diğer alanlara yapacağı yatırımları kesintiye uğrayabilir.

3- Stokların fazla miktarı için gerekli olan büyük depolar, firmalar için maliyeti arttıran bir öğedir.

4- Stokların kayıt, sayım ve bakım işlemleri maliyetleri yükseltir.

5- Yaşanabilecek risklere karşı, stokların sigortalanması maliyet oluşturur.

6- Devletin aldığı vergiler de stokların maliyetini artırıcı unsurlar arasında yer almaktadır.

## **2.2. STOK MALİYETİ**

Stok miktarının artmasına paralel bir şekilde artış gösteren maliyet kalemlerine örnek olarak; depolama maliyeti, eskime ve modası geçme, sermayenin fırsat maliyeti, kalite maliyetleri, ödenecek vergi ve sigorta, deforme olma maliyetleri verilebilir. Stok miktarının artmasına paralel bir şekilde azalış gösteren maliyet kalemlerine örnek olarak; müşterinin kaçırılması, üretime hazırlık (kurulum) maliyeti, sipariş maliyeti, üretim maliyeti, satın alma maliyeti, ve maliyeti sayılabilir (Dilworth, 1993).

Çoğu işletmenin faaliyet alanlarında aşağıda sıralanan üç temel stok maliyeti ile karşılaşılır:

- 1- Stok Bulundurma Maliyeti,
- 2- Stok Bulundurmama Maliyeti,
- 3- Sipariş Verme Maliyeti.

### **2.2.1. Stok Bulundurma Maliyeti**

Firmanın belirli bir süre için belirlediği stok miktarını bulundurması (depolaması) sonucunda ortaya çıkan maliyetlerdir. Stok miktarıyla stok bulundurma maliyeti paralel olarak artış göstermektedir. (Sulak, 2008). Firmaların belirli bir sürede stok bulundurma maliyetlerinin toplamı, o süre içinde bulundurulan ortalama stok miktarının bir fonksiyonu olmaktadır. Firmalarda stoksuz kalma maliyetlerinin en az olması arzu edilirken, diğer taraftan da stoksuz kalmanın sonucu olan müşteri taleplerini karşılayamama gibi durumların oluşmaması istenir. İşletmelerin stok düzeyini dengede tutmakla görevli birim yetkilileri, stok yönetiminde verimliliği temin edebilmek için bu durumu göz ardı etmemeleri gerekmektedir. Stok bulundurma maliyetleri aşağıda sıralanmıştır (Tekin, 1996):

Maliyet türlerini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz (Öztürk, 2001):

**Sermaye (fırsat) maliyeti:** Elde bulundurulan sermayenin belirli bir bölümünün stoktan farklı bir yatırımla değerlendirilmemesi neticesinde bu sermayenin vazgeçilen alternatif kazancının meydana getirdiği ve muhasebe kayıtlarında olmayan bu maliyetin değeri, stok haricindeki yatırımlardan elde edilecek en fazla gelire denktir.

**Depolanma alanı maliyetleri:** Deponun, kira (depo işletmeye ait bir mülk değilse), aşınma, emlak vergisi (depo işletmeye ait bir mülk ise), sigorta, güvenlik, ışıklandırma, ısıtma veya soğutma, ısı ve nem kontrolü, vb. maliyetleri ile ithal edilen ürünlerin gümrükte bulunduğu zaman diliminde depolanma maliyetlerinden meydana gelir. (Bu maliyet çeşidi depolanan mal hacmi ve depolamanın süresi ile paralellik göstermektedir).

**Hizmet (servis) maliyetleri:** Stok bulundurulması nedeniyle artan taşıma, sayım, sigorta, vergi ve giderleridir. Sigorta giderleri, stok düzeyinin değişmesiyle paralellik göstermektedir. Elde bulundurulan stok miktarı nispetinde senede bir kere ödenen vergi,

stok miktarı ile paralellik arz eder. Sayım ve taşıma maliyetleri ise stok miktarı ile orantılı olarak değişir.

**Risk maliyetleri:** Genel olarak tahminde bulunularak belirlenen ve stokta bulundurulan malların bozulma, kaybolma, çalınma, eskime vb. durumlarından meydana gelen bu maliyetlerin stok seviyesi ile orantılı bir şekilde değişim gösterdikleri düşünülür.

### **2.2.2. Stok Bulundurmama Maliyeti**

Stok bulundurmama maliyeti, müşteri talebinin karşılanamaması sebebiyle meydana gelir. Bu maliyet, talebin karşılanamaması sebebiyle satış kaybından ya da eksik stokları elde etmek amacıyla yapılmış olan sıra dışı harcamalardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, stoksuzluktan dolayı müşteri talebini karşılayamama halinde, mevcut ve potansiyel müşterilerde işletmeye karşı hissedilebilecek olumsuz düşünceler, rakamsal olarak ifade edilemeyen bir maliyete neden olur (Doğan, 1995). Stok bulundurmama maliyetleri aşağıda sıralanmıştır (Can ve Koçak, 2006):

- Müşterinin talep ettiği mala ait stok bulunmaması ve işletmenin söz konusu malı temin edebilmek maksadıyla geçireceği zamanı müşterinin beklemeyerek ihtiyaçlarını başka yerlerden karşılaması ve bunun sonucu olarak gelir kaybından oluşan kayıp satışlar maliyeti,
  - Müşteri güveninin kaybı,
  - Pazar kaybı sebebiyle meydana gelen maliyet,
  - Müşteriye ürünün geç teslimi neticesinde meydana gelecek olan ceza maliyeti ile gecikme bildirimini için maruz kalınan ekstra haberleşme ve kırtasiye maliyetleri,
  - Müşteri talebini yerine getirmek için başka bir kaynaktan mal sipariş edilmesi neticesinde üstlenilecek olan ekstra ve yüksek satın alma maliyetidir.

### **2.2.3. Sipariş Verme Maliyeti**

Sipariş maliyeti, verilen her yeni sipariş ile o siparişin teslim edilmesine kadar geçen sürede meydana gelen maliyetlerdir. Sipariş maliyeti; siparişin düzenlenmesi ile ilgili haberleşme, kırtasiye, kayıt masrafları, personel gideri, sipariş takibi, kargo ve faturaların ödenmesi amacıyla yapılan masraflar ile ürünün teslim edilmesi sırasında oluşan kontrol, ulaşım, kayıt masrafları ve teslim alma gibi masrafların tümünü oluşturur (Tekin, 2003).



Sipariş miktarı ne kadar büyük olursa olsun, üretim süreci boyunca sipariş için katılan bu masrafların sabit olduğu kabul edilir (Özgen vd., 2001).

Elde bulundurma maliyetlerinin oluşabilmesi için sipariş maliyetinin var olması gerekmektedir; çünkü sipariş maliyetleri, elde bulundurma maliyetlerinin temelini oluşturmaktadır (İlyasoğlu, 1983).



## **BÖLÜM 3 STOK KONTROL YÖNTEMLERİ VE MODELLERİ**

### **3.1. STOK KONTROLÜNÜN AMACI VE ÖNEMİ**

#### **3.1.1. Stok Kontrol Kavramı**

İşletmeden işletmeye farklılıklar olabilmekle birlikte, stoklar işletmelerin yatırım kalemlerinden biridir ve bilanço kalemlerinin kayda değer bir bölümünü oluşturmaktadır. Ayrıca, stoklar üretim evresinin sorunsuz sürdürülebilmesi, siparişlerin vaktinde teslimatı ve bunların sonucunda müşteri memnuniyeti bakımından büyük öneme sahiptir. Stok kalemlerinin bu şekilde önem arz etmesi; stok takibini, sipariş ve teslimatların uyumlu bir şekilde yönetilmesini zorunlu hale getirmiştir (Küçük, 2009).

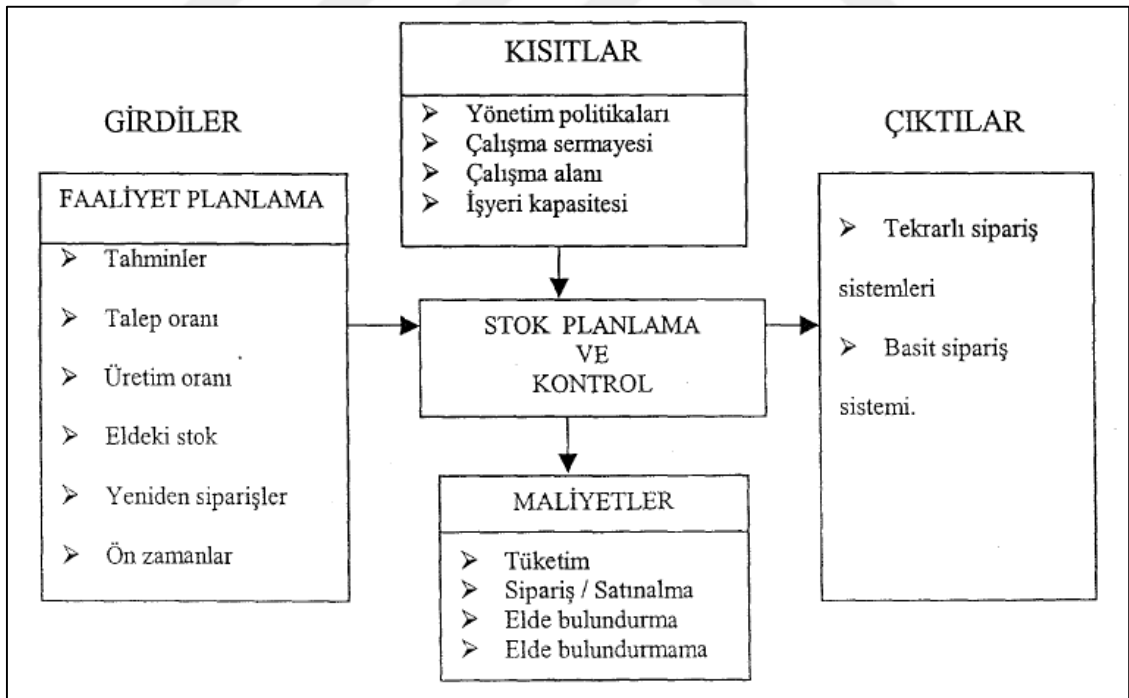
İhtiyaç duyulmayan stokların elde tutulmaması, üretimde kullanmak üzere ihtiyaç duyulan stokların yeterli seviyede bulundurulması ya da müşteri siparişlerinin uygun zaman ve doğru miktarda verilebilmesi maksadıyla stokların kontrolü, yani stokların yönetimi önem arz etmektedir. Üretimde ilk adımı oluşturan hammadde girişinden başlayıp nihai mamulün oluşmasına kadar üretime katılan veya duran yarı mamul ile mamul maddenin bütün stok hareketlerinin izlenmesi ve bunların her aşamada üretim faaliyetlerinde aksaklık olmayacak kadar çok, fakat ihtiyaç duyulandan fazla olmasını engellemek maksadıyla icra edilen çalışmalara "stok kontrolü" adı verilmektedir (Korkmaz, 2001).

Son dönemlere stok kontrolünde önemli gelişmeler olmuştur. Stokların üretim sistemindeki yerinin ve öneminin artması, stokların sadece stok kontrolü ile etkili bir stok politikası icra etme imkânının azaldığını göz önüne sermiştir. Bu nedenle stokların geniş bir biçimde incelendiği stok yönetimine gereksinim duyulmuştur. Bunun neticesinde, stok kontrolü yerine stok yönetimi kavramı kullanılmaya başlanmıştır. Bu açıdan stok yönetimi, stok kontrolünün fonksiyonlarını daha detaylı bir biçimde içine almaktadır (Tekin, 2003).

Stok kontrolü dinamik bir süreçtir. Diğer bir ifade ile, stok seviyelerinin tespiti, kontrol edilmesi ve maliyetlerin tespiti gibi stok kontrolü işlemleri kapsamında yer alan bütün safhalar sadece bir defaya mahsus olarak yapılması gereken faaliyetler olmayıp devamlı olarak takip ve tetkik gerektiren işlemlerdir. Firmanın dönemsel şartlarına göre belirlenen stok seviyeleri, sürekli olarak gözden geçirilmeli ve gerek firmanın kendi bünyesinde gerekse genel ekonomik şartlarda oluşabilecek bir değişiklik karşısında stok politikasında da gereken düzeltmeler yerine getirilmelidir. Aksi halde, stok kontrolünden istenen yarar elde edilememiş olur (Kodal, 2010).

### 3.1.2. Stok Kontrolünün Amacı

Sağlıklı bir stok politikası yürütebilmek için öncelikle stok sisteminin nasıl işlediği bilinmelidir. Bütün işletmelerde rastlanabilecek bu sisteme ilişkin girdi ve çıktılar Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Stok sistemlerinin ana özellikleri, tedarik süresi, sabit yada değişken talep, stok değişimleri, gözden geçirme süresi ve aşırı stok durumunda verilen tepkidir.



Şekil 3.1 Stok Sisteminin İlişkin Girdi ve Çıktıları (Tersine, 1984)

**Kaynak:** Tersine, J.R., (1984), "Principles of Inventory and Material Management", Elsevier Pub.Co., New York.

Stok kontrolünün öncelikli hedefi stok yönetimi yapabilmek maksadıyla gerekli olan stok seviyesinin belirlenmesi ile sipariş zamanlarının tespit edilmesidir. Stok kontrolü sayesinde toplam stok maliyetlerini en düşük seviyeye getirebilecek bir stok düzeyine erişme imkânına sahip olmaktadır. Bu sebeple bütün işletmeler; kapasitesine, yönetim modeline, üretim şekline, maddi imkânlarına, devletin ekonomik politikasına, üretilen mal ve hizmetin çeşidine göre oluşturduğu bir stok kontrol sistemi uygular (Ayanoglu, 2005).

Tedarik zinciri içerisinde stok, en basit ifade ile işletmelerin sipariş vermesi gereken malzemelerin zamanını ve miktarını tam olarak belirleyememesine ilişkin problemleri içerir. Fakat stok yönetimi ile ilgili problemler, üretim aşamalarındaki çeşitlilikler ve talepteki belirsizlikler sebebiyle karmaşık olabilmektedir. Farklılık arz eden tedarik zinciri yapıları ve stok modelleri için en iyi (optimum) çözümü getiren matematiksel modeller geliştirilmiş olsa da, stok modellerinin karmaşıklığı ve gerçek hayata yakınlığı arttıkça bu duruma bağlı olarak matematiksel yaklaşımların karmaşıklığı da paralel şekilde artmakta ve anlaşılmasında zorluklar yaşanmaktadır (Sezen, 2004).

Bazen mali sıkıntı yaşayan firmaların, üretim birimleri arasında, nakit ihtiyacını karşılayacak miktarda gereğinden çok yarı mamul stoğu bulundurulduğu görülmektedir. Bazı firmalarda ise, yeterince hammadde stoğu bulunmasına rağmen, ufak tefek birkaç parça olmaması sebebiyle üretim aksayabilmektedir. Bu ve benzer durumlar, öncelikle planlama, üretim, kontrol ve satış olmak üzere, tüm birimlerin katkısıyla stok kontrol sisteminin oluşturulmasıyla önlenabilir. Etkili bir stok kontrol sisteminin işletme ekonomilerine yararları şu şekilde sıralanabilir (Kobu, 2014):

- Üretim faaliyetlerinin düzgün, insan-makine malzeme imkânlarından en verimli şekilde yararlanmasını sağlar,
- Malzeme ve parçanın bulunmaması sebebi ile oluşan bekleme süreleri ve muhasebesi sisteminin ihtiyaç duyduğu bilgiler kolayca toplanır,
- Dikkatsizlikten dolayı kaybedilen mamul ve malzeme miktarı azaltılır, düzeltme için müdahale edilebilir.

### **3.1.3. Stok Kontrolünün Önemi**

Stok kontrolü vasıtasıyla, stok bilgilerinin idareye ulaştırılmasına ve stok bulundurma giderlerinin dengelenerek elde edilebilecek yararlar ile stok bulundurma giderlerinin dengelenerek

işletme için en ideal stok miktarının tespitine çalışılır. Stok kontrolü; firmanın üretimi, tedariki, maddi imkânları ve satışına göre, stok miktar ve türlerinin ekonomik bir şekilde tespit edilmesidir. Stok kontrolü incelenecek işlemler aşağıda sıralanmıştır (Hıçkın, 2002):

- Firmanın ihtiyaç duyduğu malzemelerin belirlenmesi,
- Elde bulunan malzemeler arasından stoku bulundurulacak malzemelerin seçimi,
- Üretiminde herhangi bir aksaklığın meydana gelmemesi maksadıyla bulundurulacak miktarın tespit edilmesi,
- Sipariş verme zamanlarının tespiti,
- Stok kayıtlarının incelenmesi,
- Eldeki stoklara bağlanması planlanan minimum sermayenin tespiti,
- Elde bulundurulan stokların, zaman ve emek yönünden optimum yararlanılabilecek biçimde depolanmasının sağlanmasıdır.

Üretim yapan her işletme için stok kontrolü önemli bir yere sahiptir. Üretim maliyetinin yarısından daha büyük bir bölümünü meydana getiren stoklar, hem üretim hem de çeşitli hizmetler yönünden önemli olmakla birlikte, işletmenin hatırı sayılır bir yatırımını temsil etmektedirler. Stok kontrolünü değerli kılan sebeplerden biri de stoklara elde etmede ve elde bulundurmada bir takım problemlerle karşılaşılabilmesidir. İlave stoklar ek maliyetleri beraberinde getirmektedir. Bu, optimum üretim programlarının olduğu kadar, talep tahmini tekniklerinin kullanımını da gerektirmektedir (Küçük, 2009).

#### **3.1.4. Stok Kontrolünün Yararları**

Stok kontrol mekanizmasının kurulabilmesi maksadıyla; tüketim hızı, depoya konulacak en az miktarlar, sipariş miktarları, satın alma süresi gibi bilgilerin netleşmesi önem arz etmektedir. Stokların düzenli takibi sayesinde, üretim faaliyetleri uygun bir biçimde yürütülebilecek ve ekonomik sipariş miktarları belirlenebilecektir (Hıçkın, 2002).

İşletmede başarının temelini oluşturan stok kontrolünün yararları şu şekilde açıklanabilir (Öztürk, 2001):

- Minimum stok seviyesi ile işlem yapıldığından, stoklara bağlanan mali kaynak da ihtiyaç sınırları içinde tutulmuş olur, böylece finansman sorunu ile karşılaşmama konusunda önemli bir adım atılmış olur,
  - Stok bulundurma maliyetinde ve buna bağlı diğer maliyetlerde azalma meydana gelir,
  - Ürün ve malzeme alım-satım masraflarında azalma sağlanır,
  - Üretim planlamasına yardımcı olur. Yani insan, makine ve malzeme arasında iyi bir işbirliğinin tesis edilmesini sağlar, böylece üretimde yığılma veya zaman israfı azalarak üretimdeki aksamalar önlenir,
  - Maliyet muhasebesi için talep edilen bütün bilgilerin sağlıklı bir şekilde temini sağlanmış olur,
  - Üretim akışı kontrolü sağlanarak, müşterilere daha iyi hizmet sunulur,
  - Çeşitli sebeplerle kullanılmayacak duruma gelen mal ve malzeme kayıpları önlenir.
  - Gereğinden fazla stoklar ortadan kalkar, bunun sonucu olarak en düşük stok yatırımı ile üretim ihtiyaçları karşılanır.
  - Müşteri talebini karşılayacak yüksek stok ile sermayeyi minimum düzeyde tutacak stok arasındaki dengenin olması, stok kontrolünün en zor kısmını meydana getirmektedir (Öztürk, 2001).

## **3.2. STOK KONTROL YÖNTEMLERİ**

### **3.2.1. Gözle Kontrol Yöntemi**

Kapasitesi küçük firmalarda, ambar yada depo sorumlusu personel marifetiyle uygulanan bir stok kontrol yöntemidir. Stokta bulunan ürünler görevli personel tarafından sürekli takip edilerek elde bulundurulan stokların azalması durumunda sipariş verilmektedir. Basit, kolay ayrıca maliyetinin düşük olması nedeniyle perakende satış yapan işletmeler ile üretim kapasitesi küçük işletmelerde yaygın bir şekilde başvurulan bir yöntemdir (Tekin, 2003).

Yalnızca depo görevlisi personele sorumluluk yükleyen, hata yapma riski yüksek olan bu yöntemin, üç önemli sakıncası vardır (Kobu, 2005):

- Sipariş miktarı ve düzeyi ile stoğun takip edilme periyodu, şahsi yargıya dayandığından, hata yapma ihtimali yüksektir.

- Depo düzeni sistemli bir şekilde yapılmamışsa kontrol yapan görevlinin sık sık yanılma ihtimali vardır.
- Stok kontrolü tamamen görevli personelin inisiyatifine bırakıldığından, talep ve tedarik süresindeki ani değişimler karşısında hata yapma olasılığı yüksek olabilmektedir.

### **3.2.2. Tek Kutu Yöntemi**

Bu yöntemde kutu olarak nitelendirilen yer veya rafın belirli zaman dilimlerinde kontrolü yapılmakta ve doldurulması sağlanmaktadır. Örneğin, petrolerde bulunan tankların doldurulması ile marketlerde yapılan raf kontrolü ve atölyelerde küçük parçaların bulunduğu kutular verilebilir. Bu yöntemde kutu veya raflar belli periyotlarla stokla doldurulmakta, stok giriş ve çıkışı için yapılan işlemler kayıt altına alınmamaktadır. Stoksuz kalma ihtimalinin yüksek olduğu tek kutu yöntemi, gözle kontrol yöntemi gibi uygulaması basit, kolay ve maliyeti düşük bir yöntemdir (Schroeder, 1993).

### **3.2.3. Çift Kutu Yöntemi**

Çift Kutu Metodu ile stok kontrolünde depoda bulunan bütün malzemeler iki farklı kutuda tutulur. Büyük kutu boşalınca kadar malzeme kullanılır. Malzeme siparişi vermek amacıyla büyük kutunun yakınında bir talep formu vardır. Yenileme talebi gönderilir ve bu zaman zarfında küçük kutudaki malzemeler kullanılır. Küçük kutuda, yeni malzeme siparişi teslim alınana kadar yetecek miktarda emniyet stoku vardır. Stok yenilenmesi gerektiğinde, talep formu tekrardan büyük kutunun yakınına konur, her iki kutu doldurulur ve bu şekilde döngü devam etmektedir. Bu metotla stok kontrolü basittir ve her stok kullanımında kayıt tutmaya lüzum yoktur. Ancak, standart bir çift kutu sistemi olmaması ve malzemelerin herhangi bir uyarı yapılamadan kullanılamaz hale gelmesi veya demode olması ihtimali vardır (Doğruer, 2005).

### **3.2.4. ABC Yöntemi**

İşletmelerde düşük ya da yüksek değerli, az ya da çok kullanılan malzemeler yer almaktadır. Yüksek değerli olan ürünler en önemli olarak belirlenip daha çok kontrol edilirken, değeri daha düşük ürünler daha az önem arz etmektedir. Ürünleri bu şekilde gruplandırma yaparak kontrol etmek, işletmelere hem zamandan hem maliyetten

tasarruf etmelerini sağlar. ABC yönteminde, kullanılan malzemeler miktarın dışında, değer itibariyle izlenmektedir (Sözbir vd., 2003).

ABC yönteminde, işletmelerin genellikle birçok ebat ve çeşitteki mallardan meydana gelen stok kalemlerinin, toplam içindeki kümülatif oranlarına göre tasnif edilmesinden ibarettir. Stok kalemleri stok değerine göre A, B ve C şeklinde üç grupta incelenmektedir (Kobu, 2005):

**A Grubu:** A grubunda bulunan stok kalemleri, toplam stok miktarının %15-20'sini, yıllık toplam stok değerinin de %75-80'ini oluşturur.

**B Grubu:** Bu gruptaki stok kalemlerinin, toplam stok değeri içinde ortalama bir oranı bulunmaktadır. Toplam stok miktarının %30-40'ını, stok değerinin de % 15'ini oluşturur.

**C Grubu:** Toplam stok miktarı içindeki payı %40-50, toplam stok değeri içersindeki payı % 5-10 olan kalemler, bu stok grubunu oluşturur.

### **3.2.5. Maksimum-Minimum Stok Kontrol Yöntemi**

Bazı durumlarda sabit sipariş döneminde belli aralıklarla sipariş verilmesi nedeniyle sipariş miktarı az olabilmektedir. Bu durumu engellemek maksadıyla icra edilen maksimum-minimum sisteminde, sabit sipariş miktarı ve sabit sipariş dönemi sistemi birleştirilebilmektedir. (S, s) sistem şeklinde de isimlendirilen bu sistemde istenen en yüksek stok seviyesi (S) ile en düşük stok seviyesi ise (s) ile belirlenmektedir. Stoklar belirli periyotlarda kontrol edilmekte ve stok miktarı önceden tespit edilen stok düzeyinin altında bulunuyorsa sipariş verilmektedir. Stok miktarı, tespit edilen stok düzeyinin altında bulunmuyorsa eldeki stok miktarının müteakip döneme yeteceği değerlendirilerek sipariş verilmemektedir (Dilworth, 1993). Bunun yanı sıra, siparişin zamanında hazır olmaması halinde, tespit edilen bir miktar emniyet stoğu olarak elde bulundurulur.

## **3.3. STOK KONTROL MODELLERİ**

İşletmeler müşteri isteklerine süratle karşılık vermek, faaliyetlerini sürdürmek ve nihayetinde de kazanç sağlamak amacıyla tespit edilen miktarda stok bulundurmaya mecburiyetindedir. Stok yönetimi, işletmelerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Stok yönetiminde, stokun ihtiyaç duyulduğu zaman tedarik edilmesi ve aynı zamanda



stokların elde tutma maliyetlerinin artmaması sağlanmalıdır. İşletmelerin bu durumu sağlayabilmesi için, toplam maliyeti en düşük seviyede tutacak biçimde, ürünlerden ne zaman ve hangi miktarda sipariş vereceğini belirlemesi gerekmektedir. İşletmeler için oldukça karmaşık gözüken bu soruları yanıtlamak için çeşitli stok kontrol yöntemleri ve modelleri ortaya çıkmıştır. Talep değişkeni, stok kontrol modellerinin sınıflandırmasında ana belirleyicidir. Talep türüne göre; stok kontrol modelleri, deterministik ile stokastik modeller şeklinde iki çeşittir (Sulak, 2008).

### **3.3.1. Deterministik Stok Kontrol Modelleri**

Tam belirlilik altında olan, parametreleri belli olan ve stok tükenmesine yer veren modellere genel olarak deterministik stok modelleri denilmektedir. Bir mamulün talep miktarı ve sipariş edilen ürünlerin işletmeye transfer zamanı kesin bir şekilde bilinmekteyse, böyle durumlarda deterministik stok modelleri uygulanmaktadır. Bir ürünün stoklanmasında zaman ve miktar açısından işletmeye vereceği maliyetin en düşük olması temel hedefdir. Buna bağlı olarak yıllık toplam maliyeti en düşük seviyede yapacak stok düzeyi belirlenmelidir.

Deterministik stok modelleri; dinamik (değişken) veya statik (değişmeyen) olmak üzere iki ana modele ayrılmaktadır. Talep miktarı, dinamik modellerde değişmekte, statik modellerde değişmemektedir. Dinamik modellerde, stok yönetiminde kesintisiz bir süreç meydana getirecek biçimde stok kararları verilmektedir. Bir kararın sonucunun, müteakip kararları etkilemektedir. Örneğin, süpermarkette belirli bir mal stoku için yıl boyunca, muhtemelen hafta sonlarında stok kararları verilir. Statik modellerde ise, stok politikası hakkında karar bir kez verilir. Bilhassa, modağa bağlı mal stoklarında, mevsim başında sipariş için bir defa karar verilir. Mevsim içerisinde başka bir sipariş verme olanağı yoktur (Gençyılmaz, 1988).

### **3.3.2. Stokastik Stok Kontrol Modelleri**

Talebin tam belirlilik altında olduğu deterministik modeller, gerçek üretim ve dağıtım kurallarına uygun olmadığından, daha gerçekçi olan talebin durumunun net olarak bilinmediği olasılıklı modelleri incelemekte fayda vardır (Özçakar, 2007).

Stokastik stok modellerinde, deterministik stok modellerinin tam tersine belirsizlik durumları mevcuttur. Bu belirsizlik durumu en çok talep unsurunda görülmektedir. Bir mamule olan talep, zaman içerisinde sabit bir şekilde kalamayacağından değişkenlik

göstermektedir. Talebin yıllık, aylık veya günlük olduğu değerlendirildiğinde, talep miktarlarının sabit olduğu düşünülemez. Çünkü talep bazı hallerde dalgalanmalar gösterebileceğinden (ekonomik durumlar, moda faktörü vb), günlük veya aylık olarak istenen miktarlarda azalış ya da artış yaşanabilir.



## **BÖLÜM 4 ENDÜSTRİ 4.0**

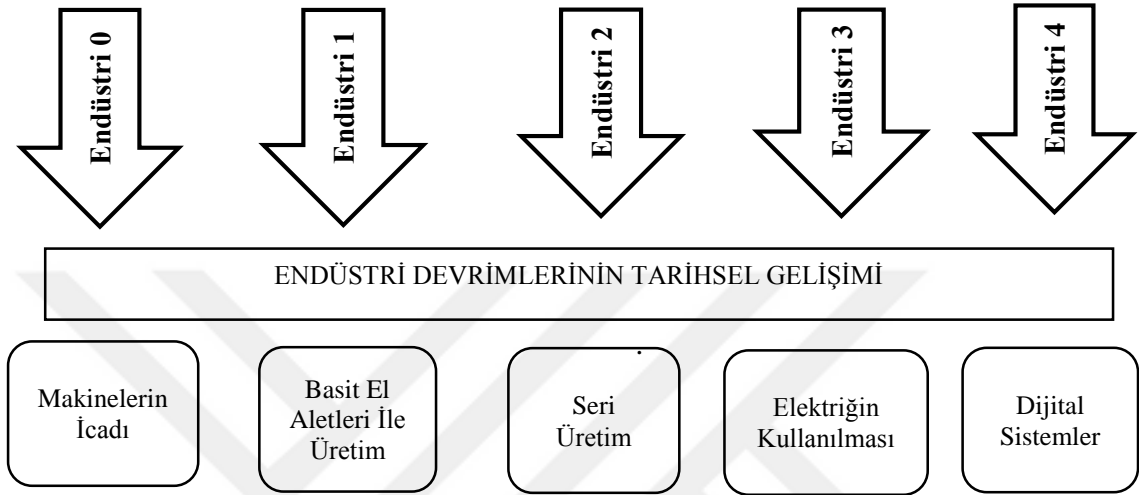
### **4.1. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ**

Endüstri devrimleri; enerji kaynağı olarak insan ve hayvan gücünün kullanıldığı üretimden, makine gücü ile üretimin yapıldığı dönemlere geçiş olarak kabul edilir. Bu tür üretim, İngiltere’de 18. yüzyılda özellikle dokuma alanında ortaya çıkmış daha sonra farklı alanlara yerini almıştır. Makine gücü ile üretimin yerine almasıyla üretim miktarlarında ve şeklinde değişiklikler yaşanmıştır (Yediyıldız, 1994).

Endüstri devriminin yaşanması ile özellikle üretim miktarlarında yaşanan artışlar göze çarpmaktadır. Bu dönemde mekanik güçte, hammadde miktarlarında, üretilen mallarda, artık miktarlarında, ulaştırmada, endüstri ve ticaret süreçlerini izleyen çalışanlarda, tüketici sayısında, sermayesi büyük olan işletmelerde artış yaşanmıştır. Eski ve basit üretim yöntemlerinin yerini, daha hızlı ve kaliteli üretim yapan tesisler almıştır (Mcneil, 1994).

İnsan gücüne dayanan üretimden, makine gücüne dayalı üretime geçiş olarak kabul edilen sanayi devrimi, 18. yüzyıldan bu yana yaşanan gelişmelere bağlı olarak çeşitli safhalara bölünmüştür. Endüstri devrimlerini beş ana, bazı kaynaklara göre dört, başlık altında incelemek mümkündür. Bazı kaynaklar sanayi devrimini birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sanayi devrimi olarak bölümlere ayırırken, bazı kaynaklar bunlara ilave olarak endüstri sıfırı da eklemişlerdir. Toplumlar, avcılık ve toplayıcılık yaptığı dönemden, çiftçilik ve hayvancılık yaptığı döneme geçiş yapmıştır. Bu dönem tarım devri olarak adlandırılmıştır. Tarım devri ile birlikte toplumlar sosyal ve ekonomik yaşamlarında birtakım değişiklikler yaşamış, nüfus artışı hızlanmış ve şehirleşme başlamıştır. Ayrıca toplumlar mülkiyet anlayışı kazanmışlar ve yönetim biçimlerini değiştirmişlerdir. Endüstri devrimlerinin başlangıç seviyesi olarak Endüstri 0 kabul edilir. Bu dönem, toplumların basit el aletlerini kullanmasıyla başlamış ve buhar makinesinin icat edilmesiyle son bulmuştur. Buhar makinesinin icadı ile başlayan endüstri devrimleri son iki yüz yıl içerisinde dağılmıştır (Liao vd., 2017).

Birinci endüstri devrimi diğer bir adıyla Endüstri 1.0; sanayileşmenin başlangıcı olarak kabul edilen ve ilk olarak 18. yüzyılda Birleşik Krallık’ ta başlayıp 19. yüzyıl ortalarına kadar süren devrimdir. Birinci endüstri devrimi, Birleşik Krallıktan sonra Avrupa, Amerika ve Japonya’da yayılmıştır. (Çeliktaş vd., 2015). Şekil 4.1’de endüstri devrimlerinin gelişimi açıklanmıştır.



Şekil 4.1 Endüstri Devrimlerinin Gelişimi (Küçükkalay, 1997)

**Kaynak:** Küçükkalay, A. M., (1997), “Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.

Bu süreçte su ve buhar gücünden maksimum fayda sağlamak amacıyla, su ve buhar enerjisi ile çalışan makineler kullanılmaya başlamıştır. Buhar gücünden faydalanan tekstil fabrikalarının İngiltere’de kurulmaya başlamasıyla iş gücü olarak insan emeğinden makine gücüne geçiş yaşanmış, üretim daha verimli hale gelmiş ve fabrikalar daha fazla mal üretmeye başlamıştır. Bu durum yeni pazar arayışını ve hammaddeye olan ihtiyacı arttırmış, ürünlerin ihracatını da beraberinde getirmiştir. Üretimde makineleşme süreçlerinin yaşanması ile hem üretim kolaylaşmış hem de yaşam kalitesi artmıştır. Geniş ailelerin yerini çekirdek aileler almış, zaman kavramı toplumlar tarafından önemli hale gelmiştir (Çeliktaş vd., 2015). Yeni fırsatları beraberinde getiren endüstri 1.0 ile toplu üretime geçilmiş ve buna bağlı olarak üretimde kar miktarlarında artış yaşanmıştır. Ayrıca, işçi sınıfı doğmuş, üretimde arz fazlası oluşmuş, işçi ve işveren arasında gelir farkları artmıştır. Böylece sosyal sınıfsal sorunlar da yaşanmaya başlamıştır. Ayrıca bu dönemde kömürün de kullanılması ile demir yollarının gelişimi hızlanmıştır. Bu durum yeni hammadde kaynaklarına ulaşmada da kolaylık sağlamıştır.

Endüstri devrimi aslında toplumlarda imal sistemlerinde ve toplumların yaşam biçimlerinde köklü değişikliklere neden olmuştur. Sosyal ve günlük yaşamda kayda değer değişimlere neden olan endüstri devrimi siyasi yapılanmaların ve hukuki yapının önünü açmıştır. Mühendislik bilimlerinin yanı sıra, sosyal ve sağlık bilimlerinde de devrimlere neden olmuştur. Bu kapsamda sanayi devriminin sürekli gelişmesi ve yeni devrimlere yol açması en önemli özellik olarak göze çarpmaktadır (Özsoylu, 2017).

Endüstri 2.0 olarak adlandırılan ikinci endüstri devrimi yaklaşık olarak 19.yüzyılın ortalarında başlamış ve 20. Yüzyılın ortalarında son bulmuştur (Jänicke ve Jacob, 2009). Genellikle 1860 yıllarında etkili olan endüstri 2.0 döneminde, düşük maliyetli çelik üretiminin yaygınlaştığı bilinmektedir. Bu dönemde, birinci sırada demir yolları olmak üzere genel olarak ulaşım yolları gelişmiş ve kolaylaşmıştır (Özsoylu, 2017).

Bazı kaynaklara göre teknoloji devrimi olarak da adlandırılan endüstri 2.0 çağında; enerji ve hammadde kaynağında değişiklikler meydana gelmiştir. Endüstri 1.0 çağı ile sık sık anılan kömür, demir ile buhara ilave olarak endüstride kimyasal maddeler, petrol, çelik, elektrik de kullanılmıştır (WEB\_3).

Ayrıca bu dönemin Fordist dönem olarak ta tanımlanan araba üretimi için kitlesel üretimi benimseyen Henry Ford'un kitlesel üretimi benimsemesi ile başladığı da öne sürülmektedir (Alçın, 2016). Otomotivde başlayan seri üretim, daha sonra birçok sektöre yayılmıştır. 1960'lı yılların sonuna kadar üretimin temel stratejisini Fordizm olarak da adlandırılan bu üretim çağı oluşturmuştur (EKO-IQ Dergisi, 2014). Endüstri 2.0 ile kitlesel üretim yöntemleri ile üretim bantları gelişmeye başlamıştır. Buhar makinesinin kullanılması ile fabrikalara elektrik enerjisi sağlanmıştır. Böylece elektrikli makineler fabrikalarda yer almaya ve işletmelerin rekabet stratejisi oluşmaya başlamıştır. Endüstri 2.0 döneminde en büyük atılımı Almanya ve ABD yapmıştır. Bu iki ülke sanayi de dünya lideri haline gelmiştir. Birinci endüstri devrimine İtalya, Rusya, Kanada, ile Japonya; 1. Dünya Savaşını döneminde, 1914 yılında yeni başlamıştı. Türkiye, Hindistan, İspanya ve Çin ise endüstri devrimine başlamamışlardı (Özsoylu, 2017).

Endüstri 2.0 demiryollarının daha da gelişmesini beraberinde getirmiştir. Demiryollarının gelişmesi ile hammadde tedariki ve uzak pazarlara ulaşım kolaylaşmıştır. Ayrıca kullanılan hammaddelerin ve enerji kaynaklarının değişmesi bu gelişmelerle birlikte teknolojinin her geçen gün bir adım ileri gitmesi Endüstri 2.0'ın

temellerinin atılmasına sebep olmuştur (Jänicke ve Jacob, 2009). Üretimde bilgi teknolojileri 1970’li yıllardan itibaren önem kazanmış, otomasyon yaygınlaşmış, işgücünün yerini makineleşme almıştır. İlk dönemde hâkim olan demirin yerini çelik almıştır ve ticaret hızlanmıştır. Haberleşme ve iletişim alanında gelişmeler yaşanmıştır. Merkezileşme kavramı gündeme gelmiştir. (Pamuk ve Soysal, 2017). Şehirlerin refah düzeyi artmıştır. Genel olarak Endüstri 2.0 döneminin öncüleri İngiltere, Almanya, ABD, Japonya olmuş ve daha sonra dönemin etkileri dünyanın birçok ülkesine yayılmıştır (Ege Bölgesi Sanayi Odası, 2015).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren Post Fordist dönem olarak da kabul edilen endüstri 3.0 devrimi başlamıştır. Bu dönemde tüketicilerin tercihlerinin değişmesi ile tek tip üretimin yapıldığı Fordizm yavaş yavaş terk edilmiştir. Bununla beraber tüketici tercihlerinin ön planda olduğu üretim şekli sağlanabilmiştir (Türk Döküm Dergisi, 2012). Gelişen teknolojinin etkisiyle otomasyon yaygınlaşmaya başlamış elektronik, iletişim teknolojileri kullanılarak programlanabilir makineler tasarlanmış, üretim sistemlerine dahil edilmiştir. Bu devrimin diğer devrimlere göre geç başlaması o dönemlerde İkinci Dünya Savaşı’nın yaşanıyor olması etkili olmuştur. Fakat daha sonraki dönemlerde İkinci Dünya Savaşı Endüstri 3.0 devriminin yaşanmasının ana nedeni olmuştur. Endüstri devrimlerinin gelişimi devam ederken; çevresel sorunlar ve dünyadaki yenilenemez kaynakların hızlı tüketimi meydana gelmiş; güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları da önem kazanmaya başlamıştır (WEB\_3).

Bu endüstri devriminin gelişimi internetin ortaya çıkması ile hız kazanmıştır. Ulaşım ve iletişim alanında gelişmeler yaşanmıştır. Küreselleşme kavramı sanayide yer almaya başlamıştır. Savaş zamanında ortaya çıkan gereksinimlere cevap vermek amacıyla geliştirilen teknolojiler bu dönemin başlangıcında önemli bir etken olmuştur. 2. Dünya Savaşı neticesinde teknolojinin gelişmesiyle imalatta otomasyon kullanılmaya başlandı. Ayrıca yazılım alanında yeniliklerin yapılmasıyla birlikte makineler de değişime uğradı. Tüm bunlarla birlikte telekomünikasyon, biyotarım, fiber optik, lazer, mikro elektronik ve bilgisayar gibi alanların gelişimi üretime olumlu olarak yansdı. Ulaşım ve iletişim kolaylaştı, insanlar arasındaki mesafeler kısaldı bunun yanısıra küreselleşme de giderek arttı. Diğer devrimlerde olduğu gibi bu devrimde de enerji kaynağında değişiklik yapılma yoluna gidilmiştir. Enerji kaynağının tükenme ihtimalinden dolayı yenilenebilir enerji kaynağına yönelme olmuş ve bu durum devlet yardımıyla

desteklenmiştir. Dönemin en önemli kavramı olarak sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir büyüme kavramları büyük önem kazanmıştır (Redclift, 2005).

Endüstri devriminin gelişim aşamaları incelendiğinde, endüstri 1.0 olarak kabul edilen süreçte; üretimin makinelerle yapıldığını, endüstri 2.0 sürecinde; artan ihtiyaçlardan dolayı seri üretime geçildiği, endüstri 3.0 sürecinde ise dijital teknolojilerin kullanıldığını görmekteyiz. Bu süreçleri kısaca, insan gücünden, makine gücüne geçiş olarak da tanımlayabiliriz. Endüstri 4.0 sürecinin başlamasıyla birlikte sadece makine gücü değil, üretim teknolojisinin gelişmesinde etkili bir rol oynayan internetin de kullanılarak üretim safhaları dijitalleşmeye başlamıştır. (Ekonomik Forum Dergisi, 2016).

Tüm bu gelişmelerin yeni değişimler sağlamasının yanı sıra nesnelerin ve hizmetlerin interneti, siber- fiziksel sistemler gibi teknolojilerin etkisiyle Endüstri 4.0 devrimi başlamıştır (WEB\_3).

## **4.2. ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMI**

Mevcut küreselleşme, sermaye ve tüketim mallarına olan sürekli artan dünya talebini karşılama meydan okumasıyla karşı karşıya kalmaktadır. Aynı zamanda insan varlığının sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarında sürdürülebilir bir evrim sağlamaya çalışmaktadır. Bu meydan okuma ile başa çıkabilmek için, endüstriyel değer yaratımı sürdürülebilirliğe yönelik olmalıdır. Halihazırda, endüstriyel değer yaratımı erken sanayileşmiş ülkeler, sanayileşmenin dördüncü aşamasına doğru gelişme, yani Endüstri 4.0 olarak şekillendirilmektedir. Endüstride, teknolojiye ve uygulamalarda hızlı gelişmelerle birlikte, üretimde birçok kavram ortaya çıkmıştır. Yeni bir sanayi devrimini vurgulamak için "Endüstri 4.0" teriminin ileri görüşlü bir terim olarak yayımlandığı genel olarak bilinmektedir. Birçok şirket ve üretim organizasyonu ve bu konuyu araştırmaktadır. Fakat Endüstri 4.0 devrimini gerçekleştirmenin teknoloji yol haritası henüz belirsizdir.

Yapılan literatür taraması sonucunda endüstri 4.0 kavramı şöyle açıklanmıştır:

**Tablo 4.1 Endüstri 4.0 Tanımları**

Yazar	Tanım
Koch, Kuge, Schrauf, Geissbauer	Endüstri 4.0 terimi dördüncü sanayi devrimi anlamına gelir. En iyi şekilde, ürünlerin yaşam döngüsünün tüm değer zinciri üzerinde yeni bir organizasyon ve kontrol seviyesi olarak anlaşılır, giderek artan oranda bireyselleştirilmiş müşteri gereksinimlerine yöneliktir.
McKinsey Digital	Endüstri 4.0, neredeyse tüm ürün bileşenleri ve imalat ekipmanlarına, her yerde bulunan siber fiziksel sistemlere ve tüm ilgili verilerin analizine sahip gömülü sensörler ile imalat sektörünün bir dijitalleşmesi olarak görülüyor.
Deloitte, A.G.	Endüstri 4.0 kavramı, üretim endüstrisinde bulunan tüm değer zinciri sürecinin yönetiminde ve organizasyonunda yeni bir geliştirme safhasına atıfta bulunmaktadır.
Geissbauer, Vedso, Schrauf	Dördüncü sanayi devrimi - Endüstri 4.0, tüm fiziksel varlıkların tamamen dijitalleştirilmesine ve değer zinciri ortaklarıyla birlikte entegrasyona odaklanmaktadır.
Pfohl, Yahsi & Kurnaz	Endüstri 4.0, mobilite, dijitalleşme, şeffaflık, otomasyon, modülerleşme, ürün, ve ağ işbirliği süreçlerin sosyalleşmesi eğilimlerini ele almak için bir değer zincirinde türetilen ve uygulanan tüm yıkıcı yeniliklerin toplamıdır.

**Kaynak:** WEB\_4, Koch, V., Kuge, S., Schrauf, S., Geissbauer, R., (2014), “*Opportunities and challenges of the industrial internet. Strategy Available at*” Web Site, <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry-4-0.pdf>, E.T. 30/09/2017.

**Kaynak:** WEB\_5, McKinsey Digital, (2015), “*Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector*”, Web Site, [https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf), E.T. 17/04/2017.

**Kaynak:** WEB\_6, Deloitte, A.G., (2015), “*Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.*”, C [http://www.industrie2025.ch/fileadmin/user\\_upload/ch-en-delloite-ndustry-4-0-24102014.pdf](http://www.industrie2025.ch/fileadmin/user_upload/ch-en-delloite-ndustry-4-0-24102014.pdf), E.T. 05/10/2017.

**Kaynak:** WEB\_7, Geissbauer, R., Vedso, J., Schrauf, S., (2016), “*Industry 4.0: Building the digital enterprise. Global Industry 4.0 Survey. PWC. Available at*”, Web Site, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>, E.T. 30/09/2017.

**Kaynak:** WEB\_8, Pfohl, H., Yahsi, B., Kurnaz, T., (2015), “*The Impact of Industry 4.0 on the Supply Chain. epubli GmbH. Available at*”, Web Site, <https://hiicl.org/publications/2015/20/31.pdf>, E.T. 30/09/2017.



İlk Sanayi Devrimi'nden bu yana, devrimler su ve buharlı elektrikli makinelerden, elektrikli ve dijital otomatikleştirilmiş üretime kadar üretimde köklü değişimlere neden oldu. Üretim süreçleri giderek daha karmaşık, otomatik ve sürdürülebilir hale gelmiştir; bu da insanların makineleri basit, verimli ve ısrarlı bir şekilde çalıştırabilmesi demektir. Günümüzde modern üretim özellikle Avrupa ülkelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde Endüstri 4.0 dönemi içerisinde olduğumuzu savunan araştırmacılar olduğu kadar halen Endüstri 3.0 içerisinde olduğumuzu savunan araştırmacılar da mevcuttur. Ancak Endüstri 4.0 dönemi içerisinde bulunduğu kanaatine varmayı güçlendirecek üç önemli neden şunlardır (Schwab, 2016):

**Sistem etkisi:** Bu çağ toplumda; şirketler, ülkeler, sektörler içinde ve arasında sistemlerin tamamen değişimini kapsar.

**Hız:** Diğer endüstri devrimlerinin aksine bu çağ doğrusal değil üstel bir hızla ilerlemektedir.

**Genişlik ve derinlik:** Bu çağ dijital çağın ilerisine geçmiştir ve iş dünyasında, ekonomide, bireysellikte ve toplumda eşsiz bir paradigma dönüşümüne götüren bir çok teknolojiyi kapsamaktadır.

Endüstriyel devrimlerin temel özelliklerine bakıldığında daha önceki dönemlerde gelişme ve yayılma hızının daha düşük olduğu görülmektedir. Diğer bir yandan endüstriyel devrimler dünyanın her yanında aynı anda ve aynı derecede etkiye sahip olmamaktadırlar. Yani farklı coğrafyalarda farklı gelişmişlik düzeylerinin olması da gayet doğaldır. Örneğin günümüzde halen 1,3 milyar kişinin elektrik erişimine sahip olmadığı bilinmektedir ve dünya nüfusunun %17'si halen Endüstri 2.0 dönemini yaşamaktadır. Aynı durum Endüstri 3.0 için de geçerlidir. Dünya nüfusunun büyük bir kısmı internet erişimine sahip değildir. Ancak internetin yayılma hızı ile önceki teknolojilerin yayılma hızı arasında büyük bir fark bulunmaktadır. İnternetin günümüzdeki halini alması ve yaygınlaşması ise yaklaşık 15 yıl sürmüştür. Endüstri 4.0 teknolojilerinin yayılma hızının beklenenden daha da fazla olacağı buradan da tahmin edilebilmektedir (Schwab, 2016).

Endüstri 4.0 devrine ihtiyaç duyulmasının nedenlerini genel olarak şöyle sıralayabiliriz (WEB\_3):

- Doğu-batı ilişkisi (ABD ve Batı Avrupa gelişmeler)
- Kısa sürede pazara ürün çıkarma ihtiyacı:

- Üretimi daha esnek hale getirilmesi
- Ucuz üretim ihtiyacı

Teknolojinin hızla ilerlemesi ile ürünlerin üretim aşamaları değişmeye başlamıştır. Bu değişime bağlı olarak akıllı ürünlerin müşteri ihtiyaçlarına göre planlanması sağlanmış ve bu durum endüstri alanında rekabetle birlikte ürünlerin yaşam döngülerinin kısa zamanda tamamlanmasını da beraberinde getirmiştir. Tüm bunlarla birlikte, imalat sistemlerinde bulunan cihazlar ve sensörler ile interneti bir araya getirme düşüncesi doğdu. Bu düşünce Endüstri 4.0 kavramını yaratmıştır (Bozkurt ve Durdu, 2016).

İnsan toplumu, yaşam kalitesinin aşamalı olarak iyileştirilmesi arzusunda. Endüstri bu tür gereksinimlere ayak uydurmak için ilerlemektedir. Endüstri, tüketicilere özelleştirilmiş ve yüksek kaliteli ürünler sunarak ve çalışanlar için daha iyi bir çalışma ortamı oluşturarak insanların yaşam standartlarını iyileştirmeye devam edebilir. Ancak mevcut üretim paradigması sürdürülebilir değildir. Bir taraftan endüstriyel üretim, küresel iklim ısınması ve çevre kirliliği gibi çevresel bozulmaların çoğuna neden olmakta, öte yandan petrol ve kömür gibi yenilenemez kaynaklardan çok fazla tüketilmektedir. Buna ek olarak, nüfusun yaşlanmasından ötürü işgücü arzı azalmaktadır. Bu nedenle, endüstrinin radikal bir değişime ihtiyacı vardır ve bu değişikliği Endüstri 4.0 ele almaktadır (Wang vd., 2015).

Endüstri 4.0'ın temel fikri, nesnelerin interneti ve hizmetlerini uygulamak için ortaya çıkan bilgi teknolojilerini kullanmaktır; böylece iş süreci ve mühendislik süreci derinden entegre edilmiş, üretim sürekli yüksek kaliteli, düşük maliyetli, esnek ve verimli bir şekilde çalışmaya başlamıştır.

### **4.3. ENDÜSTRİ 4.0 VİZYONU VE KONSEPTİ**

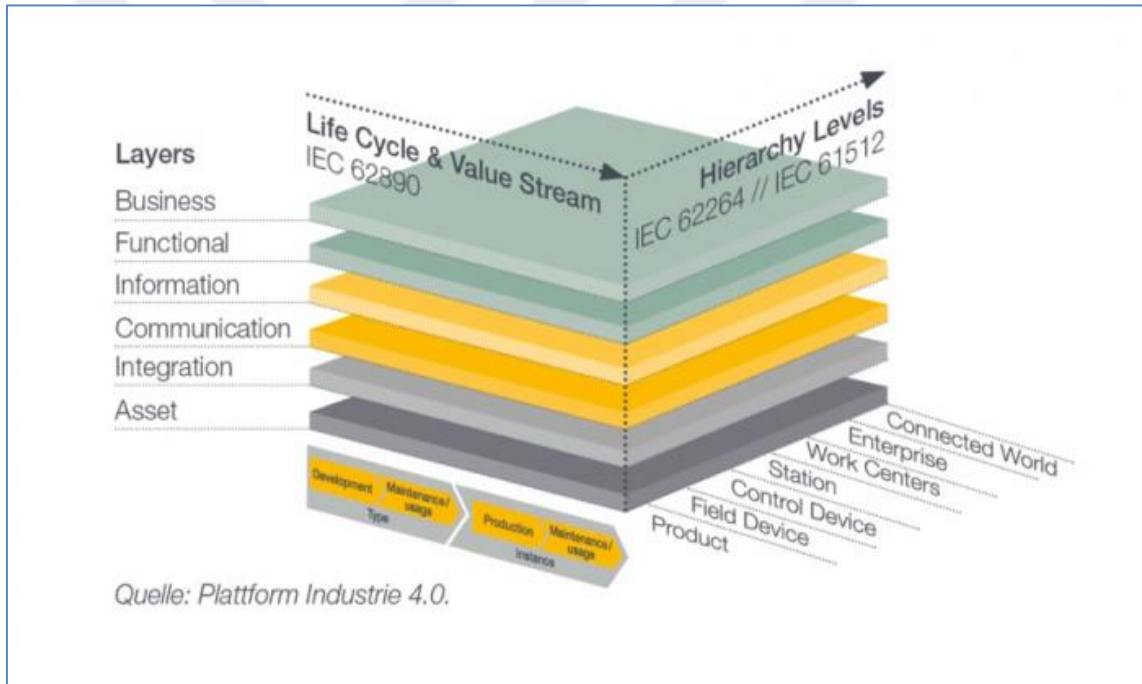
Endüstri 4.0, birbiriyle bağlantılı üç faktör için kullanılır. Bunlar;

- 1) Basit tekniğin dijitalleştirilmesi ve entegrasyonu
- 2) Ürün ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi
- 3) Yeni pazar modelleri olarak sıralanabilir.

Günümüzde tüm bu faaliyetler çok sayıda iletişim sistemi ile birbirine bağlıdır. Gelecekte en çok karşımıza çıkacak teknolojiler ise; Nesnelerin İnterneti (IoT), İnternet Hizmetleri (IoS) ve İnternet İnsanları (IoP)'nin olması beklenmektedir. Bu teknolojiler ile Endüstri 4.0 ortamında bir çok birim birbiriyle haberleşebilecektir. Cihaz ve

sistemler konum farkı gözetmeksizin kullanım ömrü boyunca üreticisinden gelen bilgileri kullanabileceklerdir. Pazar ve üretim ağının tüm unsurları da istedikleri verilere sahip olabileceklerdir. Üreticilerin, tasarım ve test aşamasında bile olabilecek çok modern bileşenlerin özelliklerine sahip sistemleri çalıştırabilmeleri, tüm birimler için çok fayda sağlayacaktır (Zezulka vd., 2016).

Endüstri 4.0'ın detaylı mimari özelliklerinin içeren ilk standardizasyonu 2016 yılında Referans Mimari Model Endüstrisi (RAMI 4.0) ismi ile yayınlanmıştır. Burada sayısal ve fiziksel bileşenler ile bu bileşenlerin insanlarla ve kendi aralarındaki olan ilişkileri tanımlanmaktadır. Bu sebeple modelde sayısal dünyanın ve fiziksel dünyanın bir parçası olabilen varlık kavramı bulunmaktadır. Bu varlıklar belirli bir şekilde yönetilebiliyorsa Endüstri 4.0 bileşenleri olarak ele alınabilmektedir.



Şekil 4.2 RAMI Model Katmanları (Zezulka vd., 2016)

**Kaynak:** Zezulka, F., Marcon, P., Vesely, I., Sajdl, O., (2016), "Industry 4.0-An Introduction In A Phenomenon".

Modern mühendislikte içerdiği değer akışıyla birlikte ürün yaşam döngüsü çok önemli bir kriterdir. RAMI model katmanlarının sol tarafındaki yatay eksen bu özelliği gösterir. Yaşam döngüsü boyunca sürekli veri toplama işlemi bu duruma örnek olarak verilebilir. Tüm yaşam döngüsünü ortaya koyan Endüstri 4.0 mimarisinin makine, ürün,

ve diğer katmanlarının iyileştirilmesi için büyük bir imkan sunmaktadır (Zezulka vd., 2016).

RAMI 4.0 modelinin sol tarafı değer akışını temsil eder. Değer akışının sayısallaştırılması üretilen çeşitlerin iyileştirilmesi için büyük fırsattır. Bu sayede; stokların gerçek zamanlı olarak satın alınması, lojistik veriler montajda kullanılması ve tedarikçiler anlık olarak tedarik durumunu, müşteriler imalat sürecinde ürünlerinin tamamlanma durumunu hakkında bilgi sahibi olur. Tamamen sayısallaştırılmış üretimdeki değer akışı, sipariş planlama, satın alma, lojistik, montaj, bakım, tedarikçi ve müşterilerin için önemli bir etkidir. Bu sebeple yaşam döngüsü içerdiği ve içermediği katma değer süreçleriyle birlikte gözlemlenebilir (İren, 2017).

RAMI model katmanlarının yatay düzlemde sağdaki ekseninde, Endüstri 4.0'daki bileşenlerin işlev fonksiyonunu açıklar. Bu ekseninde; uygulama için herhangi bir belirtim sadece bileşenlerin işlevselliği belirtilir ve işlev ataması yapılır (Zezulka vd., 2016).

RAMI model katmanlarının dikey eksenindeki katmanların işlevleri şu şekilde açıklanır.

**Birinci katman varlık katmanı;** gerçekliği temsil eder. Örneğin; arşivler, fikirler, belgeler, metal parçalar, doğrusal eksenler, diyagramlar gibi fiziksel bileşenlerdir. Ayrıca insan varlık katmanının bir parçasıdır.

**İkinci katman entegrasyon katmanı;** varlıkların bilgisayar işlemleri için kullanılabilen bir formda sunulmasını sağlar. Entegrasyon katmanı ile sanal gerçeklik dünyasına bağlanırlar. Ayrıca, olayların oluşumunu ve sürecin bilgisayar kontrolünü de yapar. Kişilerin entegrasyonu entegrasyon katmanı fonksiyonlarının bir parçasıdır.

**Üçüncü katman iletişim katmanı;** bilgi katmanı yönünde tek biçimli veri formatıyla iletişimin standardizasyonunu sağlar. Entegrasyon katmanının kontrolü için de hizmet vermektedir.

**Dördüncü katman bilgi katmanı;** olayların ön işleme için çalışma zamanı, olayla ilgili kuralların uygulanmasını içerir. Olay ön işlemenin ve kuralların açıklamasını sağlar. Bilgi katmanının bir sonraki işlevleri şunlardır: farklı verilerin tutarlı entegrasyonu, veri bütünlüğünün sağlanması, daha yüksek kaliteli ve yeni verilerin hizmet ara yüzleri aracılığıyla yapılandırılmasının sağlanmasıdır.

**Beşinci katman fonksiyonel katmanı;** fonksiyonların resmi olarak tanımlanmasını sağlar ve çeşitli fonksiyonların yatay entegrasyonuna yönelik bir

platform oluşturur. İşlevsel katmanda karar verme mantığı ve kurallar oluşturulur. Bazı kullanım durumları alt katmanlarda da uygulanabilir. Yatay entegrasyon ve uzaktan erişim sadece fonksiyon bütünlüğünün gerekliliği sebebiyle fonksiyonel katman içerisinde yer alır.

**Altıncı katman iş katmanı;** iş modellerini haritalamayı, değer akışındaki fonksiyonların bütünlüğünü sağlar ve sürecin genel sonucunu gerçekleştirir. Düzenleyici ve yasal koşulları içerir, sistemin izlemesi gereken kuralların modellenmesini yapar. Katman ayrıca farklı iş süreçleri arasında bir bağlantı oluşturur (Zezulka vd., 2016).

Endüstri 4.0 genel olarak dört yönü kapsamaktadır. Bunlar;

**a. Fabrika:** Endüstri 4.0'ın ana yapılarından biri olan fabrika, sadece makineler, sensörler, aktuatörler, konveyörler, robotlar gibi bütün üretim sistemleri ile bağlantılı olan ve otomatik olarak bilgi alışverişi yapmasının yanı sıra fabrikayı yönetmek ve imalat sistemlerini kontrol etmek maksadıyla akıllı ve bilinçli olacaktır. Buna ek olarak üretim süreci; üretim planlaması ve mühendisliği, ürün tasarımı, servisler gibi pek çok alanda modüler olarak benzerini yapacak ve birbiri ile entegre sistemler haline gelecektir. Bu durum, üretim süreçlerin sadece merkezi olmayan bir sistem tarafından yönetilmesi değil, aynı zamanda bağımlı olarak kontrol edilmesi demektir. Geleceğin bu tür fabrikaları Akıllı Fabrika olarak bilinir (Qin vd., 2016).

Modern iş ortamının değişikliği ve belirsizliği içinde işletmeler farklı üretim yeteneklerini tanımlamak, geliştirmek ve buna bağlı olarak piyasaya yeni ürünler sunmak zorunda kalmaktadırlar. İşletmelerin talepleri karşılamalarında yüksek esneklik, düşük hacimler ve kısa teslim süreleri önemli faktör arasındadır. Talep türüne ve işletme özelliklerine göre üç farklı fabrika tipi açıklanmaktadır (WEB\_5):

**Akıllı otomatik fabrika:** Tam otomasyon ve düşük maliyetle seri üretim ile tanımlanan ilk yeni tiptir. Bu tesisler dijitalleştirilmiştir. Yüksek maliyetli ve büyük hacimler üretmektedir. Sabun tesisi, herhangi bir sayıda kişiselleştirilmiş renkli sıvı sabun şişesi üreten akıllı fabrikaların ilk gösterimidir. Müşteriler herhangi bir sayıda farklı sıvı sabun renkleri seçebilirler ve bu üretim tesisi insan kontrolü olmaksızın sabunu üretebilir. Bu üretim tesisi, merkezi olmayan sistemler tarafından kontrol edilen çeşitli iletişim sistemlerinin bir entegrasyonu olarak tasarlanmıştır (Zuehlke, 2010).

**Müşteri odaklı fabrika:** Veri odaklı talep tahminine bağlı olarak, uygun maliyetlerle yüksek derecede özelleştirilmiş malları üreten tesisleri olarak tanımlanmaktadır. Makineler son derece esnek hale gelecek ve taleplerdeki değişen miktarlara, özelliklere, diğer parametrelere hızlı bir şekilde uyum sağlayacaktır. Müşteriler online olarak siparişlerini verdikten sonra, sipariş doğrudan en uygun fabrikaya gönderilecektir. Makinelerin adaptasyon ihtiyacına rağmen, fabrikalar süreç otomasyonu sayesinde yüksek verimlilik sağlayabileceklerdir. Ayrıca, farklı teknolojilerin ve 3D yazıcıların kullanımı, imal edilecek ürün yelpazesini etkileyecek ve stokları arttırmadan müşterilere kapsamlı ürün seçenekleri sunacaktır.

**E-fabrika:** Uzak pazarlara hitap eden ve uygun bir yerdeki konteynere kurulan mobil, çevik, küçük ölçekli ve prefabrik bir tesistir. E-fabrika konseptinde, konteynerlere kurulabilen ve kolayca taşınabilen standart modüller yer alır. Fabrika kurulduğunda tamamen otomatikleşmeden yeni bir yerde sınırlı sayıda ürün üretebilecektir. Ayrıca, müşteriler kendi ürünlerini sitelerde durdurup tasarlayabilecek, yapıları ve malzemeleri seçebilecek, uzmanların yardımıyla simülasyon araçlarından yararlanabileceklerdir. Robotik ve uçtan uca bilgi akışı, 3D baskı, son derece yetenekli merkezi ekiplerin e-tesisi bir konteynerde üretimi desteleyecek ve operatörlerin çalışmalarını kolaylaştırmaya yardımcı olacaklardır. Bu nedenle, bir konteynerdeki e-fabrikanın bir endüstriyel alanda bulunması gerekmez ve yerel eğilimlere son derece uyulanabilir ve ekosistemine tam olarak entegre olur. Endüstri 4.0 devriminin ana fikrinde işletmelerde üretim sistemleri bilgisayar, makine, sensör ve birbirine entegre diğer sistemler üzerine kurulacaktır. Bu sistemler birbiri ile bilgi alışverişinde bulunarak, insanlardan bağımsız olarak kendilerini koordine edip karar verebileceklerdir. Bu sayede ihtiyaç duyulan üretim süresi, maliyetler, enerji miktarı düşürken, kalite ve miktar artacaktır. Yeni çağa uygun olarak üretilen ürünler eşsiz bir seri numarasına diğer bir deyişle bir kimliğe sahip olacak, bu kimlik sayesinde birtakım bilgileri belleklerinde tutacaklardır (Ege, 2014).

Ürünlere tanımlanan kimliklerin okunması ve takip edilmesinde RFID teknolojisinden yararlanılabilir. İngilizce isminin kısaltması olarak bilinen “RFID” Türkçe karşılığı olarak Radyo Frekansı ile Tanımlama olarak adlandırılır. RFID sistemlerinde insan faktörü olmaksızın bilginin oluşturulması ve toplanması amaçlanır. Tüm işletmeler takip etmek istedikleri araba, ürün, taşıyıcı, insan vb. nesnelere uygun

nesnelerle eşleştirerek üzerine bilgilerini kaydedebilir ve bu bilgiler belirli mesafelerde okunabilir. RFID'nin yapısında bulunan bileşenler radyo frekansı ile haberleşmektedir. Okuyucu, etiket ve anten RFID'nin 3 temel parçasıdır. Okuyucuların görevi; ürünlere yerleştirilmiş etiketler yardımıyla ürüne ait bilgileri okumak ve radyo dalgaları vasıtasıyla sayısal bir kod şeklinde almaktır. Etiketlerin görevi, bilgileri saklamaktır. Okuyucu ve etiket arasındaki iletişim antenler vasıtasıyla gerçekleşir ve bu olay bağlama olarak adlandırılır. Okuma mesafesi ekstra antenler ile genişletilebilir (Maraşlı ve Çıbuk, 2015).

RFID tanımlama sistemleri, Otomatik Tanıma ve Veri Toplama (OT/VT) sektöründe yaygınlaşmıştır. Bu durum tedarik zincirindeki tüm faaliyetlerde malzeme bilgilerinin otomatik olarak okunması ve kaydedilmesini hedeflemektedir. Başta ABD olmak üzere tüm dünyada, RFID sistemlerden Pasif RF sistemleri etiket maliyetlerinin düşmesi nedeniyle ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Çiftçiabaşı, 2009).

**b. İş:** Endüstri 4.0; fabrikalar, çeşitli şirketler, lojistik, tedarikçi, müşteriler, kaynaklar arasında yer alan tam bir iletişim ağı olarak ifade edilir. Ağdaki ilgili bölümlerin talep ve durumları göz önünde bulundurularak her departman arasındaki yatay ve dikey entegrasyon ile gerçek zamanlı olarak bilgi akışı sağlanır. Bu duruma bağlı olarak maliyetler ve kirlilik, hammaddeler, CO2 emisyonları, vs. azalması beklenmektedir. Yani, gelecekteki iş ağı, kendiliğinden organize olabilen ve anlık olarak yanıtları iletebilen her bir iş birliği bölümü tarafından etkilenen bir yapıda olacaktır (Qin vd., 2016).

Endüstri 4.0 teknolojileri fabrikalar, tedarikçi, lojistik vb. alanlarında kullanılmasıyla iş akış süreçlerinde yaşanan problemler anlık olarak çözülebilecektir. Bu durumun çalışan personel için zaman ve emek tasarrufu sağlaması beklenmektedir.

**c. Ürünler:** Akıllı ürünlerin üretiminde; endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanılacak ve sonuçta yeni bir ürün türü oluşturulacaktır. Oluşturulan bu ürünler; bilgi taşıyan işlemci, tanımlanabilir bileşenler ve gömülü detektörler sayesinde üretim süreçlerinde ve üretim sonrası süreçlerde de izlenilebilecektir. Bu sayede; ürünlerden geri bildirim alınabilecektir. Üretim sürecinin nihai sonucu olarak, ürün kalitesinin geriye doğru akıl yürütme algoritmaları aracılığıyla makine koşulları hakkında daha fazla bilgi sağlanabilir. Günümüzde, böyle bir geribildirim döngüsü mevcut değildir ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca müşteriler açısından rehberlik sağlama gibi

faydaları da söz konusu olabilir. Akıllı ürünlere tanımlanacak olan kimlikler sayesinde kullanıcı durumlarının ölçülmesi ve buna bağlı olarak ürüne oluşacak talebin de ölçülmesi, ürün yaşamının izlenmesi gibi birçok fonksiyon mümkün olabilir (Lee vd., 2014).

**ç. Müşteriler:** Ürünlerin akıllı olarak üretilmesi müşterilere birçok avantaj sağlayacaktır. Belki de gelecekte tamamen akıllı bir üretime geçilmesiyle yeni bir satın alma modeli ortaya çıkacaktır. Müşteriler siparişlerini verdikten sonra üretimin herhangi bir aşamasında, siparişlerini değiştirebilecek veya ürüne ilave özellikler ekleyip, çıkarabilecektir. Bu durum birçok faydayı da beraberinde getirecektir. Özellikle; müşteriler ürünün üretim bilgisine de sahip olabileceklerdir. Müşterin yaptığı değişiklikler sayesinde üreticiler ürünlerin kullanım tavsiyeleri hakkında bilgi sahibi olacaktır. En önemlisi; üreticiler yüzde yüze yakın bir müşteri memnuniyeti sağlayabilecektir.

#### **4.4. ENDÜSTRİ 4.0'IN YAPI TAŞLARI VE TEKNOLOJİK İLERLEMELER**

Endüstri 4.0 devriminin amaçlarını gerçekleştirebilmesi için birtakım teknolojilerin endüstride kullanılması gerekmektedir. Aşağıda açıklanacak olan teknolojiler Endüstri 4.0 devriminde geliştirilen ve kullanılan teknolojilerdir.

##### **4.4.1. Siber Fiziksel Sistemler**

Fiziksel dünya ve siber alanı internet vasıtasıyla birbirine bağlayan sistemler siber fiziksel sistemler (CPS- Cyber Physical System) olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemler; sensörler yardımıyla internet hizmetlerinden faydalanarak fiziksel dünyadaki hareketleri toplayarak, geniş çapta nesnelerin etkileşimini kapsamaktadır (Geisberger ve Broy, 2012).

İnternet günümüzde yaşamımızın her anında yer almaktadır ve artık üretim teknolojilerinin gelişmesinde sağladığı katkılar yadsınamaz niteliktedir. Bu katkılardan bir tanesi de siber cihazların kullanılmasına yöneliktir. Siber cihazlar; depolama ve bilgi işleme kapasitelerine sahip, nesnelerin interneti olarak tanımlanan ağ üzerinde birbirine bağlanabilen, bilgileri işleyebilen cihazlar olarak tanımlanmaktadır (Macit, 2017). Endüstri 4.0'ın temelini nesnelerin interneti ile kapsamlı bir iletişim ağı sağlayan sanal



ve gerçek dünya arasındaki sınırı kaldırmaya yönelik siber-fiziksel sistemler oluşturmaktadır (Özsoylu, 2017).

Sibernetik (cybernetics) ya da siber (cyber) olarak bilinen kavramlar, makinalar ve canlı varlıklar üzerindeki kontrol ve iletişimi ele alan bilimsel çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Siber kavramı genel olarak bilgisayar, internet ve enformasyon teknolojilerine bağlı olan kontrol sistemlerini anlatmak amacıyla kullanılmıştır (Bradley ve Atkins, 2015).

Ulusal Bilim Kurumuna göre siber-fiziksel sistemler şu şekilde nitelenmektedir; eşgüdümleme, denetim ve gözleme gibi üretim süreçlerindeki temel faktörlerin, iletişim ve hesaplama bileşimini kapsayan karma teknolojiler tarafından yönetilen sistemlerdir. Karma teknolojiler daha açık bir deyişle; siber teknoloji sayesinde fiziksel makineleri daha bilinçli duruma getirmektedir. Bu kapsamda tüm süreç siber-fiziksel sistemler olarak tanımlanmaktadır (WEB\_9).

Üretim sistemlerinde, endüstri 4.0 ve siber-fiziksel sistemlerin başarılı entegrasyonunun önemli fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Siber fiziksel sistemler ile elde edilen kazanımlar akıllı fabrikalarda görülmektedir. Akıllı fabrikaların ortaya çıkması, internetin insanların bilgi ile etkileşime girme şeklini değiştirdiği gibi, mühendislik sistemlerinin etkileşimini de değiştirmesi beklenmektedir. Endüstri 4.0, sanal ve fiziksel dünyayı bütünleştiren CPS ve internet olarak bilinen sistemler eşsiz bir bağlantı ile tanımlanır. Başka bir deyişle; fiziksel sistemlerle siber-fiziksel sistemlerin bütünleştirilmesidir. Bu, üretim sürecinde tamamen kontrol, gözetim, verimlilik ve şeffaflık sağlamaktadır (Hofmann ve Rüşch, 2017).

Üretim süreçlerinin Endüstri 4.0 destekli olması; sistemlerin çeşitli ara yüzler vasıtasıyla farklı ağlar ve servislere bağlanıp iletişim kurulması olarak ifade edilmektedir. Bu duruma en iyi örnek; internet kullanılarak telefondaki içeriklere ulaşılması ve çevredeki diğer akıllı telefonlar ile iletişim sağlanmasıdır. Siber fiziksel sistemlerin en önemli özellikleri arasında insan gücü ve zekasıyla zor işlemlerin kısa zamanda yapılabilmesidir. Bu sistemler, bilgileri işleyerek imalat süreçlerine dahil edebilmekte ve internet bağlantısı sayesinde bilgilere anlık olarak erişebilmektedirler. Ayrıca çevre ile bağlantı kurabildiğinden, dış koşullara da adapte olabilmektedir (Özsoylu, 2017).

Siber-fiziksel sistemler Endüstri 4.0'ın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ayrıca zeki ve esnek yazılımları kullanarak makineleri ilave olarak kontrol etmeyi ifade etmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). Siber-fiziksel sistemler (CPS); akıllı nesnelerin birbirleriyle iletişim kurdukları, sanal ve fiziksel dünyayı bir araya getirerek ve birbirleriyle etkileşime girebildiği, internete bağlı bir dünya sunmaktadır. Siber-fiziksel sistemleri oluşturmak için çevrimiçi sunulan veri, internet ve hizmetler ile bir araya gelmektedir (MÜSİAD, 2017).

Siber-fiziksel sistemlerin siber ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması aşağıda sunulmuştur (Hua, 2016).

**Tablo 4.2 Siber- Fiziksel Sistemlerin Karşılaştırılması (Hua, 2016)**

	Siber	Fiziksel
Uygun Düzenin Sağlanması Yöntemi	Seri	Gerçek Zamanlı
Konu Senkronizasyonu	Senkronize	Asenkron
Zaman Özellikleri	Kopuk	Devamlı
Yapı	Bilgisayar Sistemleri	Fiziksel Kanunlar

**Kaynak:** Hua, F., Lua, Y., Vasilakos, A.V., Hao, Q., Maa, R., Patil, Y., Zhang, T., Lu, J., Li, X., Xiong, N.N., (2016), "Robust Cyber-Physical Systems: Concept, Models and Implementation, Future Generation Computer Systems", Sayı: 56, ss 449-475.

Her fiziksel bileşen siber-fiziksel sistemler ile siber uzayda sensör ağları, makine ve manuel girişlerden üretilen verilerden elde edilen ikiz bir modele sahip olacaktır. Akıllı algoritmalar verileri siber uzayda işleyecek, böylece fiziksel bileşenlerin performansı, sağlık koşulları ve riskleri hakkındaki bilgileri gerçek zamanlı olarak senkronize edilecek ve hesaplanacaktır. Aynı zamanda bu ortamda üretim sistemi, performanslarına göre özelleştirilmiş imalat kriterleri bireysel makineler için programlayabilir. Sonuç olarak, yüksek bir garanti sağlamak için üretim sistemi, üretim hattında yer alan tüm makinelerin mevcut durumuna göre her bir ürünün üretimini kişiselleştirecek şekilde konfigüre edebilir. Optimum işletme maliyetleri ile akıllı bir fabrikada kaliteli üretim; üretimdeki son dakika değişikliklerini ve geleneksel fabrikalarda elde edilemeyen diğer esneklikleri destekleyerek müşteri memnuniyetini sağlamaktadır (Lee, 2015).

Bazı araştırmacılar, Endüstri 4.0 inceleme yapmak için yapı oluşturmayı amaçlamaktadır. 5C mimarisi (5C - 5 özelliğın İngilizce adlarının baş harfleridir.) Siber-fiziksel sistem özelliklerine bağılı olarak Endüstri 4.0 gelişimine rehberlik etmek için bir örnektir. Bu mimari "Bağılantı Seviyesi", "Dönüşüm Seviyesi", "Siber Seviye", "Biliş Seviyesi" ve "Yapılandırma Seviyesi" olmak üzere beş seviyeye ayrılmıştır (Qin vd., 2016).

**Tablo 4.3 Endüstri 4.0'ın Uygulanabilmesi İçin 5C Mimarisi (Qin vd., 2016)**

5 Mimari	Ana Özelliğı	Ana İşlevi
5. Yapılandırma Seviyesi	Kendinden Yapılandırılabilirlik	Akıllı Üretim
4. Biliş Seviyesi	Erken Uyarı	Tahmin Edilebilir Bakım
3. Siber Seviye	Kontrol Edilebilirlik	Otomatik Sistem
2. Dönüşüm Seviyesi	Bilgi	Bilgi Keşfi
1. Bağılantı Seviyesi	İletilebilirlik	Donanım Bağılantısı

**Kaynak:** Qin, J., Liua, Y., Grosvenora, R., (2016), "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond".

'Bağılantı Seviyesi', kablosuz iletişim ve sensör ağı tarafından gerçekleştirilen donanım gelişimine odaklanırken, diğer dört seviye yazılım uygulamasına ve kontrol sistemine dikkat etmektedir. 'Dönüşüm Düzeyi' üzerinde veri analizi, ham veri teknolojilerini kullanarak faydalı bilgilere dönüştürülür. 'Siber Seviye' tüm ağı CPS vasıtasıyla kontrol eder. 'Biliş Düzeyi' ve 'Yapılandırma Seviyesi', gelecekteki üretim nitelikleri olarak kabul edilen yapay zekayı ağı dahil eder. Endüstri 4.0 ile ilgilenen birçok araştırmacı için üretim bilgisi, bu iki seviye tarafından temsil edilen ana hedeftir. Endüstri 4.0 özelliklerini karşılaştıran "Biliş Düzeyi" ve bu iki seviye, daha düşük bir Endüstri 4.0 seviyesi olarak kabul edilir. "Yapılandırma Seviyesi", Endüstri 4.0'ın üst düzey özelliklerini ortaya çıkarma eğilimindedir (Qin vd., 2016).

Birinci seviye olarak adlandırılan bağılantı seviyesi; cihazlar sisteme kendiliğinden bağılantı kurabilecek ve kendini algılayabilecek şekilde tasarlanabilmektedir. Bu aşama,

bir siber-fiziksel sistem uygulaması geliştirmek için akıllı bağlantı ile makinelerden güvenilir ve doğru veri edinmenin ilk adımıdır (Çeliktaş vd., 2018). Veriler doğrudan sensörler tarafından ölçülebilir veya MES, ERP, CMM ve SCM gibi kurumsal üretim veya denetleyici sistemlerinden elde edilebilir. Bu düzeyde iki önemli faktör dikkate alınmalıdır. Birincisi, çeşitli veri türleri göz önünde bulundurulduğunda, verileri merkezi sunucuya aktarmak ve veri toplama prosedürünü yönetmek maksadıyla kesintisiz ve sorunsuz bir yöntem gereklidir. Diğer taraftan, ilk seviye için uygun sensörleri (tip ve spesifikasyon) seçmek, ikinci önemli düşüncedir (Bagheri vd., 2015).

İkinci seviye olarak adlandırılan dönüşüm seviyesinde, birbiri ile bağlantı kuran cihazlardan gelen veriler ile kritik durum özelliklerini ölçebilen almaçlar vasıtasıyla makineler kendi özelliklerini tanır ve bu veriler yardımıyla oluşabilecek sorunları önceden tahmin edebilmektedir. Bu seviyede; üretim yürütme sistemi, kurumsal kaynak planlaması, yetenek olgunluk modeli ve tedarik zincir yöntemi gibi kontrol mekanizmaları verilerin doğrudan almaçlar tarafından ölçülmesiyle elde edilir. Bu seviyede önemli iki faktöre dikkat edilmelidir. Kesintisiz ve serbest bağlantı yöntemi; merkezi sunucuya veri aktarımı gereken yerlerde ve veri toplama işlemini yönetmek için gereklidir. Ayrıca, uygun özellik ve tipteki almaç seçimi diğer önemli faktördür (Çeliktaş vd., 2018). Bu seviyede; verilerden anlamlı bilgiler çıkarılmalıdır. Veri dönüştürme seviyesine yönelik çeşitli araçlar ve yöntemler bulunmaktadır. Bu seviyede ayrıca makineler bilinçli hale getirilerek, makinelerin kendi kendine farkındalığı sağlanır (Bagheri vd., 2015).

Üçüncü seviye olarak adlandırılan siber seviyede; her makine kendi özelliklerini bilmektedir. Makineler ölçtüğü ve izlediği özellikleri ile ikizini yaratmakta ve makineler kendi durumunu karakterize etmektedir. Makineler siber uzayda yarattığı ikizi ile kendini kıyaslar. Her bağlı makineden bilgi ağı oluşturulması için kendisine bilgi aktarılır. Bilgiler toplandıktan sonra özel analizler yapılır ve sistemdeki farklı makinelerin durumları hakkında bilgi edinilir. Bu analizler ile makinelerin geçmiş tarihteki değerleri ile mevcut durumdaki değerleri arasındaki benzerlikler hesaplanarak makinelerin gelecekteki performansları tahmin edilmektedir. Ayrıca bu analizler vasıtasıyla her makinenin performansı bir diğeri ile kıyaslanırken, makinelerin kendi kıyaslama yeteneği de sağlanır. (Çeliktaş vd., 2018) Makinelerin yeteneklerini ortaya

çıkartılması için her bağlantılı makineden bilgi itilir ve siber seviye bilgi merkezi görevi görür (Bagheri vd., 2015).

Dördüncü seviye olarak adlandırılan biliş seviyesi; problemlerin içeriğini ortaya çıkarmak maksadıyla, değerlendirme sonuçlarını grafikler ve çizelgeler kullanarak kullanıcılara gösterir. Bu seviyede fiziksel sistemlerin uygulanması izlenen sistem hakkında detaylı bilgi elde edilmesini sağlar. Elde edilen bilgilerin uzman kullanıcılara doğru olarak iletilmesi, doğru kararların alınmasını sağlar (Çeliktaş vd., 2018). Ayrıca bu seviyede; bireysel makine durumu ve karşılaştırmalı bilgiler mevcut olduğundan, bakım süresini optimize etmek için görev önceliği ile ilgili karar verilebilir (Bagheri vd., 2015).

Son seviye olarak adlandırılan yapılandırma seviyesi; siber alandan fiziksel alana geribildirim verir. Makinelerin kendi kendini uyarlamalarını ve kendi kendini yapılandırabilmesini sağlamak için kontrol görevi görür. Ayrıca makineler, bu seviyede kendini sisteme adapte etmeye çalışır. Önleyici ve düzeltici kararları uygulamak için esneklik kontrol sistemi (RCS) olarak bu seviyede görev yapar (Çeliktaş vd., 2018).

Siber fiziksel sistem destekli servis yeniliği ve üretim Endüstri 4.0'ın odak noktasıdır. Üretim sistemlerinde verimliliği, kaliteyi ve esnekliği artırmak maksadıyla bulut bilişim ve siber fiziksel sistemler birbiri ile entegre edilerek, verimliliği analiz ederek rekabet ortamında fayda sağlayacaktır (Pal vd., 2009).

#### **4.4.2. Büyük Veri Analitiği**

Günümüzde internetin kullanılmasıyla birçok veri anlamlı olarak bir araya getirilebilir hale gelmiştir. Fakat bilgi kirliliği son yıllarda ciddi oranda artış yaşamıştır. Bu sebeple doğru verilere ulaşmak ve milyonlarca verinin içinden doğru veriyi kullanmanın zor olacağı anlaşılmaktadır. Büyük veriyi açıklamadan önce; verinin literatürdeki tanımını açıklayalım. Veri; veri tabanında yer alan haberleşme için kullanılan genel bir terimdir (Harrod ve Prytherch, 2005). Başka bir tanıma göre; tek başına kullanılmayan veya anlam ifade etmeyen, bilgiye ve haberleşmenin temelini oluşturan anlamlandırılmaya gruplandırılmaya, ilişkilendirilmeye, analiz edilmeye ve yorumlanmaya gereksinim duyan ham bilgi olarak tanımlanmıştır (Yılmaz, 2009).

Literatürde veriler şu şekilde sınıflandırılmıştır; açık/güvenli, halka açık /özel, açık hükümet verisi, yapılandırılmamış/yarı-yapılandırılmış/yapılandırılmış, ücretli/ücretsiz,

statik/dinamik/akan, açık veri, büyük veridir (Doğan ve Arslantekin, 2016). Büyük veri konusunun temelini; verinin eskiden bu sınıfların çok azının yönetilebiliyor olması ve değişik şekillerde sınıflandırılması oluşturmaktadır. Verinin bilgi olarak nitelendirilebilmesi için yukarıda bahsedilen gruplardan düzenlenerek veya birbirleriyle ilişkilendirilerek belirli bir sıra ile sistematik olarak kayıt altına alınmaları sağlanmalıdır. Kullanılabilir veriler, veri tabanlarında kayıt altına alınır ve işlenir. Verilerin kayıt altına alınması ile verilere erişim sağlanır. Veri tabanı; birbiriyle bağlantılı verilerin çok amaçlı kullanımını sağlayacak şekilde tekrar edilmeden depolanması olarak tanımlanabilir. Haberleşme alanında en fazla kaynakçal (bibliyografik) veri tabanı kullanılır. Ayrıca; tam metin, sayısal, sözlük, adres, kaynak veri tabanları da bulunmaktadır (Soyuyüce vd., 2015).

Veriler bilgi alanları ile veri tabanında son kullanıcıları oluşturmak veya belirli bir amaç için bir araya getirilir. Veri tabanları ayrıca, verinin erişime sunulması, saklanması, gruplanması ve raporlanması gibi araçları sağlar (Doğan ve Arslantekin, 2016).

Veri tabanını yormamak için bazı durumlarda veri ambarları oluşturulur. Veri ambarının; verileri kolay, hızlı, ve doğru olarak analiz etmek için gerekli işlemleri yerine getirmek amacıyla kurulduğu düşünülmektedir. Veri ambarı, işlemsel sistemlerdeki veriyi kopyalayıp, karar verme süreçleri için uygun formda depolayabilir.

Stratejik seviyede karar destek sistemlerinin oluşturabilmesi için işletmeler özel bir alt yapıya sahip olmalıdır. Karar destek sistemlerinin teknik alt yapısını sağlayan ve gereksinimlere yanıt vermek amacıyla hazırlanan sistem veri ambarıdır. Veri ambarı, birbirleriyle bütünleşik olmayan sistemlerin bütünleştirilmesini sağlamaktadır. Veri ambarı sayesinde, işletme içinde veya dışında oluşturulan veriler hazır bulundurulur ve anlık olarak sorgulanabilir (Ören vd., 2006).

Üretim dünyasında kısa süre önce, üretim kalitesini optimize eden, enerji tasarrufu sağlayan ve ekipman servisini geliştiren büyük veri setlerine dayanan analiz ortaya çıkmıştır (Rüßmann vd., 2015). Veri analitiği kavramı; Doug Laney tarafından büyük verinin 3V olarak tanımlanmasıyla 2000’li yıllarda büyük bir önem kazanmıştır. İngilizce kelimelerin baş harflarının birleştirilmesiyle anılan “3V” şu şekilde tanımlanmıştır; velocity (hız), volume (hacim) ve variety (çeşitlilik) kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur (WEB\_17).

Büyük veriler; bilgi sistemlerinin işleyemeyeceği kadar geniş ve karmaşık veri kümeleri olarak adlandırılabilir. Farklı bir ifade ile büyük veri; veri tabanı yönetim sistemlerinin ve yazılım araçlarının verileri yönetme, toplama, çözümlenme, saklama ve yeteneklerini aşan boyuttaki verilerdir (Özsoylu, 2017). Aslında büyük veri, yönetilen verinin çeşidini ve onu depolamak için kullanılan teknolojiyi açıklamaktadır. Büyük verinin, analizlerinin karmaşıklığı ve boyutlarının bütünleşmesi, bunları yönetecek araçlar ile yeni teknolojilerin gelişmesini sağlamıştır. (Cackett, 2013).

Büyük veri, birbirinden farklı veriyi kullanarak karar vermeyi sağlayan bir uygulamadır. Büyük veri, yüksek veri ve hacim değişkenliği ile birlikte yüksek veri üretim hızının sahip enformasyonlardan oluşur. Ayrıca analiz yöntemleri ile yeni veri işleme, verilerden anlam çıkarma, alınacak kararlara destek, ve süreç iyileştirme sağlamaktadır (WEB\_10).

Makineler ve cihazlar aracılığıyla günümüzde veriler üretilir ve bulut altyapılı sistemler içerisinde depolanırlar (Roblek vd., 2016). Enformasyon Teknolojileri (IT) tüketicileri ve üreticileri düşünce biçimi bulut teknolojisinde meydana gelen yeni gelişmeler ile değişiklik göstermiştir. İş ve uygulama modellerinin temel yapısı, platformu, yazılımı ve internet servisleri konusunda bulut teknolojileri köklü değişikliklerin oluşmasını sağlamıştır (Wang vd., 2015). İhtiyaç halinde gündelik hayatta tüketiciler veya işletme yönetimleri bu verilere ulaşabilir. Günümüzde var olan ağlardaki veri boyutlarının gelecek dönemlerde çok daha fazla olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle; Endüstri 4.0 için büyük veri üretim alanında önemli bir yere sahip olacaktır. Alman hükümetine göre; Endüstri 4.0'ın yakıtının büyük veriler olacağı düşünülmektedir (Yin ve Kaynak, 2015).

Gelecekte büyük verilerin önemi daha da artacaktır. Bilgi işlem yeteneği sağlayan bulut bilgi işlemi ile büyük verilerin depolanması sağlanacaktır. Depolama yapılmadan önce; hangi verilerin toplanacağı ve toplama işleminin nasıl yapılacağı, nasıl analiz edileceği, nasıl formüle edileceği, anlamının ne olduğu gibi soruların cevaplanması gerekmektedir. Birçok veriyi toplamak ve bunların kullanım yerlerini düşünmek yerine elde edilen hangi bilgilerin verimlilik ve kalite ile ilgili faktörleri ortaya çıkarabileceği düşünülmelidir (Wang vd. , 2015).

Endüstriyel araçların birbiriyle iletişimini Endüstri 4.0 gerekli kılmaktadır. Nesnelere arasındaki iletişim internet ya da intranet aracılığıyla gerçekleşmektedir ve çok büyük,

geleneksel sunuculara (server) gereksinim duymaktadır. Bu gereksinim, Büyük Veri (Big Data) teknolojisi alanındaki endüstriyel araçların yönlendirilmesini ve kontrolünü içeren incelemelerin önemini vurgulamaktadır (Pan vd., 2015).

Endüstri 4.0 teknolojileri olarak anılan nesnelerin interneti (IoT) ve siber-fiziksel sistemler (CPS) büyük boyutlara ulaşan verilerin fiziksel sistemlere iletilmesini sağlar (Wang vd., 2015). Akıllı makineler ile siber-fiziksel sistemlerin sürekli olarak bilgi depolaması ve bilgi üretimi yapması beklenmektedir. Elde edilen bu bilgilerin bir süre sonra ölçülmesi, analiz edilemesi ve yapılandırılması gerekecektir (Kleinedam vd., 2016).

Büyük verinin sunacağı çok önemli fırsatları incelediğimizde; öncelikle elde edilebilmesi beklenen üç önemli unsur vardır ve bunlar; optimum karar vermeyi sağlama, maliyetleri azaltma, hizmet ve ürünlerde iyileşmedir (Davenport, 2014). Büyük veri ile işletmelerin üretim sistemlerindeki bilgilere hızlı erişimi sağlanırken, sahip olmaları gereken sunucu (server) ihtiyacı da azalmaktadır. Büyük verinin kullanılması; işletmeler açısından birçok maliyet avantajı sağlarken, tüketiciler açısından düşük fiyat avantajı sağlamaktadır (Alçın, 2016). Büyük veri; doğru analiz yöntemleri ile bütünleştiğinde işletmelerin risklerini daha iyi yönetmelerine, aldığı kararlarda daha isabetli olmalarına, yenilikçi atılımlara cesaret edebilmelerine zemin hazırlayacaktır (EBSO ,2015).

Büyük veri sistemleri için tehdit oluşturan sistemlere baktığımızda, sistemlerin siber güvenlik ve internet erişimine açık olma durumu göz önünde bulundurulması gereken önemli bir konu haline getirmektedir. Yok edilen veya gizli kalmayan veriler işletmeler açısından tam olarak bir tehdit alanıdır (Alçın, 2016).

Endüstri 4.0 için doğru bilgilerden yola çıkarak doğru stratejilerin oluşturulduğu göz önünde bulundurulduğunda; büyük verinin önemi ortaya çıkmaktadır. Büyük veriyi doğru ve amaca yönelik olarak kullanan işletmeler rekabet avantajı sağlayacaklar, işletmelerinde maliyetler azalacak, verim artacak, tedarik yöntemleri gelişecek, pazarlama anlayışları ve müşteri ilişkileri daha etkin hale gelecektir (EBSO, 2015).

#### **4.4.3. Nesnelerin İnterneti**

İlk kez Kopetz tarafından nesnelerin interneti (IoT – Internet of Things) kavramı 2011 yılında kullanılmıştır. Nesnelerin interneti teknolojisi ile belli bir alanda bulunan



çeşitli kaynaklardan verilerin toplanılabilmesi, çoğaltılabilmesi ve bir araya getirilmesi anlatılmaktadır. Nesnelerin interneti, ağ bağlantısına sahip olan fiziksel cihazların birbiriyle iletişimini ve bu cihazların uzaktan kontrol edilmesini kapsamaktadır (Gubbi vd., 2013). Ayrıca bu teknoloji; çeşitli iletişim teknolojileri ile birbirine bağlanarak iletişim kurabilen ve verileri paylaşarak akıllı bir ağ oluşturan cihazlar sistemi olarak da ifade edilebilir (WEB\_11).

2005 yılında Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) yayımladığı raporda; teknolojik gelişmeler sonrasında nesnelerin interneti ile birlikte dünyadaki varlıkların hem algısal hem de akıllı olarak bağlanacağını belirterek; nesnelerin internetini öge tanımlama (nesnelere etiketleme), kablosuz ve algılayıcı ağlar (nesnelere hissetme), gömülü sistemler (nesnelere düşünme) ve nanoteknoloji (nesnelere küçültme) olarak sıralamıştır (WEB\_12).

Nesnelerin interneti kavramının, endüstri alanındaki karşılığı nesnelerin endüstriyel interneti olarak karşımıza çıkmaktadır. Nesnelerin endüstriyel interneti, büyük veri teknolojisi içerisinde, makineden makineye (M2M) bilgi akışını ve endüstriyel otomasyon teknolojilerini kullanmayı içerir. Bu kapsamda, akıllı cihazların insanlardan daha verimli olarak verileri doğru bir şekilde, birbirleriyle tutarlı ilettiklerini düşünmek mümkündür. Makineler arasındaki bu bilgi akışı, şirketlerin kaynaklarını güvende tutmalarını ve iş zekâsı çalışmalarını desteklemelerini sağlayabilir. Nesnelerin endüstriyel interneti, özellikle üretim ortamında kalite kontrol, faaliyetlerin devamlılığı, tedarik zincirinin izlenebilirliği ve verimliliği açısından önemlidir.

Süreç kontrollerini hızlandıran nesnelerin interneti bağımsız bir veri yönetimi sağlamıştır. Bu sistem büyük veriyi ile, bu verinin siber-fiziksel sistemi harekete geçirecek bilgiye dönüştürülmesinde kullanılır. Harekete geçen veri kanalı iş zincirine yön vererek, farklı katmanlarında değer yaratabilmektedir (Lee vd., 2015).

Günümüzde sadece üretici makinelerinin ve sensörlerinin bir parçası ağa bağlanmıştır ve gömülü bilgi işlem sistemlerini kullanmaktadır. Fakat nesnelerin interneti ile, daha fazla cihaz gömülü bilgi işlem ile kullanılacak ve bazen tamamlanmamış ürünler de dahil olmak üzere standart teknolojiler ile ağa bağlanacaktır. Böylece, daha fazla nesne birbirleriyle iletişim kurabilecek ve birbirleriyle etkileşime girebilecektir. Ayrıca, ihtiyaç halinde daha merkezi denetleyici ile etkileşime girilmesini

sağlayacaktır. Nesnelerin interneti ile aynı zamanda karar verme merkezîleştirilir ve gerçek zamanlı cevaplar sağlanır (Rüßmann vd., 2015).

Nesnelerin interneti (IoT) diğerk bir isimle endüstriyel internet olarak da adlandırılan; akıllı fabrikalar, akıllı servislerin ve akıllı ürünlerin yapı taşıını oluşturmaktadır. (Kagermann vd., 2015). Günümüzde nesnelerin internetini birçok önemli gelişme yaşanmıştır. Örneğın, işlemci gücü maliyetleri 60 kat, sensör maliyetleri yarı yarıya, veri depolama maliyetleri ise 50 kat, iletişim için gerekli olan bant genişliğı maliyetleri 40 kat azalmıştır (Yıldız, 2017).

Nesnelerin internetinin sunacağı çok önemli fırsatları incelediğimizde; nesnelerin interneti ile, nihai tüketiciye ulaştırılan her türlü ürün ağıba bağlı olacağı için akıllı sistemler vasıtasıyla ürünün her türlü takibi yapılabilecektir. Örneğın, üreticinin arıza veren bir üründen anlık olarak haberi olacaktır. Bu sayede hızlı bir şekilde nihai tüketicinin problemi çözülecektir. Benzer şekilde; bakım faaliyetleri kapsamında arıza durumlarına daha önceden müdahale edilecektir (Yıldız, 2017).

Nesnelerin internetinin kapsamlı ve aktif olarak kullanılmasıyla; imalat sürecinde kullanıcılar arzu ettikleri zaman akıllı haberleşme araçları ile imalat sürecine katılabileceklerdir. Bu sayede üretim daha kolay hale gelecektir. Tüm bu süreçlerde etiketler ve sensörlerin kullanılmasıyla tedarik zinciri daha bilinçli hale gelecektir. Akıllı cihazlarda nesnelerin interneti teknolojisi vasıtasıyla altyapı ve enerji maliyetleri düşecektir, üretim süreci makineler ve robotlar tarafından yönetildiğı için insan gücüne daha az gereksinim duyulacaktır, gelir ve kar seviyesi yükselecektir.(EBSO, 2015).

Bu yeni teknolojilerin kullanılması ile, yüksek katma değerli ürünler tasarlanıp üretilebilecektir. Yenilikler oldukça yoğun ve önemli bir biçimde kullanılacaktır. Bu duruma birçok örnek vermek mümkündür. Örneğın, Dronların kullanılması ile siparişler adreslerimize hızla ulaştırılabilecek, evinizdeki akıllı çöp kutusuna atmış olduğunuz ürünlerden elde edilene bilgiler ile anlık siparişler oluşturularak, ihtiyacınız olan ürün kapınıza gelebilecektir. Benzer şekilde akıllı saç tarağı sayesinde saçınız ile ilgili bilgiler toplanarak doğru bakım için kişiselleştirilmiş, saç bakım ürünlerinin önerildiğı internete bağlı bir platforma dönüşebilecektir (Yıldız, 2017).

Nesneler arasında nesnelerin interneti ile iletişim gerçekleştirilirken, bilişsel ve sosyal süreçler de göz ardı edilmemelidir. Bunun sağlanabilmesi toplumsal yapılar göz

önünde bulundurulması siber-fiziksel sistemlerin yapılandırılması gerekmektedir (Ning, 2016).

#### **4.4.4. Bulut Bilişim**

Bulut bilişim, 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır. 2006 yılında Amazon, veri merkezlerini modern hale getirerek bulut bilişimin gelişmesine önemli katkı sağlamış ve bulut bilişim hizmeti olarak adlandırılan Amazon S3'ü hizmete geçirmiştir. Gartner Danışmanlık ve Araştırma Şirketi ise; bulut bilişimi 2008'li yıllarda; bilgi teknoloji hizmetleri alanında tedarikçiler ve kullanıcılar arasındaki bağlantıyı değiştirebilecek bir potansiyel olarak nitelendirmiştir (WEB\_13).

Bulut bilişim (Cloud Computing); var olan tüm verilerin ve uygulamaların bulutta depolanarak internet vasıtasıyla cihazlar aracılığıyla istenen yerde bu verilere kolayca ulaşım sağlanabilen hizmetler bütünü olarak adlandırılmaktadır. Bulut bilişim bir ürün değil, hizmettir. Bilişim hizmeti; bilişim ağı üzerinden temel kaynaktaki bilgilerin paylaşımı ve yazılım sağlanarak, bilgisayarlar ve diğer aygıtlardan elektrik dağıtıcı vasıtasıyla kullanılır (EBSO, 2015).

İnternete bağlı tüm cihazların programlara, verilere, kolayca ulaşması; bilişim aygıtları arasında bulut bilişimin ortak paylaşımı sağlayan bir hizmet olarak kullanılması ve tüm verileri bulutta toplaması ile sağlanır. Bulut bilişim sistemi, ana kaynaktaki yazılım ve bilgilerin paylaşımını sağlar. Elektrik dağıtıcılarına ve bilgisayarlara diğer aygıtlardan bilişim hizmetinin bilişim ağı üzerinden benzer bir şekilde her türlü veri ve bilgi dağıtılır. Bu durum; üretim sistemlerine, bulutta var olan makinelere ait işlevlerin ve verilerin artmasıyla daha fazla hizmet sağlayacaktır. Kontrol ve takip sistemleri de bulutta yer alabilecektir (Davutoğlu vd., 2017).

Bulut bilişim sistemleri, iş modellerinin temel yazılımı, yapısı ve internet servisleri alanında önemli değişimlere sebep olmuştur (Wang vd., 2015). Bulut bilişim sistemleri birçok kuruluş tarafından kurulur ve paylaşılır. Böylece bu teknoloji ile kişisel bilgisayarların yükü azaltılır. Bulut teknolojileri ile kullanılarak kullanıcıların, bilgisayarlarına indirmek ve yüklemek istemedikleri uygulamalar depolanabilir.

Endüstri 4.0'ın başarısını etkileyecek bulut tabanlı imalat önemli teknolojilerden biridir. Bulut tabanlı üretim, müşteri tarafından oluşturulan değişken talebe yanıt vermenin yanı sıra; verimliliği artıran, ürün ömrü maliyetlerini azaltan, ve en iyi kaynak

kullanımını sağlayan bir imalat modeli olarak tanımlanabilir. Bulut tabanlı üretim nitelikleri arasında; ölçeklenebilirlik, ağı bağlı üretim, sanallaştırma, çeviklik, her yerde erişilebilirlik, büyük veriler oluşturmaktadır (Yıldız, 2018).

Bulut teknolojilerinin sunacağı çok önemli fırsatları incelediğimizde; bu teknolojiler sayesinde, müşteri odaklı yönetimin (CRM) daha fazla gelişmesi ve üreticiler arasındaki rekabetin artması beklenmektedir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). Gelecekte, çevrim içi bulutlar bilgisayar hard disklerinin yerini alacaktır. Bilişim teknolojisi tüketen toplumlarda bu sektörün ilerlemesiyle özellikle birçok bilgi dağıtımını sağlayan işletmenin önemli bir konuma geleceği düşünülmektedir (EBSO, 2015). Bulut teknolojisi sayesinde robotların ihtiyaç duyduğu ciddi işlem gücü karşılanır ve depolamaya kolay erişim sağlanır. Gelecek yıllarda robot üreticileri nesnelere interneti kavramının gelişmesi ile birlikte veri merkezi alanları ve operasyonel destek gerektiren robotlar üretmek yerine bulut bağlantılı robotlar üretecektir (WEB\_14).

#### **4.4.5. Otonom Robotlar**

Robot; önceden tanımlanan işleri yapabilen elektro-mekanik cihaz olarak adlandırılmaktadır. (EBSO, 2015). Elektrik, elektronik bilgisayar, ve makine mühendisliklerinin müşterek araştırma alanı olan robotlar; hareketler vasıtasıyla birçok işin yapılabilmesi amacıyla, özel parçaları hareket ettirmek amaçlı tasarlanmış, parça, malzeme, değişken veya takımların tanımlanmış olduğu çok yönlü, istenildiği zaman programlanabilen ve yönlendirilebilen araçlardır. (Özsoylu, 2017).

İlk kez 1920 yılında robot kelimesi bugünkü anlamıyla yazılan Rossum's Universal Robots adlı oyunda yer almaktadır. Endüstriyel robotların farklı çeşitleri 1940'lı yıllardan sonra geliştirilmiş ve endüstri alanında kullanılmıştır (Yazıcı, 2016). 1960'lı yıllarda endüstri alanında robotlar kullanılmaya başlamıştır. 1961 yılında ultimate adı verilen robot ilk olarak General Motor'da baskı işlemlerinde insana bağlı olarak çalışmaya başlamıştır. Fakat robot teknolojisinin gelişmesi çok uzun sürmemiştir. Özellikle robot kollar imalat alanında birçok gereksinime cevap verebilecek seviyeye ulaşmıştır. Kullanım kolaylığı, hız ve doğruluk arzu edilen seviyeye ulaşmıştır. Robot geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar çoğunlukla el-göz ve görüş açısı uyumunun doğru bir şekilde sağlanması hususunda olmuştur. Ayrıca yapılan bu çalışmalar robot-robot ve robot-insan etkileşiminin geliştirilmesi yönünde olmuştur (Özsoylu, 2017).

Günümüzde endüstri alanında, otomatik olarak iş yapma özelliğine sahip olan makineler olarak adlandırılan robotlar önemli bir yere sahiptir. Yapay Zeka (Artificial Intelligence), John McCarthy tarafından robotik sistemler ile birlikte 1956 yılında bir bilim olarak tanımlanmıştır. John McCarthy'nın tanımına göre akıllı makineler yapay zekâ ile yapılabilir. Bu durumun ilk örneği; 1966 yılında üretilen, algılama ve algılar sayesinde karar veren ve bu sayede hareket edebilen “Shakey” adıyla anılan gezgin robottur. Üçüncü kuşak robotlar 1980 yılında ise; çevresindeki olayları algılayabilen, ve bu algılara bağlı olarak bir plan üretebilen, bu plana uygun hareket eden olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlama otonom robot tanımına da uymaktadır. Ancak yine de 1990'lı yıllara kadar robot teknolojisi alanında yapılan uygulamalar endüstriyel robotlara yönelik yapılmıştır (Yazıcı, 2016).

Robot teknolojisi modern literatürde, “Mekatronik” veya “Robotik” olarak nitelendirilmektedir. İlk kez Japonya'da kullanılan mekatronik kavramı; “elektronik” ve “mekanik” kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Mekatronik; elektronik, makine, kontrol ve yazılım mühendisliğine dayanan çok kontrollü bir mühendislik türüdür (EBSO, 2015).

Robotlar daha fazla fayda sağlamak için her geçen gün gelişmekte ve daha özerk, esnek ve kooperatif haline gelmektedirler. Endüstri 4.0 ile, bu robotlar bugün daha az maliyetle üretilen ve üretimde kullanılanlardan daha geniş bir yetenek yelpazesine sahip olacaklardır. Örneğin, Kuka Avrupalı bir robot üreticidir ve birbiri ile iletişime girebilen robotlar üretmektedir. Birbirine entegre olan bu robotlar birbirleriyle birlikte çalışabilir, hareketlerini bekleyen ürünlere göre otomatik olarak ayarlayabilir. Robotlar, sensörleri ve kontrol üniteleri sayesinde insanlarla yakın çalışma olanağı sağlar (Rüßmann vd., 2015).

Genellikle otonom olarak çalışan makineler robot olarak tanımlanmaktadır. Otonom olarak çalışan makineler kavramını daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse; insan faktörü kullanılmadan tanımlanan komutları yerine getirebilme yetisine sahip özerk makinelerdir. Robot çalışmalarında genel olarak, robotların insan yerine kullanılması ve özellikle makinelerle iletişime girmesi konularına ağırlık verilmiştir (Özsoylu, 2017). Robotlar, insana bağlı olarak hareket edebildikleri gibi bilgisayar yardımıyla otonom olarak da çalışabilmektedirler. (EBSO, 2015).

İnsan ve robotların ortak çalışmaları, mobil robotların gelişimi ile şekillenmiş ve bu gelişmelerle hız kazanmıştır. Günümüzde robotlar ortam koşullarına göre sensörler, ısı, ışık, manyetizma, hız, akım, gerilim vb. fiziksel büyüklükleri anlamlandırabilmektedirler. Robotlar, anlamlandırdıkları fiziksel büyüklükleri elektrik sinyallerine çevirirler ve elektronik karar sistemine ulaştırırlar, bir yazılım yardımıyla ulaşan sinyallerin niteliklerine göre mekanik uygulayıcıları harekete geçirmektedir. Bu harekete geçirme faaliyetleri de yine elektrik sinyalleri yardımıyla olmaktadır. Bazen ise doğrudan yazılımdan verilen bildirimlerle sensöre ihtiyaç duyulmadan mekanik uygulayıcılara sinyal iletilmektedir. En son basamakta ise elektronik karar mekanizmasından gelen sinyale göre mekanik uygulayıcı harekete geçerek kendisinden istenen faaliyeti yapmaktadır (WEB\_15).

Endüstriyel robot sayısında 2019 yılında artış yaşanacağı öngörülmektedir. 2019'a kadar dünya genelinde var olan endüstriyel robotların sayısının 2,6 milyona ulaşacağı ve 2015 yılına oranla yaklaşık bir milyon adet daha fazla robotun var olacağı belirtilmiştir (Fırat ve Fırat, 2017).

Robot teknolojisinin sunacağı çok önemli fırsatları incelediğimizde; robot teknolojisi geliştikçe akıllı üretime geçiş hızlanacak ve üretimde esneklik sağlanacaktır. Endüstriyel robotların kullanım alanlarının yaygınlaşması ile robot kalibrasyonunun ve kullanımının kolaylaştırılması, daha basit endüstriyel gereksinimleri giderecek şekilde robotların türemesi, robotların esnek çalışma şartlarına uyum sağlaması ve maliyetlerinin azalması da akıllı imalatın gerçekleşmesini hızlandıracaktır. Gelecekte ise mikro boyutlardaki robot kolların üretimde yer alması beklenmektedir. Akıllı robotların kullanılmasıyla hata ve benzeri olumsuz durumlar yaşanmayacak genel olarak insandan kaynaklanan problemler azalacaktır. Ayrıca akıllı robotların üretilmesi otomasyonun gelişmesine katkı sağlayacaktır (Özsoylu, 2017).

Tüm bu fırsatların yanı sıra; insanoğlu makineler tarafından kolaylıkla kopyalanamayacak niteliklere sahiptir. Ayrıca ileri seviye otomasyonun yüksek maliyetle sonuçlanabileceği gibi düşünceler vardır (Fırat ve Fırat, 2017).

#### **4.4.6. Yatay ve Dikey Entegrasyon**

Sistemlerin işlevselliğini verimli hale getirmek amacıyla birçok birimin birbiri ile entegrasyonu sağlanmalıdır. Bu nedenle sistem entegrasyonu var olan birçok sistemin

birbirleri ile entegrasyonunu gerçekleştirir. Sistemler planlanırken, hem sadece kendileri çalışacak şekilde hem de diğer sistemlerle bütünleşmiş şekilde geliştirilmelidir (EBSO, 2015).

Birbirine bağlantılı yapıların sağladığı sürekli akış, Endüstri 4.0 teknolojileri temelinde yatan üretim açısından önemli unsurdur. Bu sürekli akışın devamlılığını sağlamak amacıyla ise sadece belirli bir alanda değil, tüm alanlarda yatay ve dikey entegrasyon sağlanmalıdır (Şimşek vd., 2016).

Yatay ve dikey entegrasyonu tanımlamak gerekirse;

**a. Yatay Entegrasyon:** Planlama ve üretim sistemlerinde bulunan her bir bölümün birbiriyle, ayrıca diğer işletmelerin planlama ve üretim sistemlerindeki bölümler arasında devamlı bir iletişim sağlaması olarak tanımlanabilir. Entegrasyon tasarımdan, hammadde tedarikine, sevkiyata, üretime, pazarlamaya, kadar olan her bir birimi kapsamaktadır. Yatay entegrasyonun farklı işletmeler arasında kurulması ile yeni iş modelleri oluşturulabilmektedir (Şimşek vd., 2016).

Kısaca yatay entegrasyon; müşteriler ve üreticilerin birbirleri ile tam entegre ve bağlantılı olmasıdır. Yatay entegrasyon ile üretim, mühendislik, satış sonrası ve pazarlama destek gibi tüm süreçler birbiri ile bütünleşik ve direkt bağlantılıdır. Örneğin, müşterilerden elde edilen anlık geri bildirimler sayesinde müşteriye özel kişiselleştirilmiş ürünler üretilir (Yıldız, 2017).

Müşterileri aynı tür olan farklı işletmelerin yatay entegrasyon ile birleşmeleri sağlanır. Bu işletmelerin birleşmesinin ana maksadı, müşteri türleri aynı olan işletmelerin pazardaki paylarını genişletmektir.

Yatay entegrasyonu özetlemek gerekirse;

- İşletmeler, Ar-Ge çalışmalarına önem verdiklerinde ve çevredeki belirsizliği azaltmak için yatay entegrasyonu tercih ederler.
- Yatay entegrasyon ile bir araya gelen işletmelerin en belirgin özellikleri, riskli yatırımları tercih etmeleridir. Bu durum işletmelerin riskli yatırımlarda piyasada tutunabilme ihtimalini arttırmaktadır.
- Yatay entegrasyon ile kullanılan tüm nesnelerin kapasitesi kullanıma açık hale gelir.

- Yatay entegrasyon ile birbirinden farklı birçok işletme birleştikinden, satış ve pazarlama maliyetleri azalmaktadır. Hizmet veya ürünlerin en uygun ve en yakın noktalardan teslim alınması taşıma maliyetlerini azaltabilir.

**b. Dikey Entegrasyon:** Üretim noktalarından üretim hatları, hücreleri ve fabrikalar vasıtasıyla bir değer oluşum modelinin, hiyerarşik seviyelerdeki farklı birleştirme ve akıllı çapraz bağlanmasıyla dijitalleştirilmesi olarak tanımlanır. Ayrıca; teknoloji geliştirme, satış, ve pazarlama gibi değer zinciri ile ilgili faaliyetleri de bütünleştirir (Stock ve Seliger, 2016).

Bir fabrika; kontrol, üretim yönetimi ve kurumsal planlama gibi çeşitli alt birimlere sahiptir. Üretim sistemini esnek hale getirmek için çeşitli bildirimlerin farklı seviyelerden kurumsal kaynak planlaması seviyesine gelerek dikey olarak entegrasyon sağlanmalıdır. Dikey entegrasyonun sağlanması ile üretim sürecini daha şeffaf hale getirmek için akıllı makineler; aktif olarak çalışan çeşitli ürün çeşitlerine entegre olabilecek şekilde kendi kendini yönetebilen ve yeniden yapılandırılabilen bir sistem geliştirmelidir (Wang vd., 2015).

Dikey entegrasyonun sağlanması ile; tüm üretim sistemleri, akıllı ürünler ve akıllı fabrikalar ile birlikte tüm sistemler birbiri ile iletişim içinde olacaklardır. Ayrıca siber fiziksel sistemlerin kullanılmasıyla stok durumlarına, üretim sistemlerinin ve fabrikaların talep seviyelerine, arıza/bakım konularına anlık olarak geri bildirim verebileceklerdir (Yıldız, 2017).

Dikey entegrasyon başka bir deyişle; işletmelerin, kendi alanlarıyla ilişkili farklı alt alanlarda müşterisi olan işletmelerle birleşmesidir. Araba üreten bir işletmenin tekerlek üreten bir işletmeyle birleşmesi bu duruma örnektir. Benzer şekilde seyahat acentası veya sigorta şirketi hava yolu şirketi ile birleşmesi dikey entegrasyon örneğidir.

Ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik kavramı yatay ve dikey entegrasyon kavramıyla anılan bir diğer kavramdır. Ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik ürünün hammaddesinin tedarik edilmesinden, üretilmesi, kullanılması ve tüketilmesinde kadar olan süreçlerde akıllı çapraz bağlantı ve dijitalizasyonu içermektedir. Entegrasyon ile sürekli ve tutarlı bir ürün modeli her aşamada yeniden kullanılabilir. Ürün tasarımının üretim ve servis üzerindeki etkisi, güçlü yazılım



zincirinin kullanılmasıyla öngörülebilir, böylece özelleştirilmiş ürünler etkinleştirilir (Wang vd., 2015).

Yatay ve dikey entegrasyonunun sunacağı çok önemli fırsatları incelediğimizde; üretim süreçlerindeki değişimlere ve problemlere hızla yanıt verilebilecektir. Tüketicilere özel ve kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşması ve kaynak verimliliğinin artması beklenmektedir. Değişiklik ihtiyaçları basit bir ara yüz güncellemesiyle sağlanabilmekte ve işletmeler daha esnek bir yapıya kavuşmaktadır (Şimşek vd., 2016).

#### **4.4.7. Katmanlı Üretim**

3D yazıcılar; herhangi bir elektronik datayı kalıp, model ve benzeri araç gereçe ihtiyaç duymadan, bilgisayar destekli tasarım programları ile planlanmış, 3D datasının makineye gönderilmesiyle kat kat malzeme ekleyerek fiziksel model imalatı yapabilen makinelerdir (WEB\_15). 3D yazıcı teknolojisinin ilk uygulaması 1984 yılına dayanmaktadır (EBSO, 2015). Hızlı prototipleme endüstrisi; lazer kullanılarak ultraviyole ışığına duyarlı polimerlerin katman katman kürlenmesi ile başlamıştır. Bu endüstri zamanla gelişerek daha büyük bir endüstri olarak anılmaktadır. Bu endüstri, ilk zamanlarda sadece hızlı prototipleme maksatlı kullanılmasının yanı sıra parça üretimi amaçlı kullanıldığından terminolojisi de değişerek “Katmanlı Üretim Teknolojileri”-KÜT (Additive Manufacturing Technologies) olarak tanımlanmıştır (WEB\_14).

3D yazıcıların gelişmesi ile akıllı üretim büyük bir aşama kaydetmiştir. Bilgisayar ortamında alet, obje, oyuncak gibi nesnelere dijital olarak tasarlandığında bu nesnenin prototipi 3D yazıcılar kullanılarak kısa bir zamanda somut hale getirilebilmektedir. Günümüzde hiçbir üretim sistemi ile imalatı mümkün olmayan karmaşık nesnelere bile tasarlandığında somut hale gelmektedir. (Özsoylu, 2017).

3D yazıcıların gelişmesi ile; birlikte farklı modellerin üzerinde çalışılması, yeniden oluşturulması, denenebilmesi ve gibi faaliyetler daha kolay hale geldi. Çok çeşitli malzemelerin üç boyutlu ürünlerde kullanılmasıyla, üç boyutlu fiziki ürünlerin oluşturulması ve yazıcıya gönderilmesinde gelişmeler yaşandı. Üretimi çok zor olan nesnelere ve alışlagelmiş yöntemlerle üretilmeyen üç boyutlu yazılar yardımıyla

karmaşık yapılara sahip olsalar bile üç boyutlu somut nesnelere olarak üretilebilmektedir. Endüstri 4.0 ile kişiselleştirilmiş ürünler daha da önem kazanacak ve bu süreçte üç boyutlu yazıcılar önemli hale gelecektir (Yıldız, 2017).

Katmanlı üretimin sunacağı çok önemli fırsatları incelediğimizde; birçok araştırmacıya göre 3D yazıcılarla yenilikçilik hususunda yeni bir dönem açılmıştır. Bu duruma bir örnek vermek gerekirse; 3D yazıcıların kullanılmasıyla stok yapmanın da sona ereceğidir. Üretim ile ilgili veriler bilgisayara yükleneceği için arzu edilen bir zamanda ihtiyaç miktarı kadar ürünün kısa sürede imal edilmesi sağlanabilecektir. Yedek parçaların kullanılmadan stoklanması, stok maliyetlerini problem olmaktan çıkarmasının yanı sıra, gereksiz tüketim önlenerek ve verimlilik artacaktır (EBSO, 2015). Katmanlı üretimin gelişmesi ile müşteriler üretici olabilecek, işçi ve aracı maliyetleri oluşmayacaktır. Model üretimi, üç boyutlu üretim yapılarak hızlı olarak gerçekleştirilecek böylece ürünler piyasada daha kısa zamanda yerini alacaktır. Üretim ucuzlayacak ve stok maliyetleri minimize edilecektir (Özsoylu, 2017). Katmanlı üretim ile kitlesel üretimin yanı sıra bireysel gereksinimlerimizin daha hızlı ve kolay karşılanması beklenmektedir (Kırkan vd., 2017). Ayrıca üç boyutlu yazıcılar üzerinde yapılan çalışmalara örnek vermek gerekirse; lazer yardımıyla metal tozlarını birleştirip özel amaçlı üç boyutlu yazıcı kullanılarak, bir savaş gemisi çeşitli türlerdeki ve boyutlarda yedek parça ihtiyacı için hiçbir limana uğramadan ve tedarik almadan, gemi içerisinde bulunan üç boyutlu yazıcıyı kullanarak istenilen parçaları istenilen karmaşıklık seviyesinde üretebilir hale gelebilmiş durumdadır (Yıldız, 2017).

#### **4.4.8. Artırılmış Gerçeklik**

Artırılmış Gerçeklik ((AG)-Augmented Reality (AR)) teknolojisi bilişim teknolojileri alanında son zamanlarda en çok dikkat çeken çalışmalardan birisidir. Artırılmış Gerçeklik (AG), gerçek görüntüyle bilgisayarda oluşturulan ses, video, metin, grafik, 3 boyutlu modeller ve animasyon gibi sanal bilgilerin aynı anda birleştirilmesidir (Delello, 2014). Başka bir ifade ile artırılmış gerçeklik; insanların gerçek dünya çevresine dahil edilen sanal nesnelere iletişim sağladıkları alandır. Artırılmış gerçeklik teknolojileri uygulama laboratuvarlarında gerçek ve sanal objeler ile beraber katılımcılara sunulmaktadır (Zhu vd., 2004).

Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojisi daha fazla yer almaya başlamış bir teknolojidir. Gerçeklik teknolojisi; artırılmış ve sanal gerçeklik olarak ikiye ayrılabilir. Artırılmış gerçeklik; gerçek dünya görüntülerine ortamdaki görüntü ve verilerin eklenebildiği, sanal ve gerçek nesnelerin aynı alanda beraber algılanmasını sağlayan ve gerçek dünya ile ilişkisini devam ettiren bir ortam olarak ifade edilir. Sanal gerçeklik ise; üç boyutlu bilgisayar oyunlarına benzer şekilde kullanıcının alana girdiğinde dünya ile bağlantısını tamamen kesebildiği alanlar olarak tanımlanır (İçten, 2017).

Artırılmış gerçeklik tabanlı sistemler, mobil araçlar üzerinden onarım bildirimleri gönderme ve bir depoda parça seçimi gibi hizmetleri gerçekleştirmektedir. Bu sistemler henüz gelişme aşamasındadır fakat gelecekte işletmeler, gerçek zamanlı bilgiler sunmak, çalışma usullerini iyileştirmek, çalışanlarına karar vermek maksadıyla eniştirilmiş gerçeklerden daha fazla yararlanacaklardır (Rüßmann vd., 2015). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılmasındaki maksat, gerçek ve sanal arasında bulunan ve her iki alanın niteliklerine sahip etkileşimli bir alanın yaratılmasıdır (Bronack, 2011).

#### **4.4.9. Simülasyon**

Simülasyon, gerçek dünyada yer alan bir fiziksel sisteme ait bilgilerin sanal bir alana aktarılması ile gerçek sisteme ait özelliklerin görülmesini sağlayan bir modelleme tekniğidir. Diğer bir deyişle simülasyon; malzemelerin, ürünlerin ve üretim süreçlerinin üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında gerçek zamanlı bilgilerin kullanılarak taklit edilmesi olarak tarif edilmektedir. Simülasyonun maksadı, ihtimallerin sanal dünyada önceden izlenebilmesi ve gerekli hazırlıkların planlanmasıdır. Etkili ve verimli bir simülasyon fiziksel sistemin tüm bilgilerinin sanal alana modellenmesi ile sağlanır. Simülasyon, günümüzde sağlıktan, imalata, işletmecilikten, eğitime kadar her alanda karşılaşılan yeni durumlara hazırlanan planlar ile gerekli tepkilerin verilebilmesi açısından kullanılabilen bir metot halini almıştır (Bungartz vd., 2014).

Geleneksel simülasyon teknolojileri, genellikle mühendislik ve tasarım bölümlerinde kullanılırken, akıllı fabrikalarda da çok disiplinli simülasyonun her bölümde özellikle imalatın arttığı durumlarda bile kısa sürede doğru karar verebilme amacıyla kullanılması düşünülmektedir. Bu husus “eş zamanlı simülasyon” olarak tanımlanmaktadır. Eş zamanlı simülasyonun verimli şekilde icra edilmesi maksadıyla sanal sistemlerin fiziksel kopyaları ile uyumlu olacak şekilde esnek değişim sağlaması

beklenmektedir. İlgili simülasyon modellerinde iç tedarik hazırlığı, dinamik zenginlik, fiziksel ve sanal alanlar arasındaki bilgi alışverişi ile gerçek dünyadaki değişiklerin hepsi sanal alanda görülebilmelidir (Weyer vd., 2016).

Simülasyon teknolojileri ile ürünler, makineler ve insanlar ile birlikte fiziksel ortamların sanal gerçekliği oluşturulmaktadır. Bu durum gerçek zamanlı üretime geçmeden önce imalat sürecindeki ürünlere sanal olarak test edilme fırsatı sağlamaktadır (Davutoğlu vd., 2017).

Örneğin, Volkswagen otomotiv firmasının bu teknolojiyi uyguladığı bilinmektedir. Özellikle tüketici isteklerine göre üretimin yapıldığı otomotiv sektöründe üretim hatları simülasyonlar kullanılarak sürekli güncellenmelidir. Esnek eş zamanlı simülasyon anlayışına dayanan gerçek üretim hattındaki bağlama ekipmanları, kaynak makinaları, ürün, robot kolları gibi tüm sistemlerin sanal bir karşılığı sağlanmalıdır (Weyer vd., 2016).

Depolarda imalat süreçlerinin otomasyonu ve bu otomasyonun nasıl yapılacağı önem arz etmektedir. Üretim süreçlerinde analiz edilen bilgiler arasındaki boşlukları tamamlayarak tedarik zinciri içerisinde stratejik olarak kullanılan araç gereçlerin imalat sistemlerine esneklik getirmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte, simülasyonlar kullanılarak yapılan tahminler ile süreçlerin modellenmesiyle hem maliyetlerin azaltılması hem de kalitenin ve hizmet seviyesinin eş zamanlı olarak artırılması sağlanacaktır (Kırkan vd., 2017).

#### **4.5. ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ FAYDALARI**

Endüstri 4.0 teknolojilerinin endüstri alanında verimlilik ve ekonomik büyüme artışı sağlayacağı öngörülmektedir. Özellikle üretimde gelecek 5-10 yıl içinde birçok işletme Endüstri 4.0 çağının getirdiklerini yakalayacak ve hammadde haricindeki imalat masraflarında %15-25 arasında iyileşme sağlanacaktır. Bu durumun, sadece Almanya'da imalat alanına 90-150 milyar Euro'luk etki yapması öngörülmektedir. Toplam üretim kazançlarının, hammadde masrafları dahil edildiğinde % 5 ile % 8'e, ulaşacağı ifade edilmektedir. Ayrıca, Endüstri 4.0 ile birlikte tüketicilerin kişiye özel ürünlere olan talebinde artış yaşanması ile üreticilerin yeni veri uygulama ve gelişmiş ekipman isteği aynı oranda artacaktır. Endüstri 4.0 ile istihdam konusunda birçok farklı görüş olmasına rağmen, imalat endüstrisine % 6-10'luk istihdam artışı beklenmektedir.

En çok mekanik-mühendislik alanında yeni işgücüne olan ihtiyaç hissedilecektir (EBSO, 2015). Bu kapsamda ele alındığında Endüstri 4.0' ın 4 temel alanda fayda sağlayacağı öngörülmektedir. Üretim, maliyet, istihdam ve yatırımdır.

#### **4.6. ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIĞI ZORLUKLAR**

Başlı başına bir değişim süreci olan Endüstri 4.0, bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorluklar aşağıda sıralanmıştır:

- **İstihdam:** Endüstri 4.0 ile istihdam yapısı önem arz eden bir değişim geçirecektir. Nitelikli insan kaynağının değeri artacaktır. Geçmişte çalışanların sadece kol gücüne gereksinim olmuşken Endüstri 4.0 ile firmalar tarafından daha karmaşık işler ve bilgi-iletişim sistemleri hususlarında yetenekli çalışanlar için talep artışı gözlemlenecektir. Böylece, vasıfsız işçinin yerine vasıflı iş gücü aranacak, bilhassa bilişim teknolojisi ile bağlantısı olan meslek dalları değerli olacaktır. Özellikle veri madenciliği, veri analistleri gibi meslekler gündemde olacak, medya ile enerji sektörleri önem kazanacaktır. Endüstri 4.0 ile eski ve işe yeni alınacak işçilerin iyi yetiştirilmesi amacıyla eğitim programlarının yeniden gözden geçirilmesi zorunluluğu bulunmaktadır (WEB\_16).

- **Hukuki Altyapı:** Yasalar teknolojik gelişmelerin genellikle gerisinde kalmıştır. Eksiklikler ve belirsizlikler, yasalar çıkmış olmasına rağmen halâ sürmektedir. Akıllı üretim safhasında fikrin süratle uygulanabilmesi, 3 boyutlu basım hizmetlerine erişimi olan bütün şahısların kolaylıkla üretici konumunda olabilmelerini sağlayabilmektedir. Artık patent, telif hakkı vs. ihlalleri rahatlıkla olabilecektir. 3D yazıcıların bireysel seviyede yaygınlaşması ile her yeni teknolojide olduğu gibi, yalnızca hali hazırda iş yapma türlerine etki etmekle kalmayacak, hukuki altyapının da teknolojiye uyum sağlaması mecburi olacaktır (Özsoylu, 2017).

- **Siber Güvenlik:** Endüstri 4.0 ile siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti akıllı fabrikanın omurgasını meydana getirecektir. Böylece, bir siber saldırı akıllı şirketlerin sinir sistemi olan birimlere yayılacak ve şirketin her alanında etkili olacaktır. Bu sebeple, Endüstri 4.0'ın çalışabilirliği, güvenlik önlemlerinin sağlamlığıyla doğru orantılıdır. Bilgi güvenliği yalnızca teknolojik bir zorluk değildir bunun yanı sıra şahıslar da bilgi güvenliğinde kayda değer bir etkidir (Kırkan vd., 2017).

## 4.7. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI

Günümüzde modern üretim özellikle Avrupa ülkelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda Avrupa ülkeleri endüstrileri yaşlanan nüfus ve gelişmekte olan ülkelere gelen rekabet gibi birçok problemle karşı karşıyadır. Ekonomik Politika Komitesi ve Avrupa Komisyonu'na göre, çalışma çağındaki nüfus yaklaşık 48 milyon azalacak ve 2050 yılına kadar 58 milyon yaşlı insan olacaktır. 2011'de, gelişmekte olan ülkelerin (Çin, Hindistan ve Brezilya gibi) sanayi değeri payı, 1990'da %179 artmıştır. Buna karşılık, Batı Avrupa ülkelerinde endüstriyel değer payı; Almanya, Fransa, Birleşik Krallık olmak üzere toplamda %36 oranında azalmıştır. Bu sorunlar, iş gücünün azaltılması, ürün geliştirme süresinin kısaltılması, kaynakların verimli bir şekilde kullanılması, siber fiziksel sistem ve nesnelerin interneti gibi endüstri teknolojilerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu teknolojilerin geliştirilmesiyle, Almanlar tarafından 2011 yılında Hannover Fuarında Endüstri 4.0 tanıtılmıştır ve fuar dördüncü endüstriyel devrimin başlangıcını simgesi haline gelmiştir. İlk yayınlanmasından bu yana birçok Avrupa üretim araştırma organizasyonu ve şirketi, endüstri 4.0 altında imalatın bilgi takas eden ve kontrollü makineler ile birlikte çalışabilen özerk ve akıllıca hareket eden üretim birimlerinden oluşacağını vurgulayan bir çalışma hazırlamıştır (Qin vd., 2016).

Japonya, ABD ve Güney Kore ile Almanya teknolojik açıdan kıyaslandığında, Almanya'nın diğer üç ülkeden daha geride olduğu anlaşılmaktadır. Yeni endüstri devriminde Almanya'nın başarılı olabilmesi için kalifiye teknik personelin sayısını artırması, AR-GE faaliyetlerine daha fazla bütçe ayırması, ve mevcut internet alt yapısını geliştirmesi gerekmektedir (Thobena vd., 2014).

ABD ile diğer Avrupa ülkeleri kendi endüstri paylarını önemli ölçüde arttırmayı planlamaktadır. ABD Hükümeti bu konuda yeni üretim planları keşfetmenin büyük bir önem arz ettiğini bildiği için, milli bir araştırma birimi ile şirketler bağlantısı tesis edilmesinin fonlaşması maksadıyla kayda değer bir bütçe ayırma yoluna gitmiştir (Heng, 2014).

2020 yılına kadar 24 milyar ile 30 milyar arasında değişen miktarda cihazın birbiriyle bağlantılı olacağı beklenmektedir. Telefonlar, tabletler, ve giyilebilir sistemler bunların 10 milyar adedini oluşturmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte uygulamaların

hazır hale getirilmesi, cihaz donanımları, , sistem uyum işlemleri, veri depolama sistemi kurulması, bağlantı ve güvenlik gibi nesnelere interneti çözümlerine ise milyarlarca dolarlar yatırım yapılacaktır. 2025 yılına kadar, bu kaynakların geri dönüşümünün 13 trilyon dolar civarında olacağı planlanmaktadır (Kırkan vd., 2017).

Akıllı üretim sistemlerine yönelik Türkiye Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 29. toplantısındaki çalışma, Türkiye'deki Endüstri 4.0 kapsamındaki ilk çalışmadır. Bu çalışma yüksek teknoloji üretiminde Türkiye sanayisinin uluslararası rekabet yeteneğinin artırılmasına destek olacak akıllı üretim sistemlerine geçişi maksadıyla;

- Yürütme, uygulama ile izleme modelinin eğitim, istihdam ve sektörel politika uygulamalarını da kapsayacak bir şekilde, sektör paydaşları işbirliğiyle gelişimi,

- Öncü ve kritik teknolojilerde (öncelikle yapay zekâ/robot/sensör teknolojileri, siber fiziksel sistemler, siber güvenlik, büyük veri, nesnelere interneti, bulut bilişim vb.) yetkinlik elde edilmesini temin edecek amaca yönelik AR-GE işlemlerinin artırılması,

- Öncü ve kritik teknolojilerin yerel şirketler vasıtasıyla üretimini gerçekleştirecek altyapılara yönelik gereken teşvik ve destek mekanizmalarının tekrardan ele alınması önem arz etmektedir (TÜBİTAK, 2016).

İkinci çalışma ise TEPAV'ın (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırmalar Vakfı) TOBB ile ortaklaşa gerçekleştirdiği çalışmadır. Bu çalışmanın kapsamı ise, işletmelerin kabiliyetlerini belirleme ve hangi sektörlerin Endüstri 4.0'la uyum içerisinde olabileceğidir. TEPAV'ın çalışması "mevcut envanteri-kapasiteyi tespit etmek" ve "farkındalık sağlamak" şeklinde iki safhadan meydana gelmektedir. Bu çalışma ile Türkiye'nin yeni üretime ve ekonomik ortama uyum sürecinde, "Sanayi 4.0+" kavramını öğretmek farkındalık yaratmak amaçlanmaktadır. Buradaki "+" kavramını nanoteknoloji ile biyoteknoloji oluşturmaktadır. TEPAV'ın çalışmasındaki göze çarpan başka bir husus da, Türkiye'de Endüstri 4.0 ile ilgili iki önemli kısıtlılığın olmasıdır. Bunlarda birincisi, işletmelerin bu yeni sürecin farkında olmaması, öğrenilmesinde arayış için çaba harcanmaması ve yetişmiş insan gücü sınırlı olmasıdır. Diğerisi ise "hukuk güvenliği" kapsamında idari bir problemin bulunmasıdır (Ekonomik Forum Dergisi, 2016).

Türkiye'nin yeni endüstriyel devrimini elde etmesi büyük önem arz etmektedir. Geçmiş sanayi devrimlerini takip etmede geride kalan Türkiye, yeni endüstri kavramına

iyi takip ederek geride kalma tehlikesini berteraf edebilir. Türkiye'nin bünyesinde barındırdığı endüstriyel avantajlarını verimli bir şekilde kullanması gerekmektedir. Bununla birlikte, Türkiye'nin endüstriyi işbirliğine teşvik etmesi ve AR-GE yeteneğini artırması da değerli bir adım olacaktır. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'nin de süratle bilişim teknolojilerini başka sahalara kanalize ederek yeni bir endüstriyel süreç adım atması gerekmektedir. Bu çalışmalara, Türkiye'deki üniversitelerin ve bilimsel kuruluşların katkıda bulunmaları maksadıyla teşvik edilmeleri önem arz etmektedir.

Araştırmanın ilk dört bölümünde literatür taraması yapılmış ve elde edilen sonuçlar ilgili bölümlerde sunulmuştur. Yapılan literatür taramasında kullanılan kaynaklar tablo haline getirilerek aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 4.3 Literatür Taraması**

Sıra Nu.	Yazar Adı	Yayın Adı	Yayın Türü	Yayın Yılı
1	Z.Acar E. Çakmak	Depolama ve Depo Yönetimi	Kitap	2013
2	Z.Acar M. Köseoğlu	Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi	Kitap	2014
3	L.Adolph T.Anlahr H.Bedenbender A.Bentkus	German standardization roadmap: Industry 4.0	Makale	2016
4	S.Alçın	Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0	Makale	2016
5	R.G.Askin J.B. Goldberg	Design and Analysis of Lean Production Systems	Makale	2002
6	Ö.Aşıcı B. Tek	Fiziksel Dağıtım Yönetimi	Kitap	1985
7	M. Ayanoglu	Üretim Yönetimi (Ders Notları)	Kitap	2005
8	U. Ayaz	Lojistik Yönetiminde Operasyonel Kayıpların Ölçümü ve Bir Uygulama	Makale	2007
9	B.Bagheri S.Yang H.Kao J. Lee	Cyber-physical System Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment	Makale	2015



10	R.Bakoğlu E. Yılmaz	Tedarik Zinciri Tasarımının Rekabet Avantajı Yaratması Açısından Değerlendirilmesi: Fast Food Sektörü Örneği	Kitap	2001
11	T.Baltacıoğlu M.Demirbağ	Lojistik Yönetimine Genel Bakış	Makale	2003
12	R.Basu J.N. Wright	Total Supply Chain Management, Oxford: Butterworth- Heinemann	Makale	2008
13	B. Birdoğan	Lojistik Yönetimi ve Sektör Analizi	Kitap	2004
14	D.J.Bowersox D.J. Closs,	Lojistik Yönetimi ve Sektör Analizi	Makale	1996
15	D.J.Bowersox D.J.Closs M.B. Cooper	Logistical Management: The integrated Supply Chain Process	Makale	2002
16	Ü.İ.Bozkurt A. Durdu	Akıllı Fabrikalarda Dağıtılmış Kontrol Sistemleri Uygulaması ve RFID Yaklaşımı	Makale	2016
17	J.M.Bradley E.M. Atkins	Optimization and Control of Cyber-Physical Vehicle Systems, Sensors	Makale	2015
18	S.C. Bronack	The Role of Immersive Media in Online Education	Makale	2011
19	BTSO	Stok Yönetimi	Makale	2007
20	H.J.Bungartz S.Zimmer M.Buchholz D. Pflüger	Modeling and Simulation: An Application-Oriented Introduction	Makale	2014
21	A.Burian M.Vehviläinen J.Kangas	Camera Barcode Reader with Automatic Localization, Detection of Orientation and Type Classification. Computers and Simulation in Modern Science	Makale	2016
22	D. Cackett	Information Management and Big Data, A Reference Architecture	Makale	2013
23	T.Can H. Koçak	Envanter Problemlerinin Geometrik Programlama Metodu ile Analizi	Makale	2006

24	İ. Cemalcılar	Pazarlama Kavramlar-Kararlar	Kitap	1994
25	D.Chai F. Hock	Locating and Decoding EAN-13 Barcodes from Images Captured by Digital Cameras 5th International Conference on Information Communications & Signal Processing	Makale	2014
26	Y.Ceran A. Alagöz	Lojistik Maliyet Yönetimi: Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Muhasebesi	Makale	2007
27	R.B. Chase	Production and Operations Management: Manufacturing and Services	Makale	1998
28	M. Christopher	Logistics and Supply Chain Management	Kitap	2011
29	C. Çalışkan	Tedarik Zinciri Yönetimi ENM 525	Makale	2001
30	M. Çancı	Üretim Sektörü ve Lojistik	Makale	2004
31	M. Çancı	Satın Alma ve Tedarik Zinciri Yönetimi, Analiz, Strateji, Planlama ve Uygulama	Kitap	2014
32	M. Çancı	Lojistik Yönetimi	Kitap	2009
33	M.Çancı M. Erdal	Üç Kıtanın Geçiş Noktası: TÜRKİYE Lojistik Fırsatlar ve Sorunlar	Makale	2002
34	M.Çancı M. Erdal	Lojistik Yönetimi	Kitap	2003
35	M.S.Çelikleş G.Sonlu S.Özgel Y. Atalay	Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası	Makale	2015
36	M.S.Çelikleş G.Sonlu S.Özgel Y. Atalay	Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası	Makale	2018

37	C. Çevik	Lojistik Yönetiminde Stok Kontrolü ve Dinamik Stok Kontrol Modellerinin Karşılaştırmalı Olarak Bir İşletmede Analizi	Yüksek Lisans Tezi	2012
38	M. Çiftçiabaşı	RFID Sistemlerde Güvenlik Açıkları ve Çözüm Yolları	Makale	2009
39	R.Dan S. Nada	Operations Management: An Integrated Approach	Kitap	2004
40	N.A.Davutoğlu B.Akgül E. Yıldız	İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişim Sağlamak	Makale	2017
41	J.A. Delello	Insights From Pre-Service Teachers Using Science-Based Augmented Reality	Makale	2014
42	H.Demir Ş. Gümüşoğlu	Üretim Yönetimi	Kitap	2009
43	M. Demircioğlu	Araç Rotalama Probleminin Sezgisel Bir Yaklaşım İle Çözümlemesi Üzerine Bir Uygulama	Doktora Tezi	2009
44	B. Denizhan	Manufacturing Logistics: Reference Model	Makale	2005
45	R. Derici	Tedarik Zinciri Yönetiminde Risk Yönetimi Yaklaşımı	Makale	2005
46	J.B. Dilworth	Production and Operations Management: Manufacturing and Services	Kitap	1993
47	İ. Doğan	Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları	Kitap	1995
48	K.Doğan S. Arslantekin	Büyük Veri: Önemi, Yapısı Ve Günümüzdeki Durum	Makale	2016

49	M. Doğruer	Üretim Organizasyonu ve Yönetimi	Kitap	2005
50	Droneware Technology Corp (n.d.)	Method and Apparatus For Warehouse Cycle Counting Using A Drone	Makale	2016
51	A. Duman	Lojistiğin Uluslararası Pazarlamada Rekabetsel Üstünlük Sağlamadaki Önemi ve Bir Uygulama	Yüksek Lisans Tezi	2012
52	M. Ege	Endüstri 4.0 Devrimi Kapıda mı?	Makale	2014
53	Ö. Eker	Lojistik Yönetimi ve Tedarik Lojistiği Sürecinde Performansın Arttırılması	Yüksek Lisans Tezi	2006
54	EKO-IQ Dergisi- Özel Sayı	Endüstri 4.0-Akıllı Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi	Makale	2014
55	A. Erkilietlioğlu	Askeri Lojistik Politikalarının Belirlenmesinde Analitik Şebeke Yönetimi	Yüksek Lisans Tezi	2000
56	M.Ş. Ersoy	Türkiye’de Adım Adım Lojistik	Makale	2008
57	O.Z. Fırat S.Ü. Fırat	Sanayi 4.0 Dönüşümü Nedir? Belirlemeler ve Beklentiler	Makale	2016
58	O.Z. Fırat S.Ü. Fırat	Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar	Makale	2017
59	O.Z. Fırat S.Ü. Fırat	Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar	Makale	2017
60	W.D. Frederick	Tax Savvy for Small Business	Kitap	2008
61	N. Gabaçlı M. Uzunöz	IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü	Makale	2017
62	N. Gabaçlı M. Uzunöz	Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Kitabı	Makale	2017
63	E. Geisberger M. Broy	Agenda CPS, Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (Acatech Studie)	Makale	2012

64	G. Gençyılmaz	Stok Sistemlerinin Yönetimi 1	Makale	1988
65	Genelkurmay Başkanlığı	Değişen ve Gelişen Çağda Lojistik	Makale	2004
66	I. Giannoccaro	A Fuzzy Echelon Approach For Inventory Management In Supply Chains	Makale	2003
67	J.Gubbi R.Buyya S.Marusic M. Palaniswami	Internet Of Things (Iot): A Vision, Architectural Elements, And Future Directions, Future Generation Computer Systems	Kitap	2013
68	İ.F.Gülenç B. Karagöz	E-lojistik ve Türkiye’de E-lojistik Uygulamaları	Makale	2008
69	Y. Gümüş	Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejileri ve İşletme Karı İle Olan İlişkisi	Makale	2009
70	S. Günay	Lojistik Yönetim ve Stok Kontrolünde Silver-Meal Modelinin Uygulaması	Makale	2005
71	Harp Akademileri Yayınları	Lojistik Eniyileme (Optimizasyon) Paneli	Makale	2014
72	L.M.Harrod R. Prytherch	Harrod’s Librarians’ Glossary and Reference Book	Kitap	2005
73	F.Hecklaue M.Galeitzkea S.Flachsa	Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Procedia CIRP	Makale	2016
74	S. Heng	Industry 4.0: Upgrading of Germany's Industrial Capabilities on the Horizon	Makale	2014
75	A.S.Hıçkın	Lojistik ve Ulaştırma Hizmetlerinde Optimal Stok Planlama Yönetimi	Yüksek Lisans Tezi	2002
76	E.Hofmann M.Rüsch	Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics	Makale	2017

77	M.Holweg J.Miemyczyk	Delivering the 3-day Car the Strategic İmplication for Automotive Logistics Operations	Makale	2003
78	F.Hua Y.Lua A.V. Vasilakos Q.Hao R.Maa Y.Patil T.Zhang J.Lu X.Li N.N. Xiong	Robust Cyber-Physical Systems: Concept, Models and Implementation, Future Generation Computer Systems	Makale	2016
79	T.İçten G. Bal	Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi	Makale	2017
80	E. İlyasoğlu	Üretim Sistemlerinin Yönetimi	Kitap	1983
81	D.İren	Dördüncü Endüstri Devrimi Sanayinin Dijitalleşmesi. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu	Makale	2017
82	M.Jahre C.J.Hatteland	Packages and Physical Distribution	Makale	2004
83	M.Jänicke K. Jacob	A Third Industrial Revolution Solutions? To The Crisis Of Resource-İntensive Growth	Makale	2009
84	H.Kagermann, W.Lukas W.Wahlster	Industrie 4.0 –Mit Dem Internet Der Dinge Auf Dem Weg Zur 4. Industriellen Revolution	Makale	2011
85	G.Karahan, M.A. Köseoğlu	İnsansız Hava Aracı ile Depo Sayım Sisteminin Stok Kontrolüne Etkileri	Makale	2018
86	M.Keskin T.Y. Hakan	Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi	Kitap	2008
87	V.Kırkan O.Ö.Doğan A.Erkan	Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu MÜSİAD Lojistik Raporları	Makale	2017

88	G.Kleinerdam M.Krasser M.Reischböck	The Cellular Approach: Smart Energy Region Wunsiedel, Testbed For Smart Grid, Smart Metering And Smart Home Solutions	Makale	2016
89	B.Kobu	Üretim Yönetimi	Kitap	2003
90	S.Koca	Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Taşıma Sisteminin İncelenmesi	Kitap	2001
91	D.Kodal	Çok Adımlı Geçiş Olasılıkları İle Pazar Payı Tahmini ve Stok Kontrolü	Yüksek Lisans Tezi	2010
92	Ö.Korkmaz	Üretim Kaynakları Planlaması ve İşletmelerdeki Uygulamaları	Yüksek Lisans Tezi	2001
93	O.Küçük	Stok Yönetimi Amprik Bir Yaklaşım	Kitap	2009
94	A.M.Küçükkalay	Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi	Makale	1997
95	D.M. Lambert J.R. Stock L.M. Ellram	Fundamentals of Logistics Management	Makale	1998
96	S.Leahy P.Murphy R.F.Poist	Determinist of Successful Logistical Relationships, A Third Party Provider Perspective, Transportation Journal, Winter	Makale	1995
97	J.Lee	Industrial Big Data Analytics and Cyber- Physical Systems for Future	Makale	2015
98	J.Lee H.Kao S.Yang	Service Innovation And Smart Analytics For Industry 4.0 And Big Data Environment	Makale	2014
99	Y.Liao F.Deschamps E.F.R.Loures F.P.Ramos	Present And Future Of Industry 4.0- A Systematic Literature Review And Research Agenda Proposal, International Journal Of Production Research	Makale	2017

100	D.Long	International Supply Management	Global Chain	Makale	2004
101	W.MacDougall	Industry 4.0 Smart manufacturing for the future. Germany Trade and Invest		Makale	2014
102	İ.Macit	Kurumsal Kaynak Planlamasının Endüstri 4.0 Kazanımları: Bir Yapısal Çatı Modeli Önerisi, Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi		Makale	2017
103	J.F. Magee W.C.Copacino D.B.Rosenfield	Modern Logistic Management: Integration Marketing, Manufacturing and Physical Distribution		Makale	1985
104	F.Maraşlı M.Çıbuk	RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları		Makale	2015
105	W.Mcneil	Dünya Tarihi		Kitap	1994
106	MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi		Kitap	2009
107	M.Muller	Essentials of Inventory Management		Makale	2011
108	MÜSİAD	Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği		Makale	2017
109	C.V.Naik	Fuzzy C-means Clustering Approach to Design Warehouse Layout		Makale	2004
110	M.Nalçakan	Lojistik İlkeler		Kitap	2012
111	H.Ning	Cybermatics: Cyber-Physical-Social-Thinking Hyperspace Based Science and Technology		Makale	2016
112	O.Orhan	Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi		Kitap	2003
113	M.K.Öksüz M.Öner S.C.Öner	Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi		Makale	2017



114	T.Ören Ü.Tuncer R.Çölkesen	Türkiye Bilişim Ansiklopedisi	Kitap	2006
115	N.Özçakar	Stokastik Stok Kontrol Politikalarının Poliüretan Sektöründe Markov Karar Süreci Yardımıyla Karşılaştırılması	Makale	2007
116	A.Özdemir	Lojistik İlkeler	Makale	2012
117	H.Özgen A.Öztürk A.Yalçın	Temel İşletmecilik Bilgisi	Kitap	2001
118	Ş.Özkan	Yöneylem Araştırması, Nicel Karar Teknikleri	Kitap	2005
119	A.F.Özsoylu	Endüstri 4.0	Kitap	2017
120	A.Öztürk	Yöneylem Araştırması	Kitap	2001
121	P.Pal R.Schantz K.Rohloff J.Loyall	Cyber Physical Systems Security Challenges And Research Ideas, In Workshop on Future Directions in Cyber- physical Systems Security	Makale	2009
122	N.S.Pamuk M.Soysal	Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme	Makale	2017
123	M. Pan	Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco- industrial Park	Makale	2015
124	K. Parıyar	Process of Detecting Barcodes Using Image Processing International Journal of Scientific Engineering and Research	Makale	2014
125	P.Perazzo F.Sorbelli M.Conti G.Dini C. Pinotti	Drone Path Planning for Secure Positioning and Secure Position Verification	Makale	2017
126	M.E. Porter	Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance	Makale	1985

127	J.Qin Y.Liua R.Grosvenora	A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond	Makale	2016
128	M.R.Redclift	Sustainable Development (1987–2005): An Oxymoron Comes Of Age	Makale	2005
129	T.A.Richard	Professional Marketing and Advertising Essays and Assignments	Makale	2014
130	V.Roblek M.Meško A.Krapež	A Complex View of Industry 4.0	Makale	2016
131	C.Rohrig S.Spieker	Tracking of transport vehicles for warehouse management using a wireless sensor network	Makale	2008
132	M.Rübmann M.Lorenz P.Gerbert M.Waldnerü J.Justus P.Engel M.Harnisch	Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries	Makale	2015
133	L.Santana A.Brandao M.Sarcinelli-Filho R.Carelli	A trajectory tracking and 3D positioning controller for the AR.Drone quadrotor	Makale	2014
134	R.G.Schroeder	Operations Management: Decision Making in the Operations Functions	Makale	1993
135	K. Schwab	Dördüncü Sanayi Devrimi	Makale	2016
136	B.Sezen	Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi Problemleri için Elektronik Tablolar Yardımı ile Simülasyon Uygulaması	Makale	2004
137	T.Sezgin	Lojistik Kavramı ve Türkiye’deki Uygulamaları	Yüksek Lisans Tezi	2008
138	B.Sezginer	Envanter Planlama ve Kontrol Modellerinin İşletmelerde Uygulaması	Yüksek Lisans Tezi	1999

139	E.Soyuyüce T.Hünkar S.Tabanlıoğlu	Veri Tabanı Nedir? Veri Tabanının Oluşum Süreci	Makale	2015
140	N.Sözbir A.R.Kaymaz T.Fidancı	Maliyet Muhasebesi	Kitap	2003
141	G.Stock M.Seliger	Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0	Makale	2016
142	J.R.Stock, D.M.Lambert	Strategic Logistics Management.	Makale	1993
143	H.Sulak	Stok Kontrolü ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar: Ödemelerde Gecikmeye İzin Verilmesi Durumu ve Bir Model Önerisi	Doktora Tezi	2008
144	T.Şimşek E.Kent H.Çınar M.Bayeamusta C.Baycan G.Sivas U.Güngören S.Akbaş O.Özlü T.Özer M.Bayrak Ö.Özkaya	Yeni Devrim: Endüstri 4.0	Makale	2016
145	E.Taha İ.Tokur H.Akar	Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu	Makale	2017
146	M.Tanyaş	Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi	Makale	2005
147	B.TEK	Pazarlama İlkeleri.	Kitap	1996
148	M.Tekin	Üretim Yönetimi	Kitap	2003
149	J.R.Tersine	Principles of Inventory and Material Management	Makale	1984
150	K.D.Thobena, M.Busseb B.Denkenac	Editorial System-Integrated Intelligence-New Challenges for	Makale	2014

	J.Gausemeierd	Product and Production Engineering in the Context of Industry 4.0		
151	N.Timur	Sanayi İşletmelerinde Lojistik Faaliyetlerin Organizasyonu	Makale	1988
152	Ö.Torlak R.Altunışık Ş.Özdemir	Modern Pazarlama, Değişim Yayınları	Makale	2002
153	M.Tunçbilek	Lojistik Hayati Bir Konu	Makale	2002
154	TÜBİTAK	Akıllı Üretim	Makale	2016
155	E.Uglovskaia	The New Industrial Era Industry 4.0 & Bobst company case study	Yüksek Lisans Tezi	2017
156	L.Wang M.Törngren M.Onori	Current Status and Advancement of Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Journal of Manufacturing Systems	Makale	2015
157	S.Wang J.Wan D.Li C.Zhang	Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook	Makale	2015
158	S.Wanga J.Wana D.Zhangb D.Lia C.Zhanga	Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination	Makale	2015
159	D. Waters	Formulating a logistics strategy. J. Colın, & N. Fabbe-Costes içinde, Global Logistics and Distribution Planning	Makale	2003
160	T.Köse	Lojistiğin Tarihi Süreci	Makale	2014
161	Y.Altaş	Lojistik Süreçlerinde Dış Kaynak Kullanımı: 3. Parti Lojistik Servis Sağlayıcıları	Makale	2005
162	H.Geliş A.R.Ersoy	Endüstri 4.0 Yolunda Siemens Endüstri 4.0 Yolunda	Makale	2018

163	V.Koch S.Kuge S.Schrauf R.Geissbauer	Opportunities and challenges of the industrial internet. Strategy Available at	Makale	2018
164	McKinsey Digital	Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector	Makale	2017
165	A.G.Deloitte	Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies	Makale	2017
166	R.Geissbauer J.Vedso S.Schrauf	Industry 4.0: Building the digital enterprise. Global Industry 4.0 Survey. PWC. Available at	Makale	2016
167	H.Pfohl B.Yahsi T.Kurnaz	The Impact of Industry 4.0 on the Supply Chain. epubli GmbH. Available at	Makale	2017
168	EBSO	Sanayi 4.0	Makale	2015
169	G.Yılmaz	Bilişimin yeni ufku: Büyük Veriler (Big Data)	Makale	2018
170	N.Kutup	Nesnelerin İnterneti: 4H, Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne ile Bağlantı	Makale	2012
171	Z.H.Yiğitbaşı	Nesnelerin İnterneti ve Makineden Makineye Kavramları İçin Kilit Öncül- IPv6	Makale	2012
172	C.Bulut	Bilişim Nedir?	Makale	2018
173	H.Kahraman	Bulut Bağlantılı Robotlar ve Endüstri 4.0	Makale	2018
174	Ş.Yalçınkaya	Robotlar ve Robotik Sistemler	Makale	2018
175	World Economic Forum	The Future of Jobs	Makale	2016
176	Ö.Eğer	Big Data'nın (Büyük Veri) Endüstriyel Kullanımı	Makale	2018
177	Lopez Research LLC	An Introduction to the Internet of Things	Makale	2016
178	C.Arnold D.Kiel K.Voigt	How Industry 4.0 changes business models in different manufacturing industries	Makale	2017

179	S.Goldenberg J.Brown J.Haid J.Ezzard	3D opportunity and cyber risk management	Makale	2017
180	S.Weyer T.Meyer M.Ohmer D.Goreck D.Zühlke	Future Modeling and Simulation of CPS-Based Factories: An Example From The Automotive Industry	Makale	2016
181	A.Yazıcı	Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar	Makale	2016
182	B.Yediyıldız	Tarih	Kitap	1994
183	A.Yıldız	Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar	Makale	2018
184	T.Yıldız	Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye'deki Mevcut Durum	Makale	2017
185	A.Yıldıztekin,	Dünya Perşembe Rotası Deniz Ticareti ve Lojistik Gazetesi	Makale	2001
186	A.Yıldıztekin	Lojistik Sektörü Büyüyor mu?	Makale	2005
187	M.Yılmaz	Enformasyon ve Bilgi Kavramları Bağlamında Enformasyon Yönetimi ve Bilgi Yönetimi	Makale	2009
188	S.Yin O.Kaynak	Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends, Proceedings of the IEEE	Makale	2015
189	F.Zezulka P.Marcon I.Vesely O.Sajdl	Industry 4.0-An Introduction In A Phenomenon	Makale	2016
190	W.Zhu C.Owen H.Li J.H.Lee	Personalized in-store E-Commerce With Promopad: An Augmented Reality Shopping Assistant, Electronic Journal for Ecommerce Tools and Applications	Makale	2004

191	Zuehlke	SmartFactory-Towards a factory-of-things. Annual Reviews in Control	Makale	2010
-----	---------	---	--------	------



# **BÖLÜM 5 LOJİSTİK İŞLETMELERDE UYGULANAN ENDÜSTRİ 4.0 DESTEKLİ STOK KONTROL SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE VAKA İNCELEMESİ**

## **5.1. ARAŞTIRMANIN AMACI**

Endüstri 4.0 devriminin temel amacını incelediğimizde; kısaca daha hızlı, düşük maliyetli, emniyetli, esnek ve verimliliğin artmasına katkı sağlayacak akıllı fabrikalar oluşturarak, bu fabrikalarda üretim yapmak olduğunu sonucunu çıkarmaktayız. Akıllı fabrikaların kurulmasıyla; insan faktörü kullanılmadan kablosuz iletişim sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0 devriminin yaşanması ile üretim süreçlerinde yer alan tüm sistemlerin; fabrika, bilgisayar, makine, algılayıcı araçların, birbiri ile entegre olarak çalışan diğer tüm bilgisayar sistemlerinin insanlardan bağımsız bir şekilde birbirleri ile işleri koordine eden, optimum üretimin yapılabilmesi için karar destek sistemlerini etkili bir şekilde kullanan sistemler olması hedeflenmiştir. Tüm bu hedeflerin gerçekleşmesi sonucunda üretimde; üretim süresinin kısalması, kalitenin ve üretim miktarının artması, maliyetlerin düşmesi, işçi güvenliğinin sağlanması, enerjinin optimum şekilde kullanılması, çevre kirliliğinin azalması gibi avantajların sağlanması beklenmektedir.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması ve geliştirilmesindeki hedefi genel olarak incelediğimizde, ana hedefin üretim süreçlerinin ve fabrikaların geliştirilmesi üzerine yoğunlaştığı sonucunu çıkarmaktayız. Araştırmanın çıkış noktası; endüstri 4.0 teknolojinin, üretim süreçlerinin önemli bir parçası olan stok kontrol sistemleri alanındaki uygulamaların azlığı olup, lojistik işletmelere stok kontrol sistemlerinin uygulanması alanında katkı sağlayacak teknolojileri sunmak ve bahse konu alanında literatürü geliştirmektir.



Literatüre bakıldığında stok yönetim ve kontrol süreçleri hakkında birçok araştırma mevcuttur. Ancak literatürde, teknolojinin gelişmesine bağlı olarak yeni bir kavram olarak karşımıza çıkan Endüstri 4.0 teknolojileri ve bahse konu teknolojilerin stok kontrol sistemlerindeki uygulamaları hakkında yapılan herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda, lojistik işletmelerde uygulanan Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerinin kullanılmasının işletmelere sağlayacağı verimlilik bu sektördeki aktif bir lojistik işletmede incelenmek istenmiştir.

Bu araştırmanın amaçları aşağıda sunulan maddelerde belirtilmiştir.

1- Yeni bir kavram olarak lojistik sektöründe yer alan ve literatürdeki eksikliğinden dolayı Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulamalarını incelemek.

2- Lojistik işletmelerde uygulanan Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerinin kullanılmasının işletmeye sağlayacağı verimliliği aktif bir lojistik işletmede incelenmek.

3- Gelecekte lojistik işletmelerde kullanılacak Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerinin geliştirilmesine yönelik yapılabilecek değişiklikler sunmak.

4- Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerini uygulamak isteyen işletmelere öneriler sunmak.

Bu kapsamda çalışmanın önceki bölümlerinde nitel araştırma yöntemlerinden yararlanılarak literatür taraması yapılmış, stok kontrol süreçleri, Endüstri 4.0 teknolojilerinin amaçları ve şekilleri incelenmiştir. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde lojistik işletmelerde uygulanan endüstri 4.0 teknolojilerinin stok kontrol sistemlerine etkileri ortaya konularak, gelecekte lojistik işletmelerde kullanılacak Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerinin geliştirilmesine yönelik yapılabilecek değişiklikler sunulacaktır. Araştırmanın son bölümünde Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerini uygulamak isteyen işletmelere önerilerden bahsedilecektir.

## **5.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ**

Araştırmada veri toplama aracı olarak nitel araştırma tekniği kullanılmış olup nitel araştırma yöntemlerinden olan örnek olay çalışması (case study) seçeneğinden yararlanılmıştır.

Vaka çalışması ilk defa 1829 yılında metodu tarih boyunca, Fransız bir ekonomist ve sosyolog aynı zamanda maden mühendisi olan Frederic Le Play tarafından kullanılmıştır. Daha sonra, 1900'lü yıllarda bu yöntem, araştırmacılar psikoloji,

antropoloji, sosyoloji gibi alanlarda araştırma yaparken bu yöntemi kullanmaya başladığında tekrardan gündeme gelmiştir. Fakat daha sonra pozitif bilimlerin sosyal bilimlerin popülerlik ve kullanım alanında önüne geçmesiyle 1930'lu yıllarda, sosyal bilimlerde de pozitif araştırma yöntemleri benimsenmeye başlanmıştır. Daha sonraki yıllarda da nitel yöntemlerin kullanımı gittikçe azalmak ile beraber durum çalışmalarının popülerliği de sınırlı bir alanda kendini göstermiştir. Fakat 2000'lere doğru tarih, eğitim, antropoloji gibi sosyal alanlarda yapılan araştırmalarda tekrardan sıkça kullanılmaya başlanmıştır.

*Vaka çalışması, gerçek yaşamla ilgili, güncel araştırma problemlerini, olguları kendi bütüncül çerçevesinde ayrıntılı ve derinlemesine inceleyen bir araştırma yöntemidir. Araştırma problemi için genelde çok sayıda kanıt ve bilgi kaynağı bulunmaktadır (Yin, 1984).*

### **5.3. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEM**

Araştırmanın ana evrenini İstanbul Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren, tedarik zinciri ve lojistik yönetimi yapan şirketler oluşturmaktadır. Yapılan araştırmada, uluslararası alanda tedarik zinciri ve lojistik yönetimi yapan **biri yabancı biri yerli** olmak üzere **iki şirket belirlenmiş ve bir yabancı şirket seçilerek uygulamaları incelenmiştir.**

### **5.4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI**

Yapılan araştırma halihazırda Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulayan az sayıda şirket bulunmasından dolayı İstanbul Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir lojistik şirket tarafından sınırlandırılmıştır. Şirketin tüm dünyada faaliyet göstermesi, birçok ar-ge merkezi olması, sürekli süreç geliştirme ve maliyet düşürme çalışmaları yapması bu şirketin seçilmesinde etkin rol oynamıştır.

Araştırma kaynağının kısıtlı olması nedeniyle evreni temsil eden örneklem üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada ulaşılan sonuçlar, literatür taraması ve görüşme yapılan şirketin verdiği ifadeler ile sınırlıdır.

## 5.5. VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ

Yapılan literatür taraması sonucunda stok kontrol modelleri ve endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulama alanlarına yönelik olarak veri toplanmıştır. Daha sonra İstanbul ilinde Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulayan şirketler araştırılmıştır. Yapılan araştırma neticesinde halihazırda Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulayan iki şirket olduğu tespit edilmiştir. Bahse konu şirketlerden biri seçilerek literatür taraması sonucu elde edilen bilgiler ışığında yarı yapılandırılmış soru formları hazırlanarak görüşme yapılmıştır.

Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulayan İstanbul'da konuşlu bir lojistik şirketten veri toplanmıştır. Lojistik şirketi olağan halinde ele alınmış, gerçekçi ve mantıklı sonuçlar ortaya konmuştur.

Veri toplamak amacıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşme soruları aşağıda belirtilmiştir:

- 1- Depolarınızda Endüstri 4.0 teknolojilerinden hangilerini kullanıyorsunuz?
- 2- Depolarınızda kullandığınız Endüstri 4.0 teknolojilerinin size sağladığı avantajlar nelerdir?
- 3- Stok kontrol süreçlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinden hangilerini kullanıyorsunuz?
- 4- Stok kontrol süreçlerinde mutlaka kullanılması gereken Endüstri 4.0 teknolojilerinden nelerdir?
- 5- Stok kontrol süreçlerinde kullandığınız Endüstri 4.0 teknolojilerini nasıl belirlediniz?

## 5.6. BULGULAR

İşletmelerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme neticesinde, şirketlerin halihazırda endüstri 4.0 teknolojilerini kullanarak geliştirdikleri stok kontrol sistemlerini henüz uygulamadığı, ancak endüstri 4.0 teknolojilerini kullanarak geliştirdikleri stok kontrol sistemlerinin proje aşamasında olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Bahse konu sistemlerin proje aşamasında olmasından dolayı bazı bilgiler gizli tutulmuştur. Yarı-yapılandırılmış soru formları proje aşamasında olan ve yakın zamanda uygulamaya geçecek stok kontrol sistemleri üzerinden yanıtlanmıştır.

*1- Depolarınızda Endüstri 4.0 teknolojilerinden hangilerini kullanıyorsunuz?*

Yapılan görüşme neticesinde depo yönetim sistemlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin yaygın olarak kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Bu kapsamda depolarda kullanılan teknolojiler ve kullanım alanları aşağıda sunulmuştur.

**a. Otonom robotlar;** depoların büyük boyutları ve lokasyonlar arasındaki mesafe sebebiyle çalışanların bir yerden başka bir yere yürümelerini gerektiren ürün toplama ve ürün transferi gibi hareketlerde manuel transpalet, ürün toplama arabası gibi fiziki güç gerektiren depolama ekipmanları kullanılmaktadır.

Depolarda toplama sürecini ergonomik hale getirmek, iş sağlığı ve güvenliği açısından risk barındıran durumları ortadan kaldırmak amacıyla toplama personeli takip eden, 300 kg yük taşıma kapasiteli, LIDAR sensörler (LIDAR, elektro-optik lazer ölçüm algılayıcısıdır ve lazer ışınları yardımıyla çevresini elektro-hassas bir şekilde tatar. Çevresini iki boyutlu kutupsal koordinatlarda ölçer. Nesne üzerine ulaşan lazer ışını ile konumunu, mesafeyi ve yönünü belirler) ile engellerde durabilme özelliğinde, saatte maksimum 7 km hız yapabilen “**Effibot**” isimli “beni takip et” ve “otonom” modlarında çalışabilen robot test edilmektedir. Anılan teknoloji şirketin Türkiye’deki depolarında test edilmiştir.

Otonom robot geliştirme çalışmalarına ek olarak robot kolları, depolarda katma değerli hizmet alanlarında kullanılmaktadır. Örneğin; depo operasyonlarında, 2D QR(Karekod) barkodlama, etiketleme gibi katma değerli hizmetleri içeren süreçler yer almaktadır. Geliştirilen projenin odağı 2D etiketleme işleminin otomasyonudur. 2D barkodlama sürecinde otomatik etiketleme çözümünü uygulanarak, iş süreçlerinde hatasız ve hızlı çözümlerin müşterilere sunulması amaçlanmıştır. Ürünler bir robot eli ile etiketleme işleminin yapılacağı bir konveyör sisteminde işlem görmektedir (ana bölüm, kamera ve tarama sistemleri & robot eli). SSCC (Serial Shipping Container Code) ve ITS etiket kodlarının yanı sıra kasa ve palet kimliğiyle hiyerarşik olarak izlenmektedir.

**b. Nesnelerin interneti;** birçok iletişim kuralları yardımıyla birbirleri ile iletişim kurabilen ve bilgi paylaşarak, birbirine bağlanarak akıllı bir ağ oluşturmuş cihazlar bütünü nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır. Dünyada nesnelerin interneti tabanlı takip sistemleri geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır. Bu sistemler belli bir alan içerisine yerleştirilen alıcılar ve vericilerle kişilerin, ekipmanların ve araçların takibini gerçekleştirmekte ve bir web ara yüzünde görselleştirmektedir. Fakat yapılan araştırmalar ve çalışmalar sonucunda bu sistemlerin endüstriyel kapalı ortamlarda

(metal yoğunluğunun sinyalizasyona etki ettiği, belli bir alanda birçok insan ve aracın birlikte çalıştığı) aynı verimde çalışmadıkları tespit edilmiştir. Görüşme yapılan şirket sektöre katkı sağlamak ve yeni çözümler sunmak amacıyla nesnelerin interneti tabanlı çalışmalar başlatmıştır.

Şirketin nesnelerin interneti tabanlı yürütülen projeleri şu şekilde açıklanmıştır;

**Otomatik Yönlendirmeli Araç (OYA-AGV);** depolarda paletleri ve ürünleri taşımak için kullanılan lazer sensörlü ve zemindeki şeritleri takip etmek amacıyla kullanılmaktadır. Otomatik Yönlendirmeli Aracın, operatörün manuel olarak aracı itirmesinin önüne geçerek, üretim ve montaj alanlarında öndeki operatörü belli bir mesafeden takip ederek yüklerin dağıtılmasını, operasyonel verimlilik artışı, daha ergonomik toplama süreci ve zamandan tasarruf sağlaması beklenmektedir.

**Isı Haritalama (Heatmap);** açık ve kapalı alan depo süreçlerinde çalışanlar ve elleçleme ekipmanları (forklift, reach truck gibi) aynı ortamda ve etkileşim içerisinde çalışmaktadırlar. Ancak depo içerisinde etkileşim halinde olan kişilerin ve ekipmanların verimlilik analizleri sağlıklı olarak yapılamamakta ve özellikle işleri yoğun olduğu dönemlerde etkileşim sonucu kazalar yaşanabilmektedir. Geliştirilen proje ile; çalışanların ve ekipmanların verimli hareket etmesi için operasyonel tüm akışın anlık olarak izlenmesi, oluşabilecek tehlikelerin önlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla insan ve araçların ısı haritasının (heatmap) hem anlık hem de geriye dönük olarak çıkartılıp, izlenmesi ve konum verilerinin anlamlandırılması üzerine nesnelerin interneti teknolojileri kullanılması düşünülmüştür.

Aynı zamanda Büyük Veri teknolojisinden yararlanarak anlamlandırılacak veriler ile; anlık ve mevsimsel olarak depo yerleşkesinin revize edilmesi, operasyonel verimlilik artışı sağlanması, oluşabilecek potansiyel tehlikeli alanların tespit edilmesi, olası iş kazalarının önlenmesi, kaynak kullanımının (çalışan ve elleçleme araçları bazında) optimum hale getirilmesi, karlılığı ve dolayısıyla pazardaki rekabet oranının artırılması amaçlanmıştır. Proje sadece depo ortamlarıyla sınırlandırılmamış, açık/kapalı tüm endüstriyel ortamlarda kullanılması hedeflenmiştir.

**Ziyaretçi Takip Sistemi** projesi ile nesnelerin interneti ve Beacon teknolojileri kullanılarak kişilerin bina içerisindeki konumları takip edilmektedir.

Beacon teknolojisi; düşük enerjili Bluetooth teknolojisi kullanılarak konum bilgisi sağlayan teknolojidir. Bu teknoloji ile Beacon özellikli Dijital Ziyaretçi Kartları, geçici

çalışanları ve ziyaretçileri takip edilmesini sağlayacaktır. Ziyaretçiler sistem odaları gibi kısıtlı alanlara girdiğinde ziyaretçilere ve güvenliğe otomatik uyarı gönderilecektir. Ziyaretçilerin konum geçmişini kaydetme ve acil durumlarda bulmak kolaylaşacaktır. Yazılım, belirlenen her bölge için ziyaretçi sayısını gerçek zamanlı olarak gösterebilecektir.

**Nesnelerin İnterneti Tabanlı Elektronik Çoklu Sipariş Toplama Aracı;** nesnelerin interneti teknolojisinden faydalanılarak geliştirilen bu araç henüz proje aşamasındadır. Mevcut durumda, sipariş toplama sürecinde toplayıcılar siparişleri çoklu şekilde toplayamamakta, toplayıcı siparişleri salt mekanik ilkel bir araç kullanarak el terminali veya basılı etiketler ile toplamaktadır. Depo yönetim sistemine düşen sipariş emirlerinin gruplandırılması, önceliklendirilmesi operasyon sorumlusunun inisiyatifine bağlı olmaktadır. Ayrıca, kullanılan salt mekanik toplama araçları birden fazla siparişi tek turda toplamaya elverişli değildir. Bu durum sipariş emirlerinin toplanma süresini uzatmakta, insana bağlı hataları arttırmakta ve dolayısıyla verimliliği düşürmektedir. Bahsedilen problemleri gidermek amacıyla; öncelikle raflar sipariş emirlerini sıralayacak şekilde bölümlendirilmiş ve her bölmesinde kullanıcıyı yönlendirmek üzere yerleştirilmiş ekran ve ışıklı butonlara sahip ergonomik bir mekanik sipariş toplama arabası oluşturulmuştur. Sisteme düşen sipariş emirleri gruplandırılarak toplayıcının, depodaki yürüme mesafesinin en aza indirgenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, sipariş gruplama optimizasyonu yazılımı ve sipariş toplama ara yüz yazılımının geliştirilmesi ile toplayıcının konum ve ürün bazında yönlendirilmesi amaçlanmıştır. Tüm bunların yapılması ile sipariş toplama arabasındaki ekranlar, butonlar ve sipariş toplama optimizasyonu yazılımı birbiri ve depo yönetim sistemi ile haberleşerek toplayıcıya hangi konumdan hangi ürünü alması gerektiğini ve mekanik araçtaki hangi sipariş bölmesine koymasına gerektiğini gösterecektir. Doğru ürünün doğru bölmeye konulduğuna dair doğrulama bilgisini depo yönetim sistemine gönderecektir.

**Nesnelerin İnterneti Tabanlı Depo Yönetim Sistemi;** depoya giriş çıkış yapan yük alacak veya yük indirecek olan araçlar için gerçek zamanlı kontrollerin yapılması ve verimli şekilde yönlendirmesi amacıyla nesnelerin interneti tabanlı bir depo yönetim sisteminin oluşturulması amaçlanmıştır.

Ayrıca, nesnelerin interneti teknolojisi ile haberleşen sensörler yardımıyla depo alanlarındaki bölgelerde araç olup olmadığı algılanıp yazılımla gerçek zamanlı takip

edilmesi, araç sürücüleri tarafından rezerve edilmiş saat ve sürelerin yine gerçek zamanlı olarak yazılım tarafından takibine olanak sağlayan bir mobil uygulamanın geliştirilmesi ve tüm bunlarla birlikte depo yönetim sisteminin dijitalleştirilip sorunsuz hale getirilmesi planlanmıştır. Nesnelerin interneti teknolojisi ile depolama alanlarına entegre edilmiş olan metal dedektörleri sayesinde depolama alanlarının uygunluğu takip edilebilecektir. Bu bilgiler mobil uygulama sayesinde online rezervasyona imkân sağlayacaktır. Böylece tüm bilgiler anlık olarak tüm depo yöneticileri, yönlendirme personeli ve depoya giriş çıkış yapacak araçların sürücüleri tarafından erişilebilecektir. Depo alanında bulunan araçlara verilmesi planlanan elektronik cihaz ile yine gerçek zamanlı bir şekilde buldukları konum ve doğru bölüme gidip gidemedikleri takip edilerek beklenmedik bir durum ve problemin önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

**c. Artırılmış Gerçeklik;** bu teknoloji video, ses, GPS veya grafik bilgileri gibi bilgisayarda üretilen duyuşal girdi ile artırılıp aktarılan elemanların gerçek dünya ile birleştirilmesiyle oluşturulan yeni bir algı alanının dolaylı, doğrudan ya da canlı bir görüntüsüdür. Artırılmış gerçeklik teknolojisi kapsamında şirketin özellikle yurtdışındaki depolarında akıllı gözlükler ile ürün toplama, ürün paketleme gibi işlemler yapılmaktadır.

**ç. Büyük Veri Analitiliği;** RFID okuyucular, barkod tarayıcılar, GPS, telematik, araçlardaki/cep telefonlarındaki konumlandırma sistem cihazlarından ve operasyon yöneten yazılım sistemleri büyük miktarda veri oluşturmaktadır. Bu kapsamda, son dönemlerde lojistik sektöründe Büyük Veri'den faydalanmak büyük önem arz etmektedir.

Müşteriler, sipariş durumlarından güncel olarak haberdar olmak ve teslimat zamanında siparişlerin teslim edilmesi beklemektedir. Özellikle sosyal medya yorumları, beğenileri, ürün yorumları, online yorumlar ve bloglar sektörü yönlendirmektedir. Bu nedenle, lojistik sektörü son dönemlerde büyük veriyi daha verimli ve iyi kullanacak şekilde tedbirler almaya başlamıştır. Görüşme yapılan şirket depolarında büyük veriden; operasyonel verimlilik, gerçek zamanlı güzergah optimizasyonu, adres doğrulama, vardiya planlama, gerçek zamanlı analiz, risk planlaması faaliyetlerinde yararlandığı öğrenilmiştir.

**d. Simülasyon;** Ürünlerin, depo yerleşim düzeninin ve depolama kapasitesinin verimli kullanılması için ABC-XYZ analiz modülleri ve ikmal modülleri kullanılarak

depo ortamının 3D simülasyonunun yapılması amaçlanmıştır. Böylelikle depolar için dijital yerleşim planlaması yapılarak depolanacak ürünlerin optimize yerleşimi ve süreçlerin optimizasyonu sağlanması beklenmektedir.

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojileri kullanılarak şirkete yeni katılan çalışanlara operasyonlar sanal gerçeklik gözlükleri ile tanıtılmaktadır. Çeşitli dijital etkileşimli senaryolar aracılığıyla İnsan Kaynakları ve İş Sağlığı Güvenliği süreçlerinde sinerji yaratmak ve dijitalleşmenin sağlanması ile şirkete yeni bir bakış açısı sunmak amacıyla çalışmalar devam etmektedir.

Ayrıca şirketin depolarında iş sağlığı ve güvenliği kapsamında malzeme taşıma ekipmanı (MHE-Material Handling Equipment) operatörlerinin sürüş becerilerini geliştirmek amacıyla simülasyon teknolojisi ile sanal test ortamı oluşturularak sürece yeni bir yaklaşım getirilmiştir. Artırılmış gerçeklik simülatörü ile, çalışan gerçekten aracı kullanıyormuş gibi hissedebilmektedir.

## ***2- Depolarınızda kullandığınız Endüstri 4.0 teknolojilerinin size sağladığı avantajlar nelerdir?***

İşletmelerin yeni sistemleri benimsemeleri ve uygulamaları özellikle üretim sistemleri alanında yapılan yoğun çalışmalar sonrasında endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulamada görülmesi ve işletmelere sağladığı faydaların anlaşılması ile hızlandırmıştır. Tedarikçiler ve müşterilerle daha etkin iletişim kurabilme, artan rekabet ortamında rekabetçi kalabilme, iş süreçlerini geliştirme tüm bunlarla birlikte maliyet indirimi ve verimlilik artışı sağlama gibi faktörler bu sistemlerinin işletmeler tarafından benimsenmesinde etkili olmuştur. Ancak yapılan görüşmeler neticesinde; Endüstri 4.0 teknolojilerinin depo yönetimi sistemlerinde her geçen gün artarak yerini aldığı, ancak stok kontrol sistemlerinde daha çok yeni bir teknoloji olduğu ve yapılan birçok uygulamanın henüz proje aşamasında olduğu görülmüştür. Şirketin depolarında kullandığı Endüstri 4.0 teknolojilerinin sağladığı avantajlar şu şekilde açıklanmıştır:

- Lojistik sektöründeki artan rekabette sürdürülebilir başarı sağlamak için katma değerli iş modelleri geliştirilmesi, bilim ve teknolojiyi kullanarak yenilikçi lojistik süreçler tasarlanması, hayata geçirilen / geçirilecek projeler ile operasyonel mükemmelliğe katkı sağlanması,



- Global tedarik zinciri trendlerinin takip edilerek, rekabet arttırıcı ileri teknolojilerin geliştirilmesi, teknoloji transferi yerine özgün teknolojilerin ülkemizde üretilerek lojistik merkezlerinde kullanılmasının sağlanması,

- Şirket bünyesinde çalışan personelin yeni teknoloji ve trendleri takip etmesini sağlayacak olanaklar yaratarak vizyonlarının gelişmesinin sağlanması,

- Kişilere kazandırılan / kazandırılacak nitelikler neticesinde şirket içinde kültürel değişimi hayata geçirerek sürekli gelişim projeleri yapabilecek insan kaynağının oluşmasının ve yaşamasının sağlanması,

- Endüstri 4.0 projelerini akademik çevre ile iş birliği içerisinde, üniversitelerle ortak projeler yaparak üniversite – sanayi iş birliğinin geliştirilmesi, öğrencilerin şirket çalışanlarıyla birlikte, teorik ve pratik bilgiyi birleştirmelerine olanak sağlanması ve istihdam sağlanması,

- Geliştirilecek olan yenilikçi ekipmanlar, süreçler ve teknolojilerle, iş ve işçi sağlığına tam uyumlu, ergonomik, verimli, yüksek kalite lojistik merkezleri inşa edilmesinin hedeflenmesi,

- Daha sağlıklı bir dünya için yeşil lojistik uygulamaları ve kazanımlarına ilişkin çalışmalar yapılması, karbon salınımını azaltacak projeler geliştirilmesidir.

Şirkette geliştirilen / geliştirilecek olan yeni teknolojilerin süreçlerimize uygulanması ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği, çalışan bağlılığı, kalite, verimliliğin arttırılması buna bağlı olarak maliyetlerin azalması, güvenlik ve CO2 emisyonu konularında avantaj sağlanması beklenmektedir. Şirket tarafından geliştirilen projeler, işletme bünyesindeki süreçleri değiştirmekle kalmayıp aynı zamanda şirketin ulusal anlamda sektördeki rakiplerini de yenilikler yapmaya zorlayacaktır. Ayrıca şirketin global bağlantıları sayesinde proje çıktıları küresel pazara sunulabilecektir.

Yeni teknolojilerin şirketin depolarında kullanılmasıyla nitelikli işçi istihdamı sağlanmasıyla birlikte, mevcut durumda depoda çalışanların gelişimine de katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu duruma bağlı olarak teknolojilerin kullanımı konularında şirket açısından ulusal anlamda bir bilgi birikimi oluşacaktır. Lojistik sektöründeki teknoloji yarışında şirketin ciddi bilgi birikimine ve nitelikli çalışanlara sahip olması şirketin stratejik önemini daha da arttıracaktır.

Şirket, Türkiye'nin birçok ilinde depolama hizmetleri vermektedir ve Türkiye'nin tüm illerinde teslimat noktaları bulunmaktadır. Buna bağlı olarak şirket geniş bir çalışan

profiline sahiptir. Bunun yanında güçlü global bağlantıları sayesinde teknolojik gelişmeleri ve yenilikçi projeleri yakından takip etme imkânı bulunmaktadır. Şirketin geliştirdiği projelerin Türkiye genelindeki bütün depolarda kullanılmasıyla birlikte yenilikçi teknolojilerin ülkemizde yaygınlaşmasını sağlanacaktır. Ülke genelinde oluşan bilgi birikiminin ve nitelikli çalışan sayısı artmasının zaman içinde bölgeler arası gelişmişlik farkını azaltmakta katkısı olacaktır.

Mevcut durumda Endüstri 4.0 çağının getirdiği teknolojiler ve avantajlar; sadece depo yönetim sistemlerini değil tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm lojistik faaliyetleri etkileyecektir. Farklı bir açıdan ele alındığında depo yönetim sistemlerin meydana gelen bir değişiklik hiç şüphesiz sistem içerisinde yer alan tüm birimleri etkileyecektir. Bu etki, yapılan literatür araştırması ve işletmelerle yapılan görüşmeden de anlaşılacağı üzere lojistik faaliyetleri iyileştirici ve kolaylaştırıcı yönde olacaktır. Depo yönetim sistemlerinde, depo çalışanın yerini robotlar veya kobotlar alacak, insan gücü kısmen ya da tamamen ortadan kalkacaktır. Depolarda insan faktörünün kaldırılması ile depo çalışanı sadece fiziksel olarak çalışan bir iş gücü olmaktan çıkacak ve sistemin getirdiği yenilikleri yöneten, beyin gücü ile çalışan bir varlık olarak depoda yerini alacaktır. Bu durum depolarda yaşanan kazaları azaltarak, sistemin daha verimli çalışmasını sağlayacaktır.

### ***3- Stok kontrol süreçlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinden hangilerini kullanıyorsunuz?***

Üretimin odak noktalarından biri olan olan stok yönetiminde, stoğu elde bulundurmak işletmeler için ciddi bir maliyet kalemi oluşturmaktadır. Stok yönetimi bir çok işletme için ortak bir problem sahasıdır. İşletmelerin stoğu hem üretimi devam ettirebilecek seviyede tutması hem de ihtiyaçtan fazla bulundurmaması gerekmektedir. Bu dengeyi sağlamak bir çok işletme için sorun oluşturmaktadır.

Stok kontrolü operasyonel kalite ve ürünlerin stok kontrolü açısından kritik öneme sahip olmasına rağmen, iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler barındırmakta, operasyonel verimsizlikler içermekte ve sistemsiz olarak takip edilememektedir. Mevcut durumda sayım süreçleri her bir stok konumundaki bilgilerin gözle kontrol edilip, ürün adetlerinin sayım kontrol listelerine yazılması ve bu listelerin manuel olarak sisteme aktarılması ile gerçekleştirilmektedir.

Yapılan görüşme neticesinde şirketin depolarında; mevcut durumda **RFID etiketleri, manlift (insan asansörü) ve sepet** teknolojilerini kullanarak stok kontrol süreçleri yürütülmektedir. Depoda manlift (insan asansörü) ve sepet kullanılması tamamen manuel bir uygulamadır. RFID etiketlerinin kullanılması ise insan hatalarının en aza indirilmesi ve daha sık kontrol yapılmasına imkân vermesi gibi özellikleri nedeniyle endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanıldığı bir sistem olarak kabul edilmektedir.

Günümüzde tedarik zinciri içinde yer alan stok yöneticilerinin ve firmaların karmaşık stok modellerini uygulamak ve denemek için zamanı yoktur. Ayrıca işletmelerin stokları etkin bir şekilde yönetebilmelerinin için çeşitli ekipman ve araç gereçlere de sahip olmalıdır. Şirket ile yapılan görüşme neticesinde elde edilen bilgiye göre Drone ile stok kontrolü geliştirilen projeler arasındadır. Drone ile stok kontrolünde görüntü kalitesi ve konum başına düşen sayım süresi önemli parametreler olarak belirlenmiştir. Bahse konu proje ile sayım süresinin kısaltılması amaçlanmıştır. Ayrıca; drone ile yapılacak stok kontrolünün sağladığı avantajlar aşağıda sunulmuştur.

- Drone ile depo sayımı yapılmaya başlanmasıyla konum başına sayım süresinin 26,69 adam/saniyeden 10.94 adam/saniyeye düşeceği belirtilmiştir.
- Depo sayımlarının Drone ile yapılmasıyla iş yükünde %59 adam/saat kazanç sağlanması beklenmektedir.
- İş sağlığı ve güvenliği açısından tehlike ve risk oluşturan durumlar ortadan kaldırılarak sayım süreci ile alakalı '0' iş kazası olması beklenmektedir.
- Depo faaliyetlerinde geçirilen sürenin toplam sayım süresine oranı azalacak, mevcut durumda %70 iken planlanan süreç ile birlikte %51 olacaktır.
- Drone teknolojisinin kullanılmasıyla her bir konumun ortalama sisteme giriş süresinin %35 oranında düşürülmesi beklenmektedir (Karahana ve Köseoğlu, 2018).

Ayrıca sayım süresini kısaltmak ve hataları en aza indirmek amacıyla sensörler vasıtasıyla **yüksek çözünürlüklü kamera ile** konumların fotoğraflarının çekilmesi ve daha sonra çekilen fotoğrafların ürün etiketleri kullanılarak, paletlerin bu görüntü üzerinden barkod bilgilerinin bilgisayar görüşü teknikleri ile okunarak operatör tarafından girilen değerlerle sistemdeki verilerin karşılaştırılması sonucu otomatize edilen yeni sayım süreci projeler arasında ele alınmaktadır. Bu kapsamda otonom robotlar ile yatay ve dikey entegrasyon kullanılacak teknolojiler arasındadır.

#### ***4- Stok kontrol süreçlerinde mutlaka kullanılması gereken Endüstri 4.0 teknolojilerinden nelerdir?***

Stok kontrol aşamasında; öncelikle endüstri 4.0 teknolojileri ile entegre olabilecek bir depo yönetim programı ile birlikte, iş kazaları azaltmak, zaman ve işgücü tasarrufu sağlamak, stok maliyetlerini minimuma indirmek, insan kaynaklı oluşabilecek kazaları önlemek maksadıyla; anılan teknolojilerin hepsi kullanılabilir. **Ancak mutlaka kullanılması gereken teknolojileri sıralayacak olursak; RFID teknolojileri, otonom robotlar, yatay ve dikey entegrasyon ve bulut teknolojileridir.**

Stok kontrol süreçlerini en basit şekilde ele alırsak; insan gücünü tamamen ortadan kaldırmak için stok kontrol süreçlerinde otonom robot teknolojileri olmazsa olmaz teknolojiler arasındadır. İnsan gücünün yerini robotlar alacak ve depoda her türlü faaliyette insan gücü devre dışı bırakılacaktır. Daha sonra depo faaliyetlerini gerçekleştiren robot stok kontrol süreçlerinde elde ettiği bilgileri paylaşmak amacıyla başka bir sisteme aktaracak ve sistemlerin birbiri ile entegre olmasını sağlayacaktır. Bu aşamada yatay ve dikey entegrasyon teknolojisi kullanılacaktır. Elde edilen bilgiler gerektiğinde kullanılmak üzere bir bulutta depolanacaktır.

#### ***5- Stok kontrol süreçlerinde kullandığınız Endüstri 4.0 teknolojilerini nasıl belirlediniz?***

Stok kontrol aşamasında kullanılacak endüstri 4.0 teknolojilerini belirlerken; öncelikle işletmelerin ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır. İşletme özelliğine ve ihtiyaçlarına göre teknolojiler belirlenir. Bu kapsamda görüşme yapılan işletmenin Endüstri 4.0 teknolojilerini belirlerken; işletmenin en önemli parametre olarak üzerinde durduğu iş güvenliği ve iş sağlığı konuları etkili olmuştur. İş güvenliği ve iş sağlığı konuları dışında, işletmenin stok maliyetini minimuma indirmesi; stok kontrol aşamalarının çok fazla zaman alması, insan kaynaklı yapılan sayımlarda genel olarak hataların oluşabilme riskinin bulunması, insan kaynaklı sayımlarda geri dönük izlemenin mümkün olmaması gibi etkenler temel nedenler arasında yer almaktadır. İşletme, bahse konu stok kontrol süreçlerinde oluşan ihtiyaçları karşılamak maksadıyla projeler geliştirmiştir.

Yapılan görüşme neticesinde stok kontrol süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 teknolojilerini belirleme nedenleri şu şekilde açıklanmıştır;

- Yüksek depolarda ve yüksek rafların sayım esnasında iş ve işçi sağlığı açısından riskler içermesi,
- Depo ve ürün yerleşim düzenlemelerinde otomasyonun dinamik olarak sağlanması için yeni teknolojilere olan gereksinim,
- Stok kontrol süreçlerinin iş gücü, zaman, kaynak ve enerji kaybına neden olması,
- Stok kontrol süreçlerinin maliyetlerinin yüksek olması,
- Stok kontrol süreçlerinde geriye dönük görsel kayıtların olmaması ve sürecin sistematik takibinin yapılamaması.
- Stok kontrol süreçlerinde insan kaynaklı hataların sayım sonucunu etkilemesi ve doğru sonuca ulaşılamaması.

Görüşme yapılan şirketin çalışan odaklı olması ve çalışanın iş güvenliği ön planda tutması açısından, stok kontrol süreçlerinin geliştirilmesinde ana neden olmuştur.

İşletme, halihazırda manuel olarak stok kontrolü yapmaktadır. Manuel olarak yapılan stok kontrolünde, “reach truck” olarak adlandırılan depo araçlarına sepet takılarak, sepet üzerine çıkıp üst raflara ulaşan personelin ürünleri saymasıyla gerçekleştirilmektedir. Stokların kontrol edilmesi, sayımı yapan personelin sayım sonuçları ile depo yönetim programındaki ürün miktarlarının karşılaştırılması sureti ile yapılmaktadır. Ancak; yüksek raflardaki ürünleri saymak amacıyla kullanılan sepetlerin, mevcut durumda depolarda sayım sürecinde çalışanların yüksekte çalışması iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlike ve riskler oluşturması, manuel ve klasik yöntemlerin insan hatasına açık olması sebebiyle kullanımı uygun görülmemiştir.

Ayrıca işletmede kullanılan diğer stok kontrol sistemleri manlift (insan asansörü) ve RFID etiketlerinin kullanılmasıdır. Ancak insan asansörü olarak da bilinen manliftlerin hareket kabiliyetinin sınırlı olması ve kontrol süreçlerinde fazla zaman alması sebebiyle kullanımı uygun görülmemiştir. RFID etiketlerin okutularak stok kontrolünün yapılması yüksek maliyete ihtiyaç duyulması, depodaki paletlerin işletmenin olmaması, depo yönetimi sürecinde oluşacak radyasyon ve sistemin kontrolü için ek bir kontrol sisteminin gerekliliği, depolarda metal yoğunluğunun fazla olması gibi işletmeye özel nedenlerden dolayı kullanımı uygun görülmemiştir.

İşletmenin mevcut durumda kullandığı stok kontrol sistemleri incelendiğinde, manuel olarak kontrol yapılmasından dolayı hata riskinin oluştuğu, işçi güvenliğini tehlikeye atabilecek pozisyonların zaman zaman oluştuğu, işletmelerin stok kontrolü

için personelin mesai sonrası zamanını aldığı görülmüştür. Ayrıca, işletme için ilave işgücü maliyeti yaratıldığı, depo miktarları ve depo yönetim sistemindeki miktarlar arasından uyumsuzlukların olduğu yaşanan problemler arasındadır.

İşletmede stok kontrol süreçlerinde oluşan problemleri çözmek amacıyla çağa uygun teknolojilerden faydalanılarak stok kontrol sistemleri oluşturulmuştur. Stok kontrol süreçleri ve endüstri 4.0 uygulamaları daha da geliştirilerek ortak bir payda da birleştirildiğinde; belki de bugün kullandığımız birçok sistem ve iş gücü ortadan kalkacaktır. Geliştirilecek sistemleri üretim yapan işletmeler için ele alacak olursak; Üretim yönetimi zaman, kalite maliyet ve miktar açısından en uygun değeri bulmaya çalışır. Farklı bir deyiş ile üretim yönetimi mamullerin; miktar, özellik, yer ve zaman açısından değerlendirildiğinde en düşük maliyeti sağlayan çözümü yaratmaya ve bununla birlikte; müşteri taleplerini zaman, fiyat, kalite ve miktar açısından optimum şekilde karşılamaya, işletmenin makina ile insan gücü kaynaklarından yararlanmasını arttırmaya, mümkün olduğu kadar stok devirlerini arttırmaya veya stok seviyesini düşük tutmaya çalışır (Kobu, 2014).

Üretim yönetiminin amaçlarından da anlaşıldığı gibi, işletme faaliyetlerinin en uygun değerle gerçekleştirilmesinde stoklar üretim yönetiminde önemli bir yere sahiptir. Stok yönetimi açısından konuyu ele alacak olursak, üretim yönetiminin en uygun değere ulaşmasında, stok düzeylerinin minimum seviyede tutulması gerekmektedir.

Ayrıca talepler, işletmelerin bulunduracakları stok miktarını şekillendirir. Bu sebeple, işletmeler stok seviyelerini, minimum seviyede tutabilmek için öncelikle talep tahminlerini en doğru şekilde yapmalıdır. Dolayısıyla bir işletme stok miktarını belirleyebilmesi için, öncelikle oluşacak talep miktarını öngörmesi gerekmektedir ve geliştirilecek stok kontrol sistemleri talep tahmini yapabilecek nitelikte olmalıdır. Örneğin siber fiziksel sistem teknolojileri sayesinde; akıllı ürünlerin sahip olduğu bilgi taşıyan işlemci, tanımlanabilir bileşenler ve gömülü detektör özellikleri sayesinde ürünler gerçek zamanlı olarak izlenebilecek ve ürüne oluşabilecek talep tahminleri yapılabilecektir. Müşterilerin üretim süreçlerine dahil edilmesiyle işletmeler, müşterilerini tanıyacak ve müşteri ihtiyaçlarına göre ürün stoklayacaktır. Siber-fiziksel üretim sistemleri, sadece organizasyonel süreçlerin otomasyonu için değil, aynı zamanda bakım faaliyetlerinde de kullanılabilir. Siber fiziksel sistemlerin kullanımı ile taleplerde, stok seviyesinde veya hatalarda meydana gelen değişikliklere

hızlı bir şekilde tepki verilebilecek ve bu durum genel atık azaltımını sağlayacaktır (Uglovskaja, 2017).

İşletmeler tarafından talep tahminlerinin yapılmasında veya gelişen teknolojilerle net olarak belirlenmesinde, RFID sistemlerinden yararlanılabilir. RFID sistemleri sayesinde ürünlerin içine gömülü kimliklerin okunmasıyla depoda stoklanacak her türlü hammadde ve malzemeye var olduğu ilk andan itibaren izlenebilir. Bu sayede kullanıcı durumları ölçülebilir ve buna bağlı olarak ürüne oluşacak talep ortaya çıkabilir. Böylece işletmeler piyasada oluşacak talep dalgalanmaları da önceden tahmin ederek gerekli tedbirlerini alabileceklerdir. Bu durum aynı zamanda işletmelerin bulundurma gereken stok miktarını da net olarak bilmesini sağlayacaktır. En basit anlamda düşünüldüğünde bile endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması işletmenin birçok işlemini ortadan kaldıracak ve zaman kaybını önleyecektir.

İşletmelerin insan gücü yerine kullanacağı otonom robotlar sayesinde; servis robotları fabrikalar, depolar, hastaneler gibi alanları gezerek üretim faaliyetleri esnasında malları ve parçaları ulaştırmak, palet yüklemek, malzemeleri taşımak, gibi işlerinin yanı sıra makinelerin stokların seviyelerini kontrol etmek maksadıyla çalışanların yardımcısı ya da tamamen bağımsız olarak çalışabilecektir (Fırat ve Fırat, 2017). Birbirleriyle iletişim halinde olan makine ve robotlar büyük üretim serilerinin pratik bir şekilde üretilmesine imkân tanıyacak ve esnek fabrikaların oluşmasını sağlayacaktır. İleri otomasyonda (insansız üretim hatlarında), benzetim ve veri tekniklerinin kullanımıyla üretim hızı artacak, ihtiyaç duyulan stok miktarları azalacak, bu durum da verimliliğin artmasını sağlayacaktır (Pamuk ve Soysal, 2017).

Talep tahminleri yapılarak, stokun net olarak belirlenmesinden bir adım daha öteye gidersek, fabrikaların ihtiyaç duyduğu malzemelerin endüstri 4.0'ın getirdiği katmanlı üretim sayesinde gerçekleştirilebilir mi? Bu soru aslında endüstri 4.0 geleneksel yöntemlerden biri olarak sunulan tam zamanında üretimi destekleyecek mi sorusunu da beraberinde getirmektedir.

Ancak gelecekte her işletme için stok bulundurmama ya da gerektiğinde katmanlı üretimden faydalanılarak ihtiyaçların karşılanması gibi durumlar söz konusu olmayabilir. Bu durumda depo içinde stoklanan ürünlerin mutlaka stok kontrollerinin ve malzeme ihtiyaç planlamalarının yapılması gerekir.

Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak oluşturulacak tüm stok kontrol sistemlerinde mutlaka birçok departman birbiri ile iletişim halinde olmalıdır. Endüstri 4.0 beraberinde getirdiği birçok teknoloji ile, tedarikçiden hammaddenin alınmasından, malzemenin yarı mamul veya mamul haline getirilip nihai tüketiciye ulaşmaya kadar olan süreçlerde anlık olarak bilgi edinmenin mümkün olduğunu göstermiştir.

Şirketler, fabrikalar, tedarikçi, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında yatay ve dikey entegrasyon ile oluşturulabilecek bir yapı sayesinde, tüm veriler bulutta toplanabilir. Bulut sayesinde bilgisayarların yükü hafifletilerek her türlü veri depolanabilir. Tüm departmanlar istedikleri veriye, istedikleri yer ve zamanda sahip olabilirler. Oluşacak bu yatay ve dikey entegrasyon sayesinde satışlar, stok seviyeleri, talepler vb. gibi birçok bilgiye anlık olarak ulaşılabilir.

#### **5.6.1. Endüstri 4.0 Destekli Stok Kontrol Sistemlerinin Uygulamaları**

Yapılan literatür ve saha araştırması sonucunda, endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim ve depo yönetim sistemleri geliştirilmesi üzerine yoğunlaştığı görülmüştür. Stok kontrol süreçlerinin geliştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmaların ise çok yeni olduğu ve işletmelerin anılan teknolojileri kullanarak tamamen dijital bir stok kontrol sistemi henüz oluşturamadığı bilgisine ulaşılmıştır.

Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere mevcut durumda Türkiye’de Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerini kullanmayı planlayan çok az işletme vardır ve bu işletmelerin birçok uygulaması halihazırda proje aşamasındadır. Görüşme yapılan şirkette bunlardan bir tanesidir ve stok kontrol süreçlerine yönelik olarak geliştirdikleri proje iki projeden bahsedilmiştir. Bunlar; “kamera ile barkod okuma” ve “drone ile depo sayımı” projeleridir.

Stok kontrol süreçlerinde bu projelerin kullanılması şu şekilde açıklanmıştır; Kamera ile barkod okuma projesinde, şirket tarafından barkod okuma yöntemleri için yapılan araştırmalarda görüntü işleme algoritmaları kullanılarak kameradan alınan görüntüye kenar bulma (edge detection) yöntemi uygulanarak; barkodun her bir çizgisinin anlamlandırılmasının yapıldığı görülmüştür (Parıyar, 2014). Okunan barkodun anlamlandırılması sürecinde barkod çözücü algoritmalar araştırılmış ve EAN kod sisteminin prosedürleri incelenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda kenar bulmayla tespit edilen barkod üzerindeki verinin ikili sayı sistemi (binary) formatına getirilmesi ve



karakter karşılıklarının bulunması ile ilgili Chai, D. ve Hock, F. tarafından yazılan makalede verilen çözücü algoritma yöntemi dikkate alınarak anlamlandırma yapılması düşünülmüştür (Chai vd., 2014). Yüksek çözünürlüklü bir görüntünün piksel sayısının fazlalığından kaynaklı olarak işlenmesi, yoğun bir işlem yükü gerektirdiğinden barkod tespit (Barcode recognition) algoritmaları üzerine işlem yükünün azaltılması için görüntünün önce renkli (RGB) görüntüden gri ton (Gray Scale) görüntüsüne çevrildikten sonra tüm resmin değil, yalnızca barkodun olduğu bölge tespit edilip işlenilirse, işlem yükünün daha az olacağı ve gerçek zamanlı görüntü işleme yapılabileceği görülmüştür (Burian vd., 2016).

Depo sayımlarının Drone ile yapılması projesinde; öncelikle sayımda kullanılacak Drone için piyasada bulunan Drone'ların özellikleri incelenmiş ve ihtiyaca cevap verebilecek model ile ilgili ön çalışma için çıkarımlarda bulunulmuştur. Ayrıca literatür detaylı bir şekilde incelenmiş çok sayıda drone iç mekan konumlamaya ilgili çalışma yapıldığı görülmüş ve drone kontrol metotları incelenmiştir. Yapılan inceleme neticesinde drone kontrol metotları olarak; kamera ile yer tespiti, wireless sensörler ile konum tespiti ve haritalama yöntemlerinin olduğu görülmüştür (Rohrig vd., 2008).

Haritalama yönetimi incelendiğinde; bu yöntemde uygulama yapılacak alanın iç çevresinin haritalaması yapılarak, konum verileri drone içinde bulunan IMU (Inertial Measurement Unit) alınarak yapılmaktadır. Bu metottun kısa süreli denemelerde başarılı olduğu ancak IMU birimi çıkışından alınan ivme verisinin iki defa integrali alınması ile elde edilen konum bilgisinin ivme ölçümde göz ardı edilen hataların integral değerinin sürekli artması sebebiyle konumda hatalar oluştuğu ve bu nedenle sistemin doğru karar veremediği görülmüştür (Santana vd., 2014).

Diğer bir metot olan wireless sensörler ile konum tespit metodu incelendiğinde; sensör menzillerine drone üzerindeki vericinin ulaşmasıyla, üçlü düğüm yöntemi kullanılarak anlık konum verisi tespit edilebilmektedir. Bu yöntemin olumsuz yönleri olarak ise; depo gibi metal yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde wi-fi iletişiminin sağlıklı olarak yapılamacağı ve depo içerisinde çok sayıda maliyeti yüksek sensör gerektirdiği değerlendirilmiştir (Perazzo vd., 2017).

Patent araştırmasında, şirket tarafından drone ile stok sayım yapılan Micheal Buzaki ve Craig Olivo tarafından alınan 2016/0247116 no'lu patentte drone'a entegre bir RF barkod okuyucu ile kumanda ile kontrol edilen drone, paletlere doğru yönlendirilmekte

ve barkod okuyucu tarafından okunan veri bilgisayara aktarılmaktadır. Patentin depo alanında kumandayla kontrol aşamasında eksik kalındığı görülmüş, metal yoğunluğundan dolayı oluşan sinyal kesilmeleri dolayısıyla kumandayla sağlıklı kontrolün yapılamayacağı tespit edilmiş ve Drone'un otonom olarak hareket edilmesine karar verilmiştir (Droneware Technology Corp, 2016).

Yapılan saha araştırmasında da anlaşıldığı üzere Endüstri 4.0'ın stok kontrol süreçlerindeki gelişmeleri uygulama alanlarında yeni yeni yerini almaya başlamıştır. Literatür taraması ve saha araştırması sonucunda kapsamlı bir değerlendirme yapılmış ve bu değerlendirme sonucunda, endüstri 4.0 teknolojilerinin stok kontrol sistemlerinde nasıl uygulanabileceği çıkarımı elde edilmiştir. Elde edilen çıkarım sonuçları derlenerek özet haline getirilmiştir.

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Stok Kontrol Sistemlerinde Uygulamaları özet tablo halinde aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 5.1 Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Stok Kontrol Sistemlerinde Uygulamaları**

Endüstri 4.0 Teknolojileri		Endüstri 4.0 Destekli Stok Kontrol Sistemlerinin Uygulamaları
Otonom Robotlar	Fiziksel Alanlarda Uygulamaları	*Ürünleri toplama, paketlenme ve kaldırma amacıyla kullanılır.
Simülasyon		*Depoda sanal test ortamlarının yaratılması ve çalışanların eğitilmesi amacıyla kullanılır.
Eklemeli Üretim		*Hammadde veya mamul malların özelleştirilmesi.
Artırılmış Gerçeklik		*Akıllı gözlükler ile ürün toplama ürün paketlenme ve sıralama gibi işler yapılmaktadır.
Yatay ve Dikey Entegrasyon	Siber Alanlardaki Uygulamaları	*İşletmelere ortak çalışma alanı sağlar.
Nesnelerin İnterneti		*Sensörler vasıtasıyla depoda tarama, izleme bağlantı kurmayı sağlar.
Siber Fiziksel Sistemler		*Bir depoda tutarlı operasyonlar sağlamak, veri hırsızlığını önlemek amacıyla kullanılır.
Bulut		*Düşük maliyetle bilgi depolamaya ve paylaşmaya yardımcı olur.
Büyük Veri Analitiği		*Veri akışlarının (gönderi bilgileri, hava durumu, trafik vb.) akıllı korelasyonu yoluyla analiz edilmesini sağlar.

**Kaynak:** WEB\_5, McKinsey Digital, (2015), “Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector”, Web Site, [https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf), E.T. 17/04/2017.

**Kaynak:** Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar”, *Küresel Gelişmeler ve Türkiye, Toprak İşveren Dergisi*”, Sayı:114, s.10-23.

### 5.6.2. Endüstri 4.0 Destekli Sistemlerin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri

Önceki bölümde de Endüstri 4.0 teknolojilerinin temelde fabrika, iş, müşteriler ve ürünler olmak üzere dört alanı etkileyeceğinden bahsedilmişti. Endüstri 4.0'ın ana bileşenlerinden biri olarak anılan akıllı fabrikalar internet ile iletişim kurabilecek, sensörler yardımıyla ortamdaki iş ihtiyacını algılayıp gerekli bilgileri bulut sistemdeki büyük veriden sağlayabilecektir.

Endüstri 4.0 ile iş alanında akıllı hale gelen işletmeler ve fabrikalar özellikle iş tasarımlarını ve akış şemalarını değiştirmektedirler. Teknolojilerin çok ileri düzeye ulaşması iş sahasında robotların ve akıllı makinelerin bir araç değil insanın yerini olabilecek bir işgücü olarak ele alınmalarını sağlamıştır.

Üretim süreçlerinden sonra en çok değişikliğin üretilecek ürünlerde olması beklenmektedir. Fabrikaların akıllı hale gelmesi ile fabrika ile entegre olan ürünler hem fabrikaya hem de tüketicilere geri bildirimler sağlayacaktır. Böylece geleneksel ürünlerin yerini hata veya problem yaratmayan uzun ömürlü ürünler alacaktır. Bu duruma en basit şekilde örnek vermek gerekirse; buzdolapları içerisine yer alan ürünlerde, ürünlerin ambalajlarına tek tek bakmadan son kullanma tarihi yaklaşan ve geçen ürünler hakkında önceden bilgimiz olabilecektir.

Ürünlerin akıllı olarak üretilmesi müşterilere birçok fayda sağlaması beklenmektedir. Müşteriler ürünler veya üretim süreçleri hakkında öğrenmek istedikleri bilgileri kısa süre elde edebilecektir. Böylece müşterilerin kişiselleştirilmiş ürünlere olan talebini arttıracak ve bu durumda işletmelere ciro artışı olarak geri dönüş sağlayacaktır.

Bu kapsamda; yapılan literatür taraması sonucunda Endüstri 4.0 teknolojilerinin fabrika, iş, müşteri, ürün alanlarında getireceği değişiklik detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen değişikliklerin stok kontrol süreçlerini nasıl etkileyeceği değerlendirilmiş özet bilgiler tablo haline getirilerek sunulmuştur.

**Tablo 5.2 Siber Fiziksel Sistem Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri (Fırat ve Fırat, 2017)**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Siber Fiziksel Sistemler	
<b>Fabrika</b>	* Akıllı ürünler, kişiler, makineler kısaca üretim sürecinde yer alan herşey akıllı bir ağ oluşturur. Bu şekilde oluşturulan akıllı ağlar, akıllı fabrikaların en önemli temel yapısını oluşturur.	*Akıllı ürünlerin sahip olduğu bilgi taşıyan işlemci, tanımlanabilir bileşenler ve gömülü detektör özellikleri sayesinde ürünler gerçek zamanlı olarak izlenebilecek ve ürüne oluşabilecek talep tahminleri yapılabilecektir.
<b>İş</b>	*İnsan gücü ve zekâsıyla çözümlenmesi son derece güç işlemler siber fiziksel sistemler ile kısa zamanda yapılır. *İnternet bağlantılı olan siber fiziksel sistemler bilgilere kolaylıkla erişim sağlar ve eriştiği bilgileri işleyerek gerektiğinde üretim sürecinde kullanır. Ayrıca bu sistemler çevre ile iletişim sağlayabilir ve bu özelliği sayesinde dış çevreye kolay uyum sağlarlar.	*Müşterilerin üretim süreçlerine dahil edilmesiyle işletmeler, müşterilerini tanıyacak ve müşteri ihtiyaçlarına göre ürün stoklayacaktır.
<b>Ürün</b>	* Siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti ile daha akıllı ve karmaşık ürünler üretilebilecektir. *Siber fiziksel özellikli ürünlerin her seviyedeki otomasyonda kullanılması beklenmektedir.	* Siber-fiziksel üretim sistemleri, yalnızca işletme süreçlerinin otomasyonu için değil, aynı zamanda bakım yönetiminde de etkilidir. Sistemlerin kullanımı, talepte, stok seviyesinde veya hatalarda meydana gelen değişikliklere hızlı bir şekilde tepki verecek ve bu durum genel atıkların azaltılmasını da sağlayacaktır.
<b>Müşteriler</b>	* Endüstri 4.0 müşterileri, üretici tarafından belirlenen sabit bir aralıktan ürün seçmek zorunda kalmayacak, aksine, gerekli fonksiyonları ve bileşenleri tek tek birleştireceklerdir.	

**Kaynak:** Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar”, *Küresel Gelişmeler ve Türkiye, Toprak İşveren Dergisi*”, Sayı:114, s.10-23.

**Tablo 5.3 Robot Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Fırat ve Fırat, 2017), (Alçın ,2016), (Özsoylu, 2017), (Pamuk ve Soysal, 2017),(Ekonomik Forum Dergisi, 2016))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Robotlar	
<b>Fabrika</b>	<p>*Kişiselleştirilmiş ekolojik-sürdürülebilir ürünlere olan talep, insanlarla iş birliği yapabilen robotların (collaborative robot-kobot olarak da adlandırılmaktadır.) kullanılmasını sağlayacaktır.</p> <p>*İnsan çalışanlarla iş birliği yapan robotlar ile imalatı tamamlanmış ürünleri paketleme, hatalı ürünleri imalat hattından uzaklaştırma işlemleri birlikte gerçekleştirilebilir.</p> <p>*Kobotların kullanılması işyerinde yaralanma riskini azaltabilir. Örneğin; ilk karanlık fabrikaya sahip olan Çin’de cep telefonu modülü üreten robotların kullanılmasıyla işçi sayısının %90 azaldığı ve hatalı ürünlerin üretilme oranı %25’den %5’e kadar düşmüştür.</p> <p>*Robotlar bir programla yönetilir ve ihtiyaç fazlası güç harcamazlar. İnsan gücü yerine kullanılabilir, zamandan tasarruf sağlarlar.</p>	<p>*Robotlar; stokların seviyelerini kontrol etmek amacıyla insan asistanı ya da bağımsız olarak çalışabilir.</p> <p>* Makine ve robotların birbirleriyle iletişim sağlaması ile büyük üretim serileri kolayca üretilebilecek, ayrıca esnek fabrikaların oluşması sağlanacaktır.</p>
<b>İş</b>	<p>*Robotlar, şirketlerin rekabet edebilirliğini korumasına veya rekabet edebilir hale gelmesine olanak tanır.</p> <p>*Robotların üretkenliği artması ile talep artışına ve yeni iş olanakları yaratılmasına neden olabilir.</p> <p>*Robotların işgücü talebi üzerinde olumlu etkisi vardır.</p> <p>*Robotlar faaliyetlerinde kalifiyeli işçilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda kalifiyeli işçilere olan talep artmaktadır.</p> <p>*Robotlar emeği değiştirir ancak işleri değiştirmez.</p> <p>*Robotlar emeği tamamlamaktadır ve işgücünün kapasitesini arttırmaktadır.</p> <p>*Robotlar kullanılarak kaliteli işler yapılır ve yeni iş türleri geliştirilir.</p> <p>*Üretimde özellikle robot kolların kullanılması ile istenen hız, doğruluk ve kullanım kolaylığı yaratılmak istenmektedir.</p>	<p>*İnsansız olarak gerçekleştirilen üretim olarak adlandırılan ileri otomasyon ile veri kullanımı üretim hızını arttıracak ve ihtiyaç duyulan stok miktarlarının azalmasını sağlayacaktır bu durumda verimliliğin artmasını sağlayacaktır.</p>

	<p>*Önceleri üretim hattında tanımlanmış bir işi yapan robotlar varken, günümüzde yükleme ve boşaltma işlemlerini bilinçli olarak yapan “baxter” robotları kullanılmaktadır. Böylece, yükleme ve boşaltma işlemlerinin maliyeti yüzde elliden fazla düşmüştür.</p> <p>*Teknolojisinin ilerlemesiyle robotlar kablosuz ağlar yardımıyla sensörler vasıtasıyla diğer robotlarla iletişim sağlayabilmektedir. Bu sayede Endüstri 4.0 uygulamalarıyla büyük yatırım masrafları düşecektir.</p>	
<b>Ürün</b>	<p>*Yalnızca tanımlanan işleri yapan akıllı ürünlerin yanı sıra değişen durumlarda kendi kendilerine karar verebilen ürünler ortaya çıkacaktır. Özellikle ve ev iş yerlerinde kullanılabilen hizmet robotları bu duruma örnek verilebilir.</p>	<p>* Özerk robotlar, süreç seçiminde ve paketlemede depolara yardım eder. Ürünün yanlış bir parçayı almama hataları olmadan, deponun bir bölümünden diğerine aktarılmasını sağlar. Kameralı robotlar depodaki stoğu birkaç dakika içinde sayabilir.</p>
<b>Müşteriler</b>	<p>*İnsanların dijital varlıkları artacak, vücuda yerleştirilebilir ve giyilebilir teknolojiler ile ürünlerin birbirleriyle etkileşime girmeleri sağlanacaktır.</p>	<p>* Depo içinde ürün taşıma, ürün indirme ve ürün yükleme işlemlerinde ile depo sayım sistemlerinde kullanılır.</p>

**Kaynak:** Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar”, *Küresel Gelişmeler ve Türkiye, Toprak İşveren Dergisi*, Sayı:114, s.10-23.

**Kaynak:** Alçın, S., (2016), “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, *Journal of Life Economics*, Sayı 8, ss. 19-30.

**Kaynak:** Özsoylu, A.F., (2017), “Endüstri 4.0”, *Çukurova Üniversitesi İİBF*, Cilt:21, Sayı:1, ss. 41-64.

**Kaynak:** Pamuk, N. S., Soysal, M., (2017), “Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme”.

**Kaynak:** Ekonomik Forum Dergisi, (2016), Sayı: 259, ss. 17.

**Tablo 5.4 Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Davutoğlu vd., 2017), (Macit, 2017), (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017), (Fırat, 2017), (Alçın, 2016), (Yıldız, 2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Nesnelerin İnterneti	
<b>Fabrika</b>	<p>*Nesnelerin interneti makine ile makine (M2M) iletişimini mümkün kılmaktadır.</p> <p>*Akıllı ölçüm cihazları ile optimum düzey belirlenerek gereksiz enerji kullanımını ve altyapı maliyetlerinin önüne geçilebilecektir.</p> <p>*Nesnelerin internetine ait fiziksel sistemler dağınık yapıda olması, adresleme, veri iletişimi gibi çok sayıda avantajından dolayı daha kolay yönetilebilir, genişletilebilir ve yeni modellere uyarlanabilir.</p>	<p>*Aynı anda birden fazla birim tarafından stokların depo içindeki yerleri ve miktarları hakkında bilgi sahibi olunabilir.</p>
<b>İş</b>	<p>*Nesnelerin interneti teknolojisi ile bitmemiş ürünler de dahil olmak üzere daha fazla nesne, gömülü bilgisayarla zenginleştirilecektir. Bu durum, üretim cihazlarının ihtiyaç halinde birbirleriyle iletişim kurmasına ve haberleşmesine izin verecektir.</p> <p>*Tedarik zincirinin daha akıllı hale gelmesine katkı sağlayacaktır.</p> <p>*Nesneler boyutuna taşınan haberleşme ile piyasa yapısı, işletmelerin üretim ve pazarlama stratejilerinin değişmesi beklenmektedir.</p> <p>*Sistem kontrollerini kolaylaştıran kapsamlı bir veri yönetimi sağlamaktadır.</p>	<p>*Nesnelerin interneti özellikli makineler, operasyonel bilgileri orijinal ekipman üreticileri ve saha mühendisleri gibi ortaklara iletir böylece operasyon yöneticilerinin ve fabrika müdürlerinin fabrika ünitelerini uzaktan yönetmesini ve süreç otomasyonundan ve optimizasyonundan yararlanmasını sağlanacaktır.</p>
<b>Ürün</b>	<p>*Son kullanıcıya ulaştırılmış her türlü ürün ağa bağlı olacağı için akıllı sistemler üzerinden ürünlerin takibi yapılabilecektir.</p>	<p>*Karmaşık ortamlarda otomatik kararlarla daha fazla operasyonel verimlilik ve daha az maliyet sağlar.</p>
<b>Müşteriler</b>	<p>*İnternet ve mobil ağların gelişmesi ile müşterilerin nesneler ile iletişim kurması kolaylaştı ve müşteriler nesnelere istedikleri yerden istedikleri zamanda gözlemleme ve kontrol edebilme yeteneğine sahip oldu.</p>	<p>*Depo altyapısına entegrasyon ile tesis yönetiminin optimize edilmesini sağlar.</p>

**Kaynak:** Davutoğlu, N.A., Akgül, B., Yıldız, E., (2017), “İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişim Sağlamak”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 5, Sayı: 52, ss. 544-567.

**Kaynak:** Macit, İ., (2017), “Kurumsal Kaynak Planlamasının Endüstri 4.0 Kazanımları: Bir Yapısal Çatı Modeli Önerisi, Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi”, Cilt:2, Sayı:1, ss. 50-60.

**Kaynak:** Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “*IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü*”.

**Kaynak:** Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “*Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar*”, *Küresel Gelişmeler ve Türkiye, Toprak İşveren Dergisi*”, Sayı:114, s.10-23.

**Kaynak:** Alçın, S., (2016), “*Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0*”, *Journal of Life Economics*, Sayı 8, ss. 19-30.

**Kaynak:** Yıldız, T., (2017), “*Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye’deki Mevcut Durum*”, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.



**Tablo 5.5 Bulut Bilişim Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Alçın, 2016), (Yıldız,2018), (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017), (Uglovskaja, 2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Bulut Bilişim	
<b>Fabrika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Üretim maksadıyla kullanılacak data cihazlar ve ağların birbirine entegre olmasıyla bulut sisteminde var olan veriden elde edilmektedir. Bu durum uygulama seviyesindeki akıllı fabrikalar ve müşterileri oluşturmaktadır.</li> <li>* Müşterilerin taleplerine yanıt verme işlemlerinde bulut tabanlı üretim yapılması verimliliğin artmasına katkı sağlar.</li> <li>* Bulut tabanlı üretim optimum kaynak tahsisine izin verirken, aynı zamanda ürün ömrü maliyetlerini düşürebilir.</li> <li>*Bulut tabanlı üretim yapan fabrikalarda ağa bağlı üretim gerçekleşir ve bu da ölçeklenebilirlik, çeviklik, her yerde erişilebilirlik ve sanallaştırmayı sağlamaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*İşletmeler, fabrikalar, tedarikçi, lojistik, kaynaklar, müşteriler vb. arasında gerçek zamanlı iletişim sağlayarak, işletmeler tarafından oluşacak talepler üzerine üretim yapacak ve bu durum da stok seviyelerinde düşüşe neden olabilecektir.</li> <li>* Üretimde süreçlerinde fabrikadaki akıllı makinelerin ihtiyaç duyduğu stok bilgileri bulutta toplanmış verilerden elde edilebilecektir.</li> <li>*Tedarik zinciri yönetiminde bilgi paylaşımı daha sağlıklı yapılacak ve bilgi yetersizliğinden kaynaklanan sorunlar ortadan kalkacaktır.</li> <li>* Bulut sistemi, düşük maliyetle bilgi depolamaya ve paylaşmaya yardımcı olur</li> <li>* Modüler bulut lojistik platformları, bilgi teknolojilerine web tabanlı erişim sunmaktadır.</li> </ul>
<b>İş</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Bulut tabanlı çözümler, yalnızca fabrikalar arasında değil, aynı zamanda tüm değer zincirinde de büyük veri akışının verimli kullanımını kolaylaştırır.</li> <li>* Bulut tabanlı hizmetler yalnızca varlıkların yönetimi ve koşullandırmanın izlenmesi için kullanılmaz, aynı zamanda anormalliklerin tespitinde ve bakımın öngörülmesinde de yardımcı olabilir.</li> <li>*Müşteri odaklı yönetim bulut bilişim sayesinde gerçekleştirilen veri analizleri daha ileri seviyelere erişmekte ve böylece piyasada yer alan üreticiler sürdürülebilir rekabette avantaj elde edebilecektir.</li> </ul>	
<b>Ürün</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Bilgisayarlarda bulunan bellek, sabit disk, işlemci, ekran kartı vb. gibi donanımlar işletmeler tarafından kaldırılarak, bu donanımların sağladığı tüm işlemlerin bulut bilişim üzerinden gerçekleşmesi sağlanacaktır.</li> </ul>	
<b>Müşteriler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Bulut teknolojileri sayesinde saklamak istediğimiz veriler bilgisayarımızda yer kaplamadan depolanabilmektedir. Ayrıca, bu sistemler sayesinde bir başka cihazdan bilgilere ulaşma, indirme ve kullanma imkânına sahip olunabilmektedir.</li> </ul>	

**Kaynak:** Alçın, S., (2016), "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", Journal of Life Economics, Sayı 8, ss. 19-30.

**Kaynak:** Yıldız, A., (2018), “*Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar*”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

**Kaynak:** Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “*IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü*”.

**Kaynak:** Uglovskaa, E., (2017). “*The New Industrial Era Industry 4.0 & Bobst company case study*”.

**Tablo 5.6 Büyük Veri Analitiği Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Alçın, 2016), (Yıldız,2018), (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Büyük Veri Analitiği	
<b>Fabrika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Üretim kalitesi optimize edebilir.</li> <li>*Ekipman servisini geliştirmektedir.</li> <li>*İşletmelerin sunucu (server) ihtiyacını azaltır.</li> <li>*Üretim için gerekli bilgiye ulaşmayı kolaylaştırır.</li> <li>*İşletmelerde etkinliği artırarak, hata oranlarının azaltılması ve esnekliğin artırılmasını amaçlar.</li> <li>*Büyük veri, bulut hizmetleri ve akıllı tahmini karar destek araçlarının kullanıldığı akıllı fabrika ortamlarının yaratılmasına ortam hazırlar.</li> </ul>	<p>*Gerçek zamanlı verilerin analizi sayesinde stok kontrol süreçlerinde meydana gelen bir sorun önceden tespit edilip giderilebilir. Ayrıca makine durumu ve çalışma geçmişi izlenebilir. Bu da üretim ve makine çalışma süreleri hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlayarak stok kontrol süreçlerinde verimliliği arttırabilir.</p> <p>* Gerçek zamanlı hata ve sorunların temel nedenlerini belirleme ve yeni işlerin risklerini tekrar hesaplama imkânı sağlamaktadır. İşleyişi etkilemeden önce yanlış davranışları tespit edip düzeltmeye yarar.</p> <p>* Gerçek zamanlı bilgilerin hızlı bir şekilde işlenmesi, bu hedefi çeşitli şekillerde destekler. Teslimat aracı yüklendiğinde ve boşaltıldığında, gönderi öğelerinin algılayıcı tabanlı tespiti temelinde en uygun dağıtım sırasının dinamik bir hesaplaması, personeli manüel sıralamadan kurtarır. Yolda, mevcut trafik koşullarına göre teslimat rotalarını otomatik olarak değiştirmek için telematik veri tabanları kullanılır. Yönlendirme zekâsı, başarısız teslimat girişimlerini önlemek için alıcılar tarafından gönderilen kullanılabilirlik ve konum bilgilerini dikkate alır.</p>
<b>İş</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Büyük veri analizleri, birçok farklı kaynaktan elde edilen verilerin toplanması ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi ile gerçek zamanlı karar vermeyi öngörür.</li> <li>*Enerjiden tasarrufu sağlayabilir.</li> <li>*Ana Veri Yönetimi, büyük verileri yapılandırmaya, uyumlu hale getirmeye ve bilgiyi daha net bir şekilde görebilme reaksiyon göstermeye yardımcı olur.</li> <li>*Veri madenciliği kavramının önem kazanmasına sebep olmuştur.</li> <li>* Büyük veri ve veri analizi şirketleri aracılığıyla ergonomik iş yükü analiz edebilir.</li> <li>*Verilerin toplanmasını, izlenmesini, dağıtılmasını ve analiz edilmesini kolaylaştırır, tüm önemli bilgilere sınırsız erişim sağlar.</li> </ul>	
<b>Ürün</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Ürün kalitesini ve bitmiş ürün oranını arttırmaya katkı sağlar.*Büyük verilere dayanan bireyselleştirilmiş ve yenilikçi ürünler ve hizmet teklifleri ile entegre çözümler konusunda artışa neden olur.</li> </ul>	
<b>Müşteriler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Büyük veri sistemleri bilginin görünür olmasını sağlarken, işletmeler için birçok maliyet avantajı sağlamakta ve aynı zamanda tüketiciler için de düşük fiyat avantajları sunmaktadır.</li> <li>*Büyük veri koleksiyonu, müşteri ihtiyaçlarını tanımlamaya ve daha etkili bir şekilde istemenize olanak tanıyan müşteri profilemeyi kolaylaştıracaktır.</li> <li>* Kullanıcılar büyük veri analitiğinin kullanılması ile istedikleri yerde sınırsız depolama alanına sahip olacak ve her yerde istedikleri verilere kolayca erişebileceklerdir.</li> </ul>	

**Kaynak:** Alçın, S., (2016), "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", Journal of Life Economics, Sayı 8, ss. 19-30.

**Kaynak:** Yıldız, A., (2018), “*Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar*”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

**Kaynak:** Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “*IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü*”.

**Tablo 5.7 Yatay ve Dikey Entegrasyon Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Yıldız, 2017), (Özsoylu, 2017), (Taha vd., 2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Yatay ve Dikey Entegrasyon	
<b>Fabrika</b>	<p>* Yatay ve dikey entegrasyon ile mühendislik, üretim, pazarlama ve satış sonrası destek gibi tüm süreçler entegre olduğu gibi birbirleri ile doğrudan bağlantılı olacaktır. Örneğin, müşteriden elde edilen anlık geri bildirimler doğrultusunda otonom bir ürün tasarımı ve kontrolü ve yeni tasarımın müşteriye özgün kişiselleştirilmiş bir ürün olarak hızla yansıtılıyor olması gösterilebilir.</p> <p>*Yatay ve dikey entegrasyonun sayesinde, talepleri/önerileri ve müşteri şikayetleri kolayca yanıtlanabilecek, özellikle kişiye özel imalat basit hale gelecek ve bu sayede verimliliğin artması beklenmektedir.</p>	<p>*Dikey entegrasyonda siber fiziksel sistem teknolojilerinin kullanılmasıyla üretim sistemlerinin ve fabrikaların talep durumlarına, stok seviyelerine, arıza ve bakım durumlarına güncel olarak reaksiyon verebilmeleri söz konusu olacaktır.</p> <p>* Dikey entegrasyon, bir şirkete hammadde tedarik eden birimlerle (geriye dönük entegrasyon) veya ürünlerini nihai tüketicilere (ileriye dönük entegrasyon) taşıyan dağıtım kanalları ile entegre eder. Örneğin, bir süpermarket taze sebze tedarikini sağlamak için çiftliklerin kontrolünü alabilir (geriye dönük entegrasyon) veya ürünlerinin dağıtımını düzeltmek için araçlar satın alabilir (ileriye dönük entegrasyon).</p> <p>* Teslimat, depolama ve nakliye arasında daha iyi bir koordinasyon sağlar. Kuruluş, yeni düzene daha öncekinden daha hızlı tepki verilebilir.</p> <p>Depo altyapısına entegrasyon ile tesis yönetiminin optimize edilmesini sağlar.</p> <p>*Akıllı ulaşım çözümleri (Yenilikçi kamyon /tır uygulaması ile araç içi bilginin alınması) sağlar.</p> <p>*Personele verilen akıllı kartlar ile sağlık durumlarının ve çalışma performanslarının öğrenilmesini sağlar.</p>
<b>İş</b>	<p>*Bir sektörde tedarikçiler, şirketler, imalatçılar ve ithalatçılar bunlarla birlikte satış sonrası servis veren birimler ile pazarlamacılar birbirleriyle iletişim içerisinde olmalıdır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin sunduğu yatay ve dikey entegrasyon bu durumun gerçekleştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Evrensel veri entegrasyon ağları değişim gösterdikçe işletmeler birbiri ile olan uyumu da artacaktır.</p> <p>* Aynı müşteri türüne sahip işletmelerin piyasadaki paylarını artırmak maksadıyla bütünleşmeleri aynı zamanda dayanışma ve iletişim sağlamaları yatay entegrasyon olarak adlandırılmaktadır. Anılan yatay entegrasyonda hammaddenin temin edilmesinden, pazarlama ve satış aşamasına kadar tam kapasite çalışmak mümkün olabilmekte ve maliyetler düşmektedir.</p> <p>* Yatay entegrasyon sayesinde tedarikçilerin bazı ERP verilerini görmesi sağlanarak entegre üretim sürecine yakınlaşma sağlar.</p>	
<b>Ürün</b>	<p>*Ürünler kişiselleştirilerek, müşteriye özel ürünler tasarlanıp, üretilebilecektir.</p>	
<b>Müşteriler</b>	<p>* Taleplerinin karşılanmasında üreticiler ve müşterilerin birbirleri ile bağlantılı ve tam entegre olması üretici ve müşteriler açısından zaman tasarrufu sağlayacağı düşünülmektedir.</p> <p>* Yatay ve dikey entegrasyonun ile müşteri talepleri hızlıca yanıtlanabilecektir. Bu durumun müşteri memnuniyeti sağlaması kaçınılmazdır.</p> <p>* Yatay entegrasyonda hammaddenin temin edilmesinden pazarlama satış aşamasına kadar tam kapasite çalışma sağlamakla birlikte maliyetlerin de düşmesi müşteriler tarafından arzu edilen bir durumdur.</p>	

**Kaynak:** Yıldız, T., (2017), “*Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye’deki Mevcut Durum*”, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

**Kaynak:** Özsoylu, A.F., (2017), “*Endüstri 4.0*”, Çukurova Üniversitesi İİBF, Cilt:21, Sayı:1, ss. 41-64.

**Kaynak:** Taha, E., Tokur, İ., Akar, H., (2017), “*Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu*”.

**Tablo 5.8 Katmanlı (Eklemeli) Üretim Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Uglovskaaia,2017), (Özsoylu, 2017), (Öksüz vd.,2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Katmanlı (Eklemeli) Üretim	
<b>Fabrika</b>	<p>*Üretimi güç olan parçalar kısa sürede üretilecektir.</p> <p>*Eklemeli teknolojilerinin kullanılması, örneğin, 3D baskı ve hızlı prototipleme için, yüksek ölçekte ve daha büyük miktarlarda üretim yapılmasını sağlayacaktır.</p> <p>*Kapasite sorununa da bir çözüm sağlayacağı öngörülmektedir.</p> <p>*Bireysel ihtiyaçlar basit üretim süreçleri ile ev ortamında gerçekleştirilebilecektir.</p>	<p>* Katmanlı üretim ile yüksek performanslı, merkezden bağımsız toplu üretim sistemleri nakliye mesafelerini ve eldeki stokları azaltacaktır.</p>
<b>İş</b>	<p>*İşçi ve aracı masrafları ortadan kalkacaktır.</p> <p>*Model üretimi ve hızlı modelleme sağlanacak böylece pazarda müşteriler ürünlere daha hızlı erişebileceklerdir.</p> <p>*Tam zamanında üretim gibi yalın üretim araçlarının desteklenmesine olanak sağlar.</p>	<p>* Stok maliyeti minimize edilecek, üretim ucuzlayacaktır.</p> <p>*İşletmelerin özelliklerine göre, bazı işletmeler stok bulundurmayabilir veya gerektiğinde katmanlı üretim teknolojileri ile ihtiyaç halinde üretim yapabilir.</p>
<b>Ürün</b>	<p>*Ürün çeşitliliğini arttırması beklenmektedir.</p>	<p>*Talep üzerine üretim yapmasına izin vereceğini ve bunun da stokta düşüşe neden olacağını beklenmektedir.</p>
<b>Müşteriler</b>	<p>*Makineler doğrudan bilgisayar modellerinden çalışacak, böylece müşteriler mevcut üretim sınırlamaları olmadan benzersiz şekiller talep edebileceklerdir.</p> <p>*Eklemeli üretim yardımıyla tüketiciler üretici olabilecektir.</p>	<p>*Daha kaliteli ambalajlama ve kusursuz paletleme imkânı sunabilmektedir.</p>

**Kaynak:** Uglovskaaia, E., (2017). “*The New Industrial Era Industry 4.0 & Bobst company case study*”.

**Kaynak:** Özsoylu, A.F., (2017), “*Endüstri 4.0*”, Çukurova Üniversitesi İİBF, Cilt:21, Sayı:1, ss. 41-64.

**Kaynak:** Öksüz, M.K., Öner, M., Öner, S.C., (2017), “*Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi*”.

**Tablo 5.9 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Alçım, 2016), (Yıldız,2018), (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Artırılmış Gerçeklik	
<b>Fabrika</b>	<p>*Simülasyon teknolojileri ile insanlar, ürünler ve makinelerle birlikte fiziksel alanların sanal gerçekliği oluşturulmaktadır. Bu durum, gerçek zamanlı üretime geçmeden önce üretim bandındaki ürünler için sanal olarak test edilme fırsatı yaratılmaktadır.</p> <p>* Fabrika simülasyonlarının gerçek üretim ihtiyaçlarını yansıtmasıyla imalatı en iyi hale getirmek amacıyla fabrika ve ürün tasarımını bütünleştiren ortak bir çözüm sunmaktadır.</p> <p>*Fabrikalarda kullanılan simülasyon teknolojisi sayesinde en karmaşık üretim süreçleri bile canlandırılarak kendini müşteri isteklerine göre hızla ayarlayabilecek tesisler tasarlanabilir.</p>	<p>*Stok kontrol süreçlerinde görevli personel değişen stok çeşitlerine daha kolay adapte olacak ve stokların depo da iken muhafazası ve bakımı konularında bilinçli hale gelecektir. Böyle depoda karşılaşılabilecek olumsuzluklar önceden tahmin edilebilecektir.</p>
<b>İş</b>	<p>*Değişen durumlara karşı sistemin çevikliği izlenebilir.</p> <p>*Bakım onarım eğitimi için simülasyon teknolojileri sisteme adapte edilerek, bu sistemler sayesinde hem değişen malzeme ve ürün yapısına göre önlemler alınabilecek hem de bakım faaliyetleri için çalışacak personelin eğitiminde faydalanılabilecektir.</p> <p>*Simülasyon ve sanal ve artırılmış gerçeklik araçları mevcut durumu yansıtma ve değişen parametrelerle karar vermeyi kolaylaştırır.</p> <p>*Simülasyon operatörlerin bir sonraki ürün için makine ayarlarını test etme ve optimize etmelerini ve kurulum sürelerini azaltmalarını sağlar.</p> <p>*Kalite kontrol, bakım, süreç kontrol ve personel eğitimi gibi alanlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.</p> <p>*Artırılmış gerçeklik teknolojileri sanal eğitim alanında kullanılarak, çalışanların kısa sürede işe uyum sağlaması beklenmektedir.</p>	<p>* Bir tür simülasyondur ancak maliyeti yüksektir. Çalışan özel olarak hazırlanan gözlük çerçevesi ve ekrandan oluşan sistem ile görsel olarak yönlendirilerek ürünün bulunduğu rafa ve depo raflarında bulunan ürüne ulaşır. Ürün listeye uygun şekilde alınarak, sistem çalışanı bir sonraki ürüne yönlendirir.</p>
<b>Ürün</b>	<p>*Sanal dünya ve gerçek dünya arasında bağlantı kuran ürünler geliştirilecektir.</p>	<p>* Görme sürecini hızlandırmaya yardımcı olmak için kameralar, depo yönetim sistemi ile entegre edilmiş barkodları okuyabilir. Toplama hatalarını azaltır ve arama süresini azaltır.</p>
<b>Müşteriler</b>	<p>* Müşterilerin prototip ve sanal simülasyon yoluyla erken tasarım aşamasında test etmelerini ve geri bildirim sağlamasını sağlayarak kusurları tespit etmek ve ürünü geliştirmek için proaktif algılama ve kalite kontrolünü gerçekleştirmeyi mümkün kılmaktadır.</p>	



**Kaynak:** Alçın, S., (2016), “*Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0*”, Journal of Life Economics, Sayı 8, ss. 19-30.

**Kaynak:** Yıldız, A., (2018), “*Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar*”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

**Kaynak:** Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “*IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü*”.

**Tablo 5.10 Simülasyon Teknolojisinin Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri ((Gabaçlı ve Uzunöz, 2017), (Fırat ve Fırat, 2017))**

Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Değişiklik Getirdiği Alanlar	Endüstri 4.0 Teknolojileri	Stok Kontrol Süreçlerine Etkileri
	Simülasyon	
<b>Fabrika</b>	* Fabrikada üretim süreçlerinde çalışacak olan yeni personelin eğitilmesi amacıyla depo içerisinde yapılan işlemler veya herhangi bir aracı operatörüne aracın çalışma şekilleri simüle ederek gösterilebilir.	*Deponun yapılanması, kurulması, rafların konumlandırılması ve deponun bölümlendirilmesi simüle edilerek hata payı azaltılmaktadır.
<b>İş</b>	* Çalışanların önceden sanal bir ortama alınarak, gerçek ortamdaki gibi eğitilmesi depo operasyonlarının gerçekleştirilmesi sırasında aksaklıklara neden olmaz ve akış devam eder.	*Doğru görüş ve depo yönetim modülü seçilebilir. *Ürünlerin raflara veya paletlere düzgün bir şekilde yerleştirilmesinde simülasyon sistemleri kullanılmaktadır. Karar vericiler, ürünlerin sırasını veya sütunlarını simüle edebilecekleri bu tür sistemlere sahiptir.
<b>Ürün</b>	* Üretim esnasında meydana gelen hatalar azalır böylece müşterilere kaliteli ürünler ulaşır.	*İlk BT ekibi, bu veriler yazılıma girdiklerinde depolardaki cihazlardan veri toplar, bu simülasyon, kullanılan depo kapasitesini, gerçek hayatta denemeden daha iyi olan bazı farklı durumları kontrol edebilir.
<b>Müşteriler</b>	* Müşteriler, üretim süreçlerinde meydana gelen iyileştirmelerden olumlu şekilde etkilenir ve ürünün kendilerine ulaştırılmasından önceki adımlarda meydana gelen değişikliklerden en az şekilde etkilenir.	

**Kaynak:** Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü”.

**Kaynak:** Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar”, *Küresel Gelişmeler ve Türkiye, Toprak İşveren Dergisi*”, Sayı:114, s.10-23.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri devrimleri ile insanoğlu değişimlere ayak uydurmak ve üretimi devam ettirmek maksadıyla sürekli yeni araştırmalar yapmak zorunda kalmıştır. İnsanoğlunun ihtiyaçlarından kaynaklanan bu araştırmalar, endüstri devrimlerinin başlayıcından günümüze kadar birçok değişiklik getirmiştir. Her yeni ihtiyaç ve değişiklik farklı bir endüstri devrimi olarak anılmıştır. Son olarak anılan Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte üretim sektöründe yeni bir döneme girilmiştir.

Endüstri 4.0 gibi büyük bir devrimin başarıyla gerçekleşebilmesi için hiç şüphesiz devlet desteği zorunlu hale gelmektedir. Almanya başta olmak üzere Finlandiya, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri Endüstri 4.0' a ciddi yatırımlar yapmaktadır. Almanya'da 235 işletmenin katıldığı Pwc şirketinin yaptığı araştırmaya göre; işletmeler gelecekte yıllık cirolarının %3.3'ünü Endüstri 4.0 projelerini ayırmayı planlıyor. İşletmelerin alacağı devlet desteği ile bu gelişim sürecinin hızlanması beklenmektedir.

Endüstri 4.0 devrimine işletmelerin ayak uydurabilmesi için çok ciddi yatırımlar gerektirmektedir. Yapılan yatırımlarla hem müşteri beklentileri karşılanacak hem de ülkeler endüstri alanında büyüme sağlayacaktır. Bu büyüme ile birlikte satışlarda da artış yaşanacaktır. Kısaca Endüstri 4.0'a yapılan yatırımlar işletmelere hızla olumlu geri dönüş sağlayacaktır.

Endüstri 4.0 devriminin ile en çok gündeme gelen konulardan biri de istihdam konusu olmuştur. Akıllı fabrikalarda robotların çalışmasıyla ve tamamen otomasyona geçilmesiyle bir çok kişinin işsiz kalacağı endişesi yaşanmaktadır. Bu endişenin aksine Endüstri 4.0 devri insanları tamamen iş gücü olarak kullanmaktan vazgeçerek, insanın en değerli varlığı olan beyninden faydalanmayı amaçlamaktadır. Yaşanacak ekonomik büyüme ile yeni meslekler ortaya çıkacak ve daha çok uzman ve yetişmiş personele ihtiyaç duyulacaktır.

Ülkeler; Endüstri 4.0 devrimi ile değişim yaratmak için bu devrimi sadece belli bir sektör yada alan ile kısıtlayamazlar. Bu değişimin temelden yaşanması için araştırma kuruluşlarına ve üniversitelere önemli görevler düşmektedir. Herşeyin temelini eğitim

olduğu felsefesinden yola çıkarak bu konuda da niversiteler müfredatlarını gelişen çağa uygun olarak planlamalıdır. Özellikle mühendislik alanlarına yönelik yeni eğitim programlarının geliştirilmesi büyük önem taşıtmaktadır.

Üretim sistemlerine büyük değişimler getirmesi beklenen Endüstri 4.0 teknolojileri şüphesiz üretim sistemlerinden farklı daha birçok alanda da değişimler ve gelişmeler yaratacaktır. Stok kontrol süreçleri de bu alanlardan bir tanesidir. Yapılan araştırmada; lojistik işletmelerde uygulanan Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerinde verimlilik incelenmiş ve Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerini uygulayan bir işletme seçilerek saha araştırması yapılmıştır.

Araştırmanın literatür çalışmasında ortaya konan Endüstri 4.0 teknolojilerinin günümüzde çok yeni teknolojiler olduğu ve işletmelerin bu teknolojileri yeni yeni kullanmaya başladığı görülmüştür. Ayrıca yapılan literatür taraması ve saha araştırması değerlendirildiğinde halihazırda Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerini aktif olarak kullanan bir işletme mevcut değildir.

Araştırma konusunun çok güncel bir konu olması, işletmelerin Endüstri 4.0 destekli stok kontrol sistemlerini henüz aktif olarak uygulamaya başlamamış olması ve bu konuda çalışmalara başlayan işletmelerin çok az sayıda olması nedeniyle verimlilik konusunda somut bir veri elde edilememiştir. Ancak yapılan literatür taraması ve saha araştırması sonucu Endüstri 4.0 destekli teknolojilerin stok kontrol sistemlerini nasıl etkileyeceği konusunda değerlendirmeler yapılmıştır.

İşletmelerin geliştirdiği birçok proje bu teknolojilerin kısa zamanda depolarda yerini alacağını göstermektedir. Depo yönetim süreçlerinde stok kontrolünü gerçekleştirmek maksadıyla kullanılan robotlar, artırılmış gerçeklik teknolojileri, siber fiziksel sistemler gibi teknolojilerden gün geçtikçe istenen verim elde edilecek ve bu süreç evrimleşerek devam edecektir. Stok kontrol süreçlerinde insan faktörünü devre dışı bırakacak bu uygulamaların kullanılmasıyla işletmeler karlılık oranını arttıracak, zaman ve emek kaybı nlenecek, işletmelerin rekabet gücü artacak ve daha etkin üretim gerçekleşecektir.

Stok kontrol süreçlerinde insanın yerini otomatik cihazların alması insan işletmeler için en önemlisi emniyet ve kazaların önleneceği açısından büyük bir kolaylık sağlayacaktır. İş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışanlar daha güvenli ortamda çalışacaklardır. İşletmeler açısından değerlendirildiğinde ise, işletmelerin bu konuda

karşılaşabileceği sorunlar azalacaktır. İnsan kaynaklı oluşabilecek kazalar ve hatalar da en aza indirgeyecektir. Depolarda uzun zaman alan depo sayımları verilen bir komut ile kısa sürede gerçekleştirilecektir. Bu durum emek ve zaman kaybını da önleyecektir. Çalışanlar yapılan hataları düzeltmek için uzun süre mesai yapmak zorunda kalmayacak, moral ve motivasyon kaybı yaşanmayacaktır. Çalışanlardan kaynaklanan problemlerin azalması veya hiç yaşanmaması işletmelere şüphesiz maliyet açısından da avantajlar sağlayacaktır. Ayrıca, depolarda tamamen otomasyona dayalı sistemlerin kullanılmasıyla işletmeler stok seviyelerini tahmin edebilecek, ilave stok tutma maliyetleri ile karşı karşıya gelmeyecektir.

Endüstri 4.0 teknolojileri aynı zamanda işletmelere anlık bilgi akışı sağlayacaktır. Üretim süreçlerinde gelişen olaylardan işletmelerin anlık olarak bilgi sahibi olması yaşanabilecek birçok durumun önceden tahmin edilmesi veya bilinmesi anlamına gelir. Bu durum işletmelere; stok türlerinden, stok seviyesine, depo içi yerleşim gibi birçok bilgiye arzu edilen zamanda erişim imkânı sağlayacaktır.

Yapılan literatür araştırması sonucu eklemeli üretim teknolojisi stok türlerine sınırlamalar getirebilir mi? veya gelecekte sadece hammadde stoku mu yapılacak? sorularını akla getirmektedir. Eklemeli üretim teknolojisi ile istenen her ürün anlık olarak üretilebilmektedir. Basit mantıkla düşünüldüğünde gelecekte işletmeler sadece ürettikleri ürünün özelliğine göre hammaddeleri stoklayabilecek ve böylece üretim süreçlerinde ihtiyaç duydukları malzemeleri anlık olarak üretebileceklerdir. Bu durum işletmelere zaman, emek ve maliyet avantajı sağlamanın yanı sıra iş kolaylığı da sağlaması beklenmektedir.

Günümüzdeki işletmelerin çağa ayak uydurabilmesi, sektördeki yerlerini koruyabilmesi ve en önemlisi Endüstri 4.0 getirdiği yenilikleri geliştirerek daha ileri teknolojilere sahip olmak için çalışmalıdır. Tedarikten, üretime, iş modellerinden, otomasyona kadar birçok alanda Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikleri kendi işletmelerine entegre ederek dönüşümlerini gerçekleştirmelidirler.

Bu kapsamda stok kontrol süreçlerinde endüstri 4.0 teknolojilerini kullanacak işletmelere öneriler aşağıda şekilde açıklanmıştır:

- 1- İşletmelerin dijitalleşme bağlamında, benimsemeleri gereken üç farklı stratejik yaklaşım söz konusu olabilir.
  - a. Denenmemiş çözümlerin uygulanmasıyla risk almayı tercih edebilirler.

b. Başka işletmelerin deneyimlerinden faydalanabilir bu sayede işletmelerde yaşanabilecek muhtemel sorunlardan haberdar olur ve hatalardan kaçınabilirler.

c. İşletmeler, hâlihazırda test edilmiş çözümlere dayanan, güvenilirliğin kanıtını ve kavramın geniş bir şekilde benimsenmesini bekleyebilirler.

2- İşletmeler olasılıkları, faydaları ve riskleri dikkatli bir şekilde araştırarak, Endüstri 4.0 konseptinin benimsenmesinin sadece en yeni teknolojiyle ilgili olmadığını hatırlaması, insanların, kültürün, stratejinin ve süreçlerin yer aldığı köklerle başlaması gerektiğinin farkında olmalıdır.

3- İşletmeler başarılı bir dönüşüm gerçekleştirmek için öncelikle personelin yeteneklerini artırarak, ana noktaya nihai tüketici olarak tanımlanan müşterileri koymalıdır. Endüstri 4.0 çağına uyum sağlamış kalifiyeli çalışanlarla birlikte odak noktaya insanın alınması ile kısa sürede gelirlerde, pazar payında, , karlılıkta artış sağlanır (Davutoğlu vd., 2017).

4- Endüstri 4.0'ın temel konularından biri olan yazılım konusu önem arz etmektedir. Endüstri 4.0 çağının öngördüğü üretim ortamının hızlı bir geçiş yapılabilmesi için yazılım konusunda araştırmalar yapılarak, uzman personel yetiştirilmelidir.

5- Endüstri 4.0, otomatikleştirilemeyen yerler için kalifiye işçi gerektirecektir. Bilgi tabanlı uzmanlar ve karar vericiler, dijital ve analitik becerilere sahip kişiler, örneğin sistem planlamacıları, mühendisler veya koordinatörler büyük talep görecektir. Bu kapsamda işletmeler endüstri 4.0 ile ortaya çıkacak yeni işgücü ihtiyaçlarına hazırlıklı olmalıdır.

6- İşletmeler endüstriyel internet uygulamalarına yatırım için mali açıdan hazırlıklı olmalıdır.

7- Veri hacimlerini organize etme, analiz etme ve etkin bir şekilde kullanma becerisi, dijitalleşme için çaba gösteren şirketlerin başarısı için çok önemlidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde şirketler, bilgi sızıntılarına karşı önlemler almalıdır.

8- İşletmelerin ele alması gereken bir başka noktada devam eden iklim değişikliği ve doğal kaynak kıtlığıdır ve bu da otomatik sürdürülebilir çözümlere duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (Hecklaua, 2016).

9- Endüstri 4.0 çağına uyum sağlamak için işletmeler değişim ile ilgili stratejiler planlarken müşteriler ile çalışanlar arasındaki dijital ve geleneksel davranışların

geçişlerini unutmada değişimi sağlamalıdır. Çünkü üretim süreçlerinde her ne kadar robotlar yer alacak olsa da onları yönetecek olanlar insanlardır (Davutoğlu vd., 2017).

10- Şirketin geleceği ve başarısı, uygulayacağı teknolojiye bağlı olduğundan teknik sağlayıcının seçimi de büyük önem taşımaktadır (WEB\_18). İşletmenin Endüstri 4.0 çağı ile ilgili dönüşümünün, işletme amacına hizmet edecek şekilde olması doğru seçilmiş danışmanlık ve rehberlik hizmetine bağlıdır (Davutoğlu vd., 2017).

11- Bir ağ içindeki makineler, sistemler ve yazılımlar arasında veri alışverişi sağlamak için standartlar çok önemlidir. Kurallar ve düzenlemeler, standartlaştırılmış terimler ve tanımlar, kalkınma, çevrenin ve ekipmanın korunması için güvenli bir temel oluşturur (Adolph, 2016). Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanacak şirketler söz konusu kurallar ve düzenlemelere uymalıdır.

12- Tüm iş süreçlerini teknolojiye dayandırmak da büyük bir risk olarak algılanmaktadır, zira sistemin ani başarısızlığı veya kilitlemeleri, şirketin itibarını ve marka imajını zedeleyerek ciddi sonuçlara yol açabileceğinden şirketler dijitalleşme aşamalarında doğru kararlar vermelidir (Wanga, 2015).

13- Endüstri 4.0, yetenekli ve dijital olarak gelişmiş bir işgücü gerektirir. Bu nedenle hem bireysel çalışan düzeyinde hem de kuruluş içinde bir bütün olarak yeni yetkinlikler geliştirilmelidir. Çözüm, işçilerin işin içeriğini değiştirmelerine yardımcı olacak ve onlara kısa vadeli ve beklenmedik aktivitelerle ilgili bilgi verebilecek dijital dünyanın gereksinimlerine uyarlanmış sertifikalı eğitim kurslarının oluşturulması olabilir (MacDougall, 2014).

14- Yüksek teknolojik yatırımlar, işletmelerin dijital girişim inşa etmelerini engellememelidir, çünkü yeni teknolojinin benimsenmesi maliyet düşürücü potansiyellerin artmasıyla takip edilebilecektir (WEB\_19). Endüstri 4.0, şirketin dijitalleşmesinin iki yolunu kabul ediyor. Bunlardan ilki mevcut sistemin uyarlanması, diğeri ise tamamen yeni altyapının kurulmasını gerektiriyor (WEB\_6). En mantıklı yaklaşımı tanımlamak için, şirketler mevcut durumlarını analiz etmeli ve uzun vadeli pazar avantajı sağlayacak doğru seçimi yapmalıdır. Bir karar verirken, çoğu imalat şirketi için maliyet ve masraflar çok önemli faktörlerdir. Bu yüzden kapsamlı bir analiz yapmak ve mevcut sistemlerin ve ağların değiştirilip kullanılabileceğini belirlemek önemlidir.

15- Siber saldırılar riskini en aza indirmek için şirketler, değer zinciri boyunca özel risk yönetimi ve uygun güvenlik stratejisi uygulamalıdır (WEB\_6). Örneğin, üreticiler çalışanlara benzersiz tanımlayıcılarla yükleyebilir, bu da malzemelerin yanlış yerleştirilme riskini azaltacağı gibi, hırsızlık ve taklit olanakları da azaltabilir (WEB\_20).

16- Transformasyonu aktif olarak şekillendirmek için, üreticiler ve sistem tedarikçileri, endüstri 4.0 teknolojilerini kucaklamak için kararlı adımlar atmalıdırlar.

17- Üreticiler, üretim süreçleri arasında öncelikleri belirlemeli ve işgücünün yeterliliklerini şu şekilde geliştirebilir:

a. İyileştirme, verimlilik, hız ve kalite gibi ana faktörler belirlenmelidir. Daha sonra Endüstri 4.0 teknolojilerinin belirlenen bu faktörleri nasıl etkileyeceği düşünülmelidirler.

b. Uzun vadeli etkileri analiz etmek amacıyla iş gücü konusunda stratejik işgücü planlaması yapılmalıdır. İş gücünü, gerekli olacak ilave bilgi teknolojileri becerileri ile hazırlamak için roller, işe alımlar ve mesleki eğitim düzenlenmelidir.

18- Sistem tedarikçileri uzun vadeli endüstri evrimine dair senaryo temelli bir vizyon oluşturmalı ve stratejilerinin onları en olası senaryolar için hazırlamasını sağlamalıdır.

19- İşletmeler teknolojik altyapılarını yükseltmelidir. Altyapı, işletmelerin gerçek zamana yakın verilere dayanmasına yetecek kadar hızlı, güvenli ve güvenilir olmalıdır.

20- Okul müfredatı, eğitim ve üniversite programları uyarlanmalı ve iş gücünün bilgi teknolojileri ile ilgili becerilerini ve inovasyon yeteneklerini arttırmak için girişimci yaklaşımları güçlendirilmelidir.

Sonuç olarak, işletmeler için Endüstri 4.0 devrimi ile ilgili bir dönüşüm yaratılacaksa, gerekli hukuki altyapılarda oluşturularak, ulusal alanda geçerliliği olan AR-GE merkezleri kurulmalı ve devlet desteği sağlanmalıdır. Türkiye’de Endüstri 4.0 çağının getirdiklerinden doğru şekilde faydalanmak için ulusal stratejilerini belirledikten sonra kendi yapısına uygun bir plan yapmalıdır. Türkiye endüstri alanında önceliklerini belirleyerek doğru yatırımlarla kendi vizyonunu oluşturmalıdır.



## KAYNAKLAR

Acar, Z., akmak, E., (2013), “*Depolama ve Depo Yönetimi*”, Nobel Yayınevi 2.Basım.

Acar, Z., Köseoğlu, M., (2014), “*Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi*” Nobel Yayınları.

Adolph, L., Anlahr, T., Bedenbender, H., Bentkus, A., (2016), “*German standardization roadmap: Industry 4.0*”.

Alçın, S., (2016), “*Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0*”, Journal of Life Economics, Sayı 8, ss. 19-30.

Askin, R.G., Goldberg, J.B., (2002), “*Design and Analysis of Lean Production Systems*”, NewYork.

Aşıcı, Ö., Tek, B., (1985), “*Fiziksel Dağıtım Yönetimi*”, İzmir, ss. 67.

Ayanoğlu, M., (2005), “*Üretim Yönetimi (Ders Notları)*”, Sakarya Kitabevi, Adapazarı.

Ayaz, U., (2007), “*Lojistik Yönetiminde Operasyonel Kayıpların Ölçümü ve Bir Uygulama*”, İstanbul.

Bagheri, B., Yang, S., Kao, H., Lee, J., (2015), “*Cyber-physical System Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment*”.

Bakoğlu, R., Yılmaz, E., (2001), “*Tedarik Zinciri Tasarımının Rekabet Avantajı Yaratması Açısından Değerlendirilmesi: Fast Food Sektörü Örneği*”, ss. 173-185.

Baltacıoğlu, T., Demirbağ, M., (2003), “*Lojistik Yönetimine Genel Bakış*”, Ege Lojistik ve Denizcilik Konferansı.

Basu, R., Wright, J.N., (2008), “*Total Supply Chain Management, Oxford: Butterworth-Heinemann*” ss. 8.

Birdoğan, B., (2004), “*Lojistik Yönetimi ve Sektör Analizi*”, Lega Kitabevi, Trabzon.

Bowersox, D.J., Closs, D.J., (1996), “*Logistical Management: The integrated Supply Chain Process*”, McGraw-Hill, New York.

Bowersox, D.J., Closs, D.J., Cooper, M.B., (2002), “*Supply Chain Logistics Management*”, McGraw-Hill Higher Education, New York.

Bozkurt, Ü.İ., Durdu, A., (2016), “*Akıllı Fabrikalarda Dağıtılmış Kontrol Sistemleri Uygulaması ve RFID Yaklaşımı*”.

Bradley, J.M., Atkins, E.M., (2015), “*Optimization and Control of Cyber-Physical Vehicle Systems, Sensors*”.

Bronack, S.C., (2011), “*The Role of Immersive Media in Online Education*”, Journal of Continuing Higher Education, ss. 113–117.

BTSO, (2007), “*Stok Yönetimi*”, Bursa Ticaret ve Sanayi Odası, Bursa, ss. 20.

Bungartz, H.J., Zimmer, S., Buchholz, M., Pflüger, D., (2014), “*Modeling and Simulation: An Application-Oriented Introduction*”, Springer Verlag Berlin Heidelberg.

Burian, A., Vehviläinen, M., Kangas, J., (2016), “*Camera Barcode Reader with Automatic Localization, Detection of Orientation and Type Classification. Computers and Simulation in Modern Science*”, 1(1790-2769), pp.214-219.

Cackett, D., (2013), “*Information Management and Big Data, A Reference Architecture*”, White paper. Redwood Shores: Oracle Corporation.

Can, T., Koçak, H., (2006), “*Envanter Problemlerinin Geometrik Programlama Metodu ile Analizi*”, Marmara Üniversitesi Muhasebe-Finansman Araştırma ve Uygulama Dergisi, Analiz, Cilt:7, Sayı:16, ss.74.

Cemalcılar, İ., (1994), “*Pazarlama Kavramlar-Kararlar*”, Beta Basım, İstanbul, ss. 174.

Chai, D., Hock, F., (N.D.), (2014), “*Locating and Decoding EAN-13 Barcodes from Images Captured by Digital Cameras 5th International Conference on Information Communications & Signal Processing*”.

Ceran, Y., Alagöz, A., (2007), “*Lojistik Maliyet Yönetimi: Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Muhasebesi*”, Yönetim Bilimleri Dergisi.

Chase, R.B., Aquilano, N.J., Jacobs, F.R., (1998), “*Production and Operations Management: Manufacturing and Services*”, Eight Edition, McGraw Hill.

Christopher, M., (2011), “*Logistics and Supply Chain Management*”, 4. Baskı, Pearson Education, London.

Çalışkan, C., (2001), “*Tedarik Zinciri Yönetimi ENM 525*”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Endüstri Mühendisliği Üretim Yönetimi Sistemleri Seminer, Ankara.

Çancı, M., (2004), “*Üretim Sektörü ve Lojistik*”, *Dünya Perşembe Rotası Deniz Ticareti ve Lojistik Gazetesi*”, Dünya Gazetesi Sayı:2.

Çancı, M., (2014), “*Satın Alma ve Tedarik Zinciri Yönetimi, Analiz, Strateji, Planlama ve Uygulama*”, 5.Basımdan Çeviri, ss. 8-9.

Çancı, M., Erdal M., (2009), “*Lojistik Yönetimi*”, UTİKAD, İstanbul.

Çancı, M., Erdal, M., (2002), “*Üç Kıtanın Geçiş Noktası: TÜRKİYE Lojistik Fırsatlar ve Sorunlar*”, UTA, ss.44–50.

Çancı, M., Erdal, M., (2003), “*Lojistik Yönetimi*”, Uluslararası Taşımacılık ve Hizmet Üretenler Der.Yay., Erler Matbaası, 2.Baskı, İstanbul, ss. 35.

Çelikleş, M.S., Sonlu, G., Özgel, S., Atalay, Y., (2015), “*Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası*”. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi, ss. 24-34.

Çeliktaş, M.S., Sonlu,G., Özgel, S., Atalay, Y., (2018), “*Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası*”, Mühendis ve Makine Dergisi, Cilt:56, Sayı:662, ss. 26.

Çevik, C., (2012), “*Lojistik Yönetiminde Stok Kontrolü ve Dinamik Stok Kontrol Modellerinin Karşılaştırmalı Olarak Bir İşletmede Analizi*”, Yüksek Lisans Tezi, M.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çiftçiabaşı, M., (2009), “*RFID Sistemlerde Güvenlik Açıkları ve Çözüm Yolları*”, STM A.Ş. Elektrik Mühendisliği Sayı: 437.

Dan R., Nada S., (2004), “*Operations Management: An Integrated Approach*”, 2nd Edition ,John Willey&Sans Inc., s.29.

Davenport, T., (2014), Big Data@Work, Türk Hava Yolları Yayınları, İstanbul.

Davutoğlu, N.A., Akgül, B., Yıldız, E., (2017), “*İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık İle Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişim Sağlamak*”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 5, Sayı: 52, ss. 544-567.

Delello, J.A., (2014), “*Insights From Pre-Service Teachers Using Science-Based Augmented Reality*”, Journal of Computers in Education, ss. 295–311.

Demir, H., Gümüšoğlu, Ş., (2009), “*Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi)*”, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.

Demircioğlu, M. (2009), “*Araç Rotalama Probleminin Sezgisel Bir Yaklaşım İle Çözümlemesi Üzerine Bir Uygulama*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Denizhan, B., (2005), “*Manufacturing Logistics: Reference Model*”, Third International Logistics&Supply Chain Congress, İstanbul.

Derici, R., (2005), “*Tedarik Zinciri Yönetiminde Risk Yönetimi Yaklaşımı*”, Uluslararası Lojistik Kongresi, İstanbul, ss. 7.

Dilworth, J.B., (1993), “*Production and Operations Management: Manufacturing and Services*”, Fifth Edition, McGraw-Hill, New York.

Doğan, İ., (1995), “*Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları*” Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.

Doğan, K., Arslantekin, S., (2016), “*Büyük Veri: Önemi, Yapısı Ve Günümüzdeki Durum*”.

Doğruer, M., (2005), “*Üretim Organizasyonu ve Yönetimi*”, Alfa Basım Yayım, İstanbul.

Droneware Technology Corp (n.d.), (2016), “*Method and Apparatus For Warehouse Cycle Counting Using A Drone*”.

Duman, A., (2012), “*Lojistiğin Uluslararası Pazarlamada Rekabetsel Üstünlük Sağlamadaki Önemi ve Bir Uygulama*” Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ege Bölgesi Sanayi Odası-EBSO, (2015), “*Sanayi 4.0*”, Araştırma Müdürlüğü.

Ege, M., (2014), “*Endüstri 4.0 Devrimi Kapıda mı?*”, Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs Sayısı.

Eker, Ö., (2006), “*Lojistik Yönetimi ve Tedarik Lojistiği Sürecinde Performansın Arttırılması*”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EKO-IQ Dergisi-Özel Sayı, (2014), “*Endüstri 4.0-Akıllı Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi*”, ss. 4-5.

Ekonomik Forum Dergisi, (2016), Sayı: 259, ss. 17.

Erkiletlioğlu, A., (2000), “*Askeri Lojistik Politikalarının Belirlenmesinde Analitik Şebeke Yönetimi*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, , s.26.

Ersoy, M.Ş., (2008), “*Türkiye’de Adım Adım Lojistik*”, Logistical Dergisi, Sayı:2.

Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2016), “*Sanayi 4.0 Dönüşümü Nedir? Belirlemeler ve Beklentiler*”, Global Sanayici Dergisi.

Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “*Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar*”, İstanbul University Journal of the School of Business İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi Vol/Cilt: 46, No/Sayı:2, ss. 211-223.

Fırat, O.Z., Fırat, S.Ü., (2017), “*Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar*”, *Küresel Gelişmeler ve Türkiye, Toprak İşveren Dergisi*, Sayı:114, s.10-23.

Frederick, W.D., (2008), “*Tax Savvy for Small Business*”, Delta Printing Solutions INC, 20th Edition, The USA.

Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “*IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü*”.

Gabaçlı, N., Uzunöz, M., (2017), “*Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Kitabı*”, Cilt:2 ss. 149.

Geisberger, E., Broy, M., (2012), “*Agenda CPS, Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (Acatech Studie)*”, Acatech–Deutsche Akademie Der Technikwissenschaften, Munich.

Gençyılmaz, G., (1988), “*Stok Sistemlerinin Yönetimi I*”, İ.Ü. İşletme Fakültesi Üretim Anabilim Dalı, İstanbul.

Genelkurmay Başkanlığı, (2004), “*Değişen ve Gelişen Çağda Lojistik*”, Genelkurmay Basım Evi, Ankara.

Giannoccaro, I., (2003), “*A Fuzzy Echelon Approach For Inventory Management In Supply Chains*”, European Journal of Operational Research.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M., (2013), “*Internet Of Things (Iot): A Vision, Architectural Elements, And Future Directions, Future Generation Computer Systems*”, Cilt: 29, Sayı: 7, ss. 1645-1660.

Gülenç, İ.F., Karagöz, B., (2008), “*E-lojistik ve Türkiye’de E-lojistik Uygulamaları*”, Kocaeli Üniversitesi SBE Dergisi, ss. 73-91.

Gümüş, Y., (2009), “*Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejileri ve İşletme Karı İle Olan İlişkisi*”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Sayı:41.

Günay, S., (2005), “*Lojistik Yönetim ve Stok Kontrolünde Silver-Meal Modelinin Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.

Harp Akademileri Yayınları, (2014), “*Lojistik Eniyileme (Optimizasyon) Paneli*”, İstanbul.

Harrod, L.M., Prytherch, R., (2005), “*Harrod’s Librarians’ Glossary and Reference Book*”.

Hecklaua, F., Galeitzkea, M., Flachsa, S., Kohl, H. (2016), “*Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Procedia CIRP*”.

Heng, S., (2014), “*Industry 4.0: Upgrading of Germany's Industrial Capabilities on the Horizon*”.

Hıçkın, A.S., (2002), “*Lojistik ve Ulaştırma Hizmetlerinde Optimal Stok Planlama Yönetimi*”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi.

Hofmann, E., Rüşch, M., (2017), “*Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics*”.

Holweg, M., Miemczyk, J., (2003), “*Delivering the 3-day Car the Strategic Implication for Automotive Logistics Operations*”, Journal of Purchasing & Supply Management.

Hua, F., Lua, Y., Vasilakos, A.V., Hao, Q., Maa, R., Patil, Y., Zhang, T., Lu, J., Li, X., Xiong, N.N., (2016), “*Robust Cyber-Physical Systems: Concept, Models and Implementation, Future Generation Computer Systems*”, Sayı: 56, ss 449-475.

İçten, T., Bal, G., (2017), “*Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi*”.

İlyasoğlu, E., (1983), “*Üretim Sistemlerinin Yönetimi*”, Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Yayın ve Yardım Vakfı Yayınları, 2.Baskı, İstanbul.

İren, D., (2017), “*Dördüncü Endüstri Devrimi Sanayinin Dijitalleşmesi. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu*”.

Jahre, M., Hatteland, C.J., (2004), “*Packages and Physical Distribution*”, International Journal of Physical Distribution & Logistic Management, ss.123.

Jänicke, M., Jacob, K., (2009), “*A Third Industrial Revolution Solutions? To The Crisis Of Resource-Intensive Growth*”.

Kagermann, H., Lukas, W., Wahlster, W., (2011), “*Industrie 4.0 –Mit Dem Internet Der Dinge Auf Dem Weg Zur 4. Industriellen Revolution*”, VDI Nachrichten, Berlin.

Karahan, G., Köseoğlu, M.A., (2018), “*İnsansız Hava Aracı ile Depo Sayım Sisteminin Stok Kontrolüne Etkileri*”.

Keskin, M. Hakan, T.Y., (2008), “*Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi (Geçmiş, Değişimi, Bugünü, Geleceği)*”, Nobel Yayınları, Ankara.

Kırkan, V., Doğan, O.Ö., Erkan, A., Karahalil, M., (2017), “*Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu MÜSİAD Lojistik Raporları*”.

Klemedam, G., Krasser, M., Reischböck, M., (2016), “*The Cellular Approach: Smart Energy Region Wunsiedel, Testbed For Smart Grid, Smart Metering And Smart Home Solutions*”, Electrical Engineering, Cilt: 98, Sayı: 4, ss. 335-340.

Kobu, B., (2003), “*Üretim Yönetimi*”, Beta Yayınevi, İstanbul.

Kobu, B., (2005), “*Üretim Yönetimi*”, Beta Yayınevi, 12. Baskı, İstanbul.

Kobu, B., (2006), “*Üretim Yönetimi*”, Beta Yayınları, İstanbul, ss. 214.



- Kobu, B., (2014), “*Üretim Yönetimi*”, Beta Yayınevi, 17. Baskı, İstanbul.
- Koca, S., (2001), “*Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Taşıma Sisteminin İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kodal, D., (2010), “*Çok Adımlı Geçiş Olasılıkları İle Pazar Payı Tahmini ve Stok Kontrolü*”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Korkmaz, Ö., (2001), “*Üretim Kaynakları Planlaması ve İşletmelerdeki Uygulamaları*”, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Küçük, O., (2009), “*Stok Yönetimi Amprik Bir Yaklaşım*”, Seçkin Yayıncılık, Ankara, ss. 84.
- Küçükkalay, A.M., (1997), “*Endüstri Devrimi ve Ekonomik Sonuçlarının Analizi*”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
- Lambert, D.M., Stock, J.R., Ellram, L.M., (1998), “*Fundamentals of Logistics Management*”, Mc Graw Hill, Irwin.
- Leahy, S., Murphy, P ., Poist, R.F., (1995), “*Determinist of Succesful Logistical Relationships, A Third Party Provider Perspective, Transportation Journal, Winter*”.
- Lee, J., (2015), “*Industrial Big Data Analytics and Cyber-Physical Systems for Future Maintanance&Service Innovation*”, Procedia CIRP, Sayı: 38, ss. 3-7.
- Lee, J., Kao, H., Yang, S., (2014), “*Service İnnovation And Smart Analytics For Industry 4.0 And Big Data Environment*”.
- Liao. Y., Deschamps, F., Loures, E.F.R., Ramos, F.P., (2017), “*Present And Future Of Industry 4.0- A Systematic Literature Review And Research Agenda Proposal, International Journal Of Production Research*”, 3609-3629, DOI: 10.1080/00207543.2017.1308576.
- Long, D., (2004), “*International Global Supply Chain Management*”, ss. 4.

MacDougall W., (2014), “*Industry 4.0 Smart manufacturing for the future. Germany Trade and Invest*”.

Macit, İ., (2017), “*Kurumsal Kaynak Planlamasının Endüstri 4.0 Kazanımları: Bir Yapısal Çatı Modeli Önerisi, Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*”, Cilt:2, Sayı:1, ss. 50-60.

Magee, J.F., Copacino, W.C., Rosenfield, D.B., (1985), “*Modern Logistic Management: Integration Marketing, Manufacturing and Physical Distribution*”, John Wiley and Sons, New York, USA.

Maraşlı, F., Çıbuk, M., (2015), “*RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları*”.

Mcneil, W., (1994), “*Dünya Tarihi*”, İmge Kitapevi, Ankara, ss. 465.

MEGEP, (2009), “*Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*”, Ulaştırma Hizmetleri ve Lojistik Yönetimi, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, ss. 30.

Muller, M., (2011), “*Essentials of Inventory Management*”, American Management Association, NewYork.

MÜSİAD, (2017), “*Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği*”, 2017 Lojistik Sektör Raporu.

Naik, C.V., (2004), “*Fuzzy C-means Clustering Approach to Design Warehouse Layout*”, Master of Science Thesis, University of South Florida Collage of Engineering, Florida.

Nalçakan, M., (2012), “*Lojistik İlkeler*”, Anadolu Üniversitesi Yayını, No:2517, Eskişehir, ss. 209.

Ning, H., (2016), “*Cybermatics: Cyber-Physical-Social-Thinking Hyperspace Based Science and Technology*”, Generation Computer Systems, Sayı: 56, ss. 504-522.

Orhan, O., (2003), “*Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi*”, Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Yay., Mega Ajans, İstanbul.

Öksüz, M.K., Öner, M., Öner, S.C., (2017), “*Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi*”.

Ören, T., Tuncer Ü., Çölkesen, R., (2006), “*Türkiye Bilişim Ansiklopedisi*”, Papatya, İstanbul.

Özçakar, N., (2007), “*Stokastik Stok Kontrol Politikalarının Poliüretan Sektöründe Markov Karar Süreci Yardımıyla Karşılaştırılması*”, İ.Ü. İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi, Sayı:56, İstanbul.

Özdemir, A., (2012), “*Lojistik İlkeler*”, Anadolu Üniversitesi Yayını, No: 2517, Eskişehir, ss. 95.

Özgen, H., Öztürk, A., Yalçın, A., (2001), “*Temel İşletmecilik Bilgisi*”, Nobel Kitabevi, Adana.

Özkan, Ş., (2005), “*Yöneylem Araştırması, Nicel Karar Teknikleri*”, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Özsoylu, A.F., (2017), “*Endüstri 4.0*”, Çukurova Üniversitesi İİBF, Cilt:21, Sayı:1, ss. 41-64.

Öztürk, A., (2001), “*Yöneylem Araştırması*”, 7.Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.

Pal, P., Schantz, R., Rohloff, K., Loyall, J. (2009), “*Cyber Physical Systems Security Challenges And Research Ideas, In Workshop on Future Directions in Cyber-physical Systems Security*”.

Pamuk, N. S., Soysal, M., (2017), “*Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme*”.

Pan, M., (2015), “*Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco-industrial Park*”, Energy Procedia,ss. 1536-1541.

Parıyar, K., (2014), “*Process of Detecting Barcodes Using Image Processing International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*”, 2.7.

Perazzo, P., Sorbelli, F., Conti, M., Dini, G. and Pinotti, C., (2017), “*Drone Path Planning for Secure Positioning and Secure Position Verification*” IEEE Transactions on Mobile Computing, 16(9), pp.2478-2493.

Porter, M.E., (1985), “*Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*”, Free Press, USA.

Qin, J., Liua, Y., Grosvenora, R., (2016), “*A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond*”.

Redclift, M.R., (2005), “*Sustainable Development (1987–2005): An Oxymoron Comes Of Age*”, Cilt: 13, Sayı: 4, ss. 212-227.

Richard, T.A., (2014), “*Professional Marketing and Advertising Essays and Assignments*”.

Roblek, V., Meško, M., Krapež, A., (2016), “*A Complex View of Industry 4.0*”, SAGE Open, Cilt: 6, Sayı: 2, ss. 1-11.

Rohrig, C., Spieker, S., (2008)., “*Tracking of transport vehicles for warehouse management using a wireless sensor network*”, 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems.

Rübmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., Harnisch, M., (2015), “*Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*”.

Santana, L., Brandao, A., Sarcinelli-Filho, M. and Carelli, R., (2014). “*A trajectory tracking and 3D positioning controller for the AR.Drone quadrotor*”, 2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS).

Schroeder, R.G., (1993), “*Operations Management: Decision Making in the Operations Functions*”, Fourth Edition, McGraw-Hill, New York.

Schwab, K., (2016), “*Dördüncü Sanayi Devrimi*”, (Z. Dicleli, Çev.), Pasifik, İstanbul.

Sezen, B., (2004), “*Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi Problemleri için Elektronik Tablolar Yardımı ile Simülasyon Uygulaması*”, Yönetim ve Ekonomi Makalesi, Cilt:11 Sayı:1.

Sezgin, T., (2008), “*Lojistik Kavramı ve Türkiye’deki Uygulamaları*”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sezginer, B., (1999), “*Envanter Planlama ve Kontrol Modellerinin İşletmelerde Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Soyuyüce, E., Hünkar, T., Tabanlıoğlu, S., (2015), “*Veri Tabanı Nedir? Veri Tabanının Oluşum Süreci*”, ULAKBİM Sempozyumu.

Sözbir, N., Kaymaz, A.R., Fidancı, T., (2003), “*Maliyet Muhasebesi*”, Eğitim ve Bilimsel Araştırmalar Vakfı Yayını, Ankara.

Stock, G., Seliger, M., (2016), “*Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0*”.

Stock, J.R., Lambert, D.M., (1993), “*Strategic Logistics Management*”, Homewood, Irwin.

Sulak, H., (2008), “*Stok Kontrolü ve Ekonomik Sipariş Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar: Ödemelerde Gecikmeye İzin Verilmesi Durumu ve Bir Model Önerisi*” Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Şimşek, T., Kent, E., Çınar, H., Bayeamusta, M., Baycan, C., Sivas, G., Güngören, U., Akbaş, S., Özlü, O., Özer, T., Bayrak, M., Özkaya, Ö., (2016), “*Yeni Devrim: Endüstri 4.0*”, Siemens Dergisi.

Taha, E., Tokur, İ., Akar, H., (2017), “*Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu*”.

Tanyaş, M., (2005), “*Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi*”, 3 Gen Dergisi, Bilimsel Makaleler, İstanbul.

TEK, B., (1996), “*Pazarlama İlkeleri*”, Cem Ofset, İzmir, ss. 65.

Tekin, M., (1996), “*Üretim Yönetimi*”, Günay Ofset, Cilt 2, Konya.

Tekin, M., (2003), “*Üretim Yönetimi*”, Günay Ofset, Cilt 2, Konya.

Tersine, J.R., (1984), “*Principles of Inventory and Material Management*”, Elsevier Pub.Co., New York.

Thobena, K.D., Busseb, M., Denkenac, B., Gausemeierd, J, (2014), “*Editorial System-Integrated Intelligence-New Challenges for Product and Production Engineering in the Context of Industry 4.0*” Procedia Technology, vol. 15, pp.1–4.

Timur, N., (1988), “*Sanayi İşletmelerinde Lojistik Faaliyetlerin Organizasyonu*”, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:266, Eskişehir, ss. 2.

Torlak, Ö., Altunışık, R., Özdemir, Ş., (2002), “*Modern Pazarlama, Değişim Yayınları*”, İstanbul.

Tunçbilek, M., (2002), “*Lojistik Hayati Bir Konu*”, 3D Lojistik Dergisi, ss. 42.

TÜBİTAK, (2016), Bilim Teknik Yüksek Kurulu 29. Toplantısı “*Akıllı Üretim*”.

Türk Döküm Dergisi, (2012), Sayı:23, ss. 43.

Uglovskaja, E., (2017), “*The New Industrial Era Industry 4.0 & Bobst company case study*”.

Wang, L., Törngren, M., Onori, M., (2015), “*Current Status and Advancement of Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Journal of Manufacturing Systems*”, Sayı: 37, ss. 517-527.

Wang, S., Wan, J., Li, D., Zhang, C., (2015), “*Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*” ss. 521.

Wanga, S., Wana, J., Zhangb, D., Lia, D., Zhanga, C., (2015), “*Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination*”, Computer networks, ss. 158-168.

Waters, D., (2003), “*Formulating a logistics strategy. J. Colin, & N. Fabbe-Costes içinde, Global Logistics and Distribution Planning*”, London: Kogan Page, ss. 82-83.

WEB\_1, Köse, T., (2014), “*Lojistiğin Tarihi Süreci*”, Web Site, <http://www.yazarport.com/yazi/25678/lojistigin-tarihi-sureci>, E.T. 20/09/2018.

WEB\_2, Altaş, Y., (2005), “*Lojistik Süreçlerinde Dış Kaynak Kullanımı: 3. Parti Lojistik Servis Sağlayıcıları*”, Web Site, <http://www.tekofaks.com.tr>, E.T. 27/08/2018.

WEB\_3, Geliş, H., Ersoy, A.R., “*Endüstri 4.0 Yolunda Siemens Endüstri 4.0 Yolunda*”, Web Site, <http://www.siemens.com.tr/dijitalfabrikalar>, E.T. 15/04/2018.

WEB\_4, Koch, V., Kuge, S., Schrauf, S., Geissbauer, R., (2014), “*Opportunities and challenges of the industrial internet. Strategy Available at*” Web Site, <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry-4-0.pdf>, E.T. 30/09/2017.

WEB\_5, McKinsey Digital, (2015), “*Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector*”, Web Site, [https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf), E.T. 17/04/2017.

WEB\_6, Deloitte, A.G., (2015), “*Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.*”, C [http://www.industrie2025.ch/fileadmin/user\\_upload/ch-en-delloite-industry-4-0-24102014.pdf](http://www.industrie2025.ch/fileadmin/user_upload/ch-en-delloite-industry-4-0-24102014.pdf), E.T. 05/10/2017.

WEB\_7, Geissbauer, R., Vedso, J., Schrauf, S., (2016), “*Industry 4.0: Building the digital enterprise. Global Industry 4.0 Survey. PWC. Available at*”, Web Site, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>, E.T. 30/09/2017.

WEB\_8, Pfohl, H., Yahsi, B., Kurnaz, T., (2015), “*The Impact of Industry 4.0 on the Supply Chain.* epubli GmbH. Available at”, Web Site, <https://hicl.org/publications/2015/20/31.pdf>, E.T. 30/09/2017.

WEB\_9, EBSO, (2015), “*Sanayi 4.0*”, Web Site, E.T. 06/08/2018., [http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40\\_81017283.pdf](http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_81017283.pdf).

WEB\_10, Yılmaz,G., “*Bilişimin yeni ufku: Büyük Veriler (Big Data)*”, Web Site, <http://www.kisi.deu.edu.tr/userweb/yilmaz.goksen/BigData.ppt>, E.T. 04/04/2018.

WEB\_11, Kutup, N., (2012), “*Nesnelerin İnterneti: 4H, Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne ile Bağlantı*”, Web Site, <http://docplayer.biz.tr/46253-Nesnelerin-interneti-4h-her-yerden-herkesle-her-zaman-her-nesne-ile-baglanti.html>, E.T. 06/04/2018.

WEB\_12, Yiğitbaşı, Z.H., (2012), “*Nesnelerin İnterneti ve Makineden Makineye Kavramları İçin Kilit Öncül- IPv6*”, Web Site, <http://www.ipv6.net.tr/docs/ipv6konf/pdf/15.pdf>, E.T. 06/04/2018.

WEB\_13, Bulut, C., “*Bilişim Nedir?*”, Web Site, <http://www.endustri40.com/bulut-bilisim- cloud-computing-nedir>, E.T. 08/04/2018.

WEB\_14, Kahraman, H., (2018), “*Bulut Bağlantılı Robotlar ve Endüstri 4.0*”, Web Site, <http://www.endustri40.com/bulut-baglanti-robotlar-ve-endustri-4-0>, E.T. 05/04/2018.

WEB\_15, Yalçınkaya, Ş., (2018), “*Robotlar ve Robotik Sistemler*”, Web Site, <http://www.bilgiustam.com/robotlar-ve-robotik-sistemler>, E.T. 12/04/2018.

WEB\_16, World Economic Forum, (2016), “*The Future of Jobs*”, Web Site, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FOJ\\_Executive\\_Summary\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf), E.T. 17/08/2017

WEB\_17, Eğer, Ö., (2018), “*Big Data'nın (Büyük Veri) Endüstriyel Kullanımı*”, Web Site, <http://www.endustri40.com/big-datanin-buyuk-veri-endustriyel-kullanimi>, E.T. 28/03/2018.



WEB\_18, Lopez Research LLC. 2013, (2016), “*An Introduction to the Internet of Things*”, [http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/trends/iot/introduction\\_to\\_io](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/introduction_to_io), E.T. 25/04/2017.

WEB\_19, Arnold, C., Kiel, D., Voigt, K., (2016), “*How Industry 4.0 changes business models in different manufacturing industries.*”, Web Site, [https://www.researchgate.net/publication/304494710\\_How\\_Industry\\_40\\_changes\\_business\\_models\\_in\\_different\\_manufacturing\\_industries\\_rewarded\\_with\\_ISPIM\\_Best\\_Student\\_Paper\\_Award](https://www.researchgate.net/publication/304494710_How_Industry_40_changes_business_models_in_different_manufacturing_industries_rewarded_with_ISPIM_Best_Student_Paper_Award), E.T. 17/12/2017.

WEB\_20, Goldenberg, S., Brown, J., Haid, J., Ezzard, J., (2016), “*3D opportunity and cyber risk management*”, Additive manufacturing secures the thread. Deloitte University, Web Site, <http://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/3d-opportunity/3d-printing-cyber-risk-management.html>, E.T. 30/09/2017.

Weyer, S., Meyer, T., Ohmer, M., Goreck, D., Zühlke, D., (2016) “*Future Modeling and Simulation of CPS-Based Factories: An Example From The Automotive Industry*”, IFAC-PapersOnLine, pp. 97–102.

Yazıcı, A., (2016), “*Endüstri 4.0 ve Otonom Robotlar*”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü ve Yapay Zeka ve Robotik Laboratuvarı”.

Yediyıldız, B., (1994), “*Tarih*”, MEB Yayınları, 2.Cilt, ss. 78.

Yıldız, A., (2018), “*Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar*”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

Yıldız, T., (2017), “*Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye’deki Mevcut Durum*”, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

Yıldıztekin, A., (2001), “*Dünya Perşembe Rotası Deniz Ticareti ve Lojistik Gazetesi*”, Dünya Gazetesi Eki, İstanbul, ss. 7.

Yıldıztekin, A., (2005), “*Lojistik Sektörü Büyüyor mu?*”, Dünya Gazetesi.

Yılmaz, M., (2009), “*Enformasyon ve Bilgi Kavramları Bağlamında Enformasyon Yönetimi ve Bilgi Yönetimi.*” Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, ss. 95-118.

Yin, S., Kaynak, O., (2015), “*Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends, Proceedings of the IEEE*”, Cilt: 103, Sayı: 2, ss. 143-146.

Yin, R.K., (2003), “*Case Study Research: Design and Methods. London: Sage Publications.*”

Zezulka, F., Marcon, P., Vesely, I., Sajdl, O., (2016), “*Industry 4.0-An Introduction In A Phenomenon*”.

Zhu, W., Owen, C., Li, H., Lee, J.H., (2004), “*Personalized in-store E-Commerce With Promopad: An Augmented Reality Shopping Assistant, Electronic Journal for Ecommerce Tools and Applications*”, ss. 1-19.

Zuehlke, (2010), “*SmartFactory-Towards a factory-of-things. Annual Reviews in Control*”.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gözde Hilal ZORLU

Doğum Yeri ve Tarihi : Uzunköprü/EDİRNE - 02.01.1991

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Yükseklisans : Okan Üniveristesi (2015 - 2018)

Lisans : Kara Harp Okulu (2009 - 2013)

Lise : Uzunköprü Muzaffer ATASAY Anadolu Lisesi  
(2005 - 2009)

### Çalıştığı Kurum/ Kurumlar ve Yıl

Türk Silahlı Kuvvetleri (2013 - )

### Projeler ve Yayınlar

Endüstri 4.0'ın Stok Kontrolüne Etkisi / Okan Üniversitesi.

Üretimde Endüstri 4.0 Kullanan İşletmelerde Stok Kontrol Yöntemleri / Global Business Research Congress (GBRC), May 24-25, 2018, Istanbul, Turkey.

İşletmelerde Endüstri 4.0'ın Stok Kontrol Yöntemlerine Etkisi/ Okan Üniversitesi.