T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ TEDARİK ZİNCİRİ VE İŞLETME PERFORMANSI ÜZERİNE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENES DOLU

Tez Danışmanı
DOÇ. DR. YENER PAZARCIK

ÇANAKKALE – 2023

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ TEDARİK ZİNCİRİ VE İŞLETME PERFORMANSI ÜZERİNE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Enes DOLU

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Yener PAZARCIK

Çanakkale – 2023

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Enes DOLU tarafından Doç. Dr. Yener PAZARCIK yönetiminde hazırlanan ve **02/05/2023** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zinciri Ve İşletme Performansı Üzerine Değerlendirilmesi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Uluslararası Ticaret Ve Lojistik Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Doç. Dr. Yener PAZARCIK (Danışman)	……
Prof. Dr. Pelin KANTEN	……
Doç. Dr. Yavuz Tansoy YILDIRIM	…….

Tez No : 10541068
Tez Savunma Tarihi : 02/05/2023

……
Doç. Dr. Yener PAZARCIK
Enstitü Müdürü

../../20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Enes DOLU
02/05/2023

ÖNSÖZ

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Yener PAZARCIK'a, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen Canberk ERÇİN'e, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım."

Enes DOLU

Çanakkale, Mayıs 2023

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ TEDARİK ZİNCİRİ VE İŞLETME PERFORMANSI ÜZERİNE DEĞERLENDİRİLMESİ

Enes DOLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Yener PAZARCIK
02/05/2023, 120

Tarihte, 18.yy'ın sonlarında başlayan ilk sanayi devriminin başlangıcıyla gelişen bu süreçte müşteri taleplerinin değişmesi, rekabetin artması ve teknolojinin gelişmesiyle yeni sanayi devrimleri ortaya çıkmıştır. İlk olarak 2011 yılında Almanya'da adını duyuran Endüstri 4.0 yani dördüncü sanayi devrimi süreci gün geçtikçe adından daha fazla söz ettirmeye başlamıştır. Pek çok ülke ve sektör için yeni bir dönemi ifade eden Endüstri 4.0, gelişen teknolojiye entegre sistemleri kapsayarak daha sürdürülebilir, hata payının düşük olduğu ve maliyeti azaltmaya yönelik süreçleri beraberinde getirmektedir.

Tez araştırması kapsamında Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine değerlendirilmesini vurgulamak amaçlanmaktadır. Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri süreçlerine ve bu bağlamda işletme performansına ne kadar etki ettiğini, işletmelerin Endüstri 4.0 doğrultusunda kullandığı sistemlerden aldığı verimi ölçmek ve verilerle ortaya çıkarmak araştırmanın temel amacıdır.

Çalışma nitel olmakla birlikte İstanbul ilinde faaliyet gösteren sanayi işletmeleri, lojistik firmaları ve fabrikalarda gerçekleştirilen mülakatlar ile Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine değerlendirilmesi açıklanmıştır. Böylece sistemlerini Endüstri 4.0'a entegre etmek isteyen işletmelere süreç ve sonuçlar hakkında fikirler vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Tedarik Zinciri, İşletmecilik, Endüstri 4.0 Bileşenleri

ABSTRACT

THE EVALUATION OF INDUSTRY 4.0 APPLIES ON SUPPLY CHAIN AND BUSINESS PERFORMANCE

Enes DOLU

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

International Trade and Logistics Master's Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Yener PAZARCIK

02/05/2023, 120

In this process, which developed with the beginning of the first industrial revolution, which began at the end of the eighteenth century, new industrial revolutions emerged with the change of customer demands, the increase of competition and the development of technology. Industry 4.0, which first announced its name in Germany in 2011 so the Fourth Industrial Revolution process, has started to mention its name more and more every day. Industry 4.0, which represents a new era for many countries and sectors, provides a lower margin of error, less cost and a more sustainable process.

As a result of this thesis research, it is aimed to highlight the evaluation of Industry 4.0 applies on supply chain and business performance. The main aim of the research is to measure the efficiency of the systems used by enterprises in line with Industry 4.0 and to reveal the extent to which Industry 4.0 applications affect supply chain processes and business performance in this context.

Although the study is qualitative, interviews conducted in industrial enterprises, logistics companies and factories operating in Istanbul province explain the impact of Industry 4.0 on supply chain and business performance. In this way, it is aimed to give ideas about processes and results to businesses that want to integrate their systems into Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0, Supply Chain, Business Administration, Industry 4.0 Components

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI……..…….... i
ETİK BEYAN……. ii
TEŞEKKÜR…… iii
ÖZET ……..…….. iv
ABSTRACT ……... v
İÇİNDEKİLER ……..…… vi
SİMGELER ve KISALTMALAR…….....……. ix
TABLOLAR DİZİNİ…….…. x
ŞEKİLLER DİZİNİ……..……...…….….. xi

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

İKİNCİ BÖLÜM
LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Endüstri 4.0 Kavramının Tanımı……. 5
2.2. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi…… 9
2.2.1. Birinci Sanayi Devrimi…….. 10
2.2.2. İkinci Sanayi Devrimi……. 12
2.2.3. Üçüncü Sanayi Devrimi……. 14
2.2.4. Dördüncü Sanayi Devrimi…….. 15
2.3. Endüstri 4.0 Gereksinimleri…….. 16
2.4. Endüstri 4.0 Uygulamaları……. 17
2.4.1. Siber Fiziksel Sistemler…….. 18
2.4.2. Nesnelerin İnterneti…… 19
2.4.3. Büyük Veri Analitiği…….. 22

2.4.4. Akıllı Fabrikalar……. 23
2.4.5. Üç Boyutlu Yazıcılar…….. 24
2.4.6. Otonom Robotlar…… 25
2.4.7. Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik…….. 26
2.4.8. Siber Güvenlik…… 28
2.5. Endüstri 4.0'ın Türkiye ve Dünya Üzerindeki Etkileri……. 28
2.6. Tedarik Zinciri…… 32
2.6.1. Tedarik Zinciri Kavramı……. 33
2.6.2. Tedarik Zinciri Halkaları ve İlişki Yapıları……. 35
2.6.3. Tedarik Zinciri Yönetimi…… 37
Tedarik Zinciri Yönetiminin Avantajları…… 39
Tedarik Zinciri Yönetiminin Dezavantajları…….. 41
2.7. Tedarik Zinciri Stratejileri…… 42
2.7.1. Yalın Tedarik Zinciri Stratejisi …….. 43
2.7.2. Çevik Tedarik Zinciri Stratejisi…….. 44
2.7.3. Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisi…….. 45
2.8. Dijital Tedarik Zinciri……... 46
2.9. İşletme Performansı……. 49
2.9.1. Performans Kavramı…….. 51
2.9.2. Finansal Performans Boyutları…… 52
2.9.3. Finansal Olmayan Performans Boyutları…….. 53
2.9.4. Çalışan Performansı…… 54
2.9.5. İşletmelerde Performans Ölçümü…….. 56
2.9.6. İşletme Performansı Değerlendirme Yöntemleri…… 58
Basit Sıralama Yöntemi…….. 59
İkili Karşılaştırma …….. 59
Performans Prizması …….. 60
2.9.7. İşletme Performansının Önemi……... 60

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi……. 63
3.2. Araştırmanın Deseni……. 63
3.2.1. Nitel Araştırma Yöntemi…….……. 63
3.2.2. Olgubilim……..... 65
3.3. Araştırmanın Yöntemi……..... 65
3.3.1. Verilerin Çözümü ve Analizi……..….. 66
3.4. Araştırmanın Problemi……. 67
3.5. Araştırmanın Soruları…….. 68
3.6. Araştırmanın Kapsamı ve Kısıtları…….. 69
3.7. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi…… 69

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Endüstri 4.0 Kavramı…….. 73
4.2. Endüstri 4.0 Bileşenleri…… 75
4.3. Bileşenlerin Tedarik Zincirine Katkısı……. 81
4.4. Bileşenlerin İşletmeye Etkisi…… 84
4.5. Avantajlar ve Dezavantajlar……. 88
4.6. Mevcut Durum……. 95
4.7. Araştırmada Elde Edilen Kelime Bulutu…….. 101

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA ...……. 106
EKLER…….. I

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
T.Z	Tedarik Zinciri
VB	Ve benzeri
VD	Ve diğerleri

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Yalın, Çevik ve Hibrit T.Z. Stratejilerinin Analizleri	46
Tablo 2	Görüşülen Kurumlar, Katılımcı Unvanları ve Görüşme Tarihi	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Endüstrinin Tarihsel Gelişimi	10
Şekil 2	Lojistik 4.0: Nesnelerin İnterneti	21
Şekil 3	Marta Projesi Artırılmış Gerçeklik Görüntüsü	27
Şekil 4	Bakım ve Faaliyetlerde Yararlanılan Artırılmış Gerçeklik	27
Şekil 5	Dünya'da Sektörlere Göre Sanayi 4.0 Yatırım Oranları	29
Şekil 6	Dünyada Sektörlere Göre Gelecekte Sanayi 4.0 Yatırım Oranları	30
Şekil 7	Endüstri 4.0'ın Türkiye Açısından Rolü	31
Şekil 8	Tedarik Zinciri Şeması	34
Şekil 9	Basit Yapılı Tedarik Zinciri Yapısı	36
Şekil 10	Genişletilmiş Tedarik Zinciri Yapısı	36
Şekil 11	Kompleks ve İleri Düzey Tedarik Zinciri Yapısı	36
Şekil 12	Geleneksel Tedarik Zincirinin Dijital Tedarik Zincirine Dönüşümü	48
Şekil 13	Araştırmada Elde Edilen Kodların Şekilsel Matrisi	72
Şekil 14	Endüstri 4.0 Kavramı Kategori (Tema) Deseni	73
Şekil 15	Endüstri 4.0 Bileşenleri MAXMaps Kod Haritası	75
Şekil 16	Kullanılan Bileşenler Daire Grafiği	76
Şekil 17	Bileşenlerin Tercih Edilme Sebepleri Daire Grafiği	77
Şekil 18	Bileşenlerin Tedarik Zincirine Katkısı Kategori (Tema) Deseni	81

Şekil 19 Bileşenlerin İşletmeye Etkisi Kategori (Tema) Deseni 84

Şekil 20 Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Avantajları ve Dezavantajları 88

Şekil 21 Öngörülen Avantajlar Daire Grafiği 92

Şekil 22 Karşılaşılabilecek Sorunlar Daire Grafiği 93

Şekil 23 Mevcut Durum Kategori (Tema) Deseni 95

Şekil 24 Endüstri 4.0 Ana Kod ve Alt Kodları MAXMaps Haritası 99

Şekil 25 Araştırmada Elde Edilen Kelime Bulutu 101

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

Dünya'da değişimlerin meydana gelmesi kaçınılmazdır. Geçmişten günümüze uzanan bu süreçte yaşanan değişimler, gelişmeyi ve güncel kalma ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Tüm bu gelişmelerin temelinde rekabet unsuru yer almaktadır. Rekabet ortamında ise küreselleşme kavramı son derece önem taşımaktadır. Küreselleşmeyle birlikte uluslararası mesafeler kısalmış, insanların erişilebilirlik düzeyi artmış ve ticaret hacmi genişlemiştir. İşletmeler ise rekabet koşullarının gerektirdiği ağır şartlardan dolayı varlıklarını sürdürebilmek ve sürdürülebilirlik sağlayabilmek adına stratejiler üretmek ve yenilikçi olmak durumunda kalmaktadır.

Yaşanan tüm bu değişim ve gelişimlerin arkasında sanayi devrimlerinin rolü oldukça büyüktür. Meydana gelen sanayi devrimleri, yalnızca ülkelerin ticaretlerini ve ekonomilerini etkilemekle kalmayıp, toplumların düzeninden insanların yaşayış biçimlerine kadar hayatımıza girmiştir. Bu devrimlerin çıkış noktası 18. yüzyılın sonlarında meydana gelen birinci sanayi devrimi şeklinde nitelendirdiğimiz bu devrim sanayide ilk değişimleri kapsayan bir süreçtir. Bu süreçte küçük çaplı imalathaneler hayata geçmiş, tarımdan sanayi sürecine geçiş konusunda ilk adımlar atılmıştır. Su ve buhar enerjisinin kullanılması bu dönemi şekillendirmiş, buharlı gemiler hayata geçirilmiş ve demirin yoğun kullanımıyla birlikte ise demiryolunda gelişmeler yaşanmıştır. 19. yüzyılın sonlarında, ikinci sanayi devrimiyle birlikte seri üretime geçilmiş, üretimde elektrik, petrol ve bazı kimyasal maddelerde kullanılmaya başlanmıştır. ABD'de meydana gelen bu devrimde elektriğin kullanımı önemli bir role sahiptir. Bu sayede üretim bandı genişlemiş, talep akışındaki artış dolayısıyla tedarik sürecinde de yoğunluklar meydana gelmiştir. İkinci Dünya Savaşı sonrasında temelleri atılan ve 1970'li yıllara gelindiğinde hayatımıza giren üçüncü sanayi devrimi ise kısaca bilişim teknolojileriyle entegre edilmiş otomasyon süreçlerini kapsamaktadır. Bilgisayar ve internetin kullanımıyla şekillenen üçüncü sanayi devriminde tedarik zinciri süreçleri daha küresel boyutlara ulaşmış ve insan gücüyle çalışan robotlar iş süreçlerine entegre edilmeye başlanmıştır. Özellikle imalat süreçlerinde insan gücünü azaltmaya yönelik ilk hamleler üçüncü sanayi devrimiyle ortaya çıkmıştır. Tedarik zinciri ve lojistik süreçleri ilk olarak bu dönemde yazılım ve bilgi teknolojilere dayandırılarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleşen üç sanayi devriminden yola çıktığımızda her bir devrimin

pek çok yeniliği beraberinde getirdiği ve dönemin şartları doğrultusunda gerçekleştiği görülmektedir. Burada teknoloji faktörünün devrimlerin gerçekleşmesinde öncü bir rol oynadığı görülmektedir. Üçüncü sanayi devriminde otomasyon temelli üretim yerini Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikalara bırakmıştır.

İlk olarak 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda ismi duyulmaya başlanmış olan Endüstri 4.0, temelde radikal değişkenlik gösteren müşteri taleplerini hızlı ve doğru bir şekilde yanıt verecek şekilde karşılanması üzerine ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 kapsamında öncü ülkeler Almanya başta olmak üzere; ABD, Çin, Japonya ve Fransa'dır. Burada ortak nokta ise yoğun teknoloji ve sanayi ülkeleri olmalıdır. Gelişmekte olan ülkelere karşı gelişmiş ülkelerin bazıları rekabette üstünlüğünü kaybettiği ve genç nüfusunun azalarak yaşlı nüfusunun artması sebebiyle yeni üretim sistemleri ve stratejileri oluşturma yolunda adımlar atmışlardır. Otomotiv, beyaz eşya sanayi, imalat, tekstil, bankalar, lojistik ve tedarik zinciri operasyonları gibi pek çok sektörde Endüstri 4.0 uygulamaları kullanılır hale getirilmekte ve gün geçtikçe daha da kapsamlı bir biçimde sektörleri etkilemeye devam etmektedir. İlk etapta ciddi maliyetler ve alt yapı çalışmaları gerektirse de orta ve uzun vadede Endüstri 4.0'a adapte olan işletmelere ve bu alanda kamu harcamaları yapan ülkelere ciddi kazançlar sağlayacağı yapılan araştırmalar sonucunda görülmektedir.

Endüstri 4.0 sürecine entegre olmanın ve dijitalleşmenin işletmelere pek çok faydası olmaktadır. Sadece üretim ve iş süreçlerine etkilememekte bunun yanı sıra doğal kaynak ve hizmet sektörleri tarafında da etkileri görülmektedir. Bu kazanımlardan bazıları operasyon süreçlerinde maliyet ve zaman gibi kavramlardan edilen tasarruf, hata düzeyinin minimuma indirilmesi, kalitede artış, gerçek zamanlı onarım ve iyileştirmelerin yapılması, etkililik ve verimlilik, üretim hızında artış ve tahmine dayalı süreçlerin geliştirilmesi şeklinde sıralanmaktadır (Ekincioğlu, 2019: 2). Endüstri 4.0 sürecinde işletmelerin kendi organizasyon yapılarına göre kullandığı uygulamalar mevcuttur. Bunlardan nesnelerin interneti; üretim, lojistik ve tedarik zinciri gibi pek çok alanda kullanılan ekipman ve cihazların birbiriyle etkileşim içinde olmasını ve bağlantılı bir şekilde hareket etmesini ifade etmektedir. Siber fiziksel sistemler kısaca; yine bu süreçte kullanılan mekanizmaların bilgisayar ve yazılım tabanlı kontrol edilmesidir. 3D Yazıcılar; katmanlı üretim ve endüstriyel tasarım gibi alanlarda işletmelere hizmet etmektedir. Bulut bilişim; bilgi teknolojilerinin, depolama, veri saklama ve verilerin analizini kolaylaştırma gibi işlemlerin

internet üzerinden sağlanması sürecidir. Yapay zekâ ve otonom robotlar ise genel hatlarıyla fabrika ve depolama süreçlerinde yoğunlukla kullanılmakta, bu kapsamda kullanılan teknolojilerin ise kodlanarak birbirleriyle iletişim kurduğu bir sistemdir. Artırılmış gerçeklik; üretim, paketleme ve pazarlama, endüstriyel tasarım ve yoğunlukla kalite kontrol gibi süreçlerde video, ses, grafik ve gps girdilerinden faydalanarak gerçek dünyadaki materyallerin sanal bir ekran üzerinden kontrolünün sağlanması şeklinde ifade edilmektedir. Akıllı fabrikalar; tedarik, depolama, sevkiyat ve üretim süreçlerinde minimum insan gücüyle kendi kendini kontrol eden ve aralarında nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler gibi teknolojiler vasıtasıyla iletişim kurduğu olduğu makine ve ekipmanları temsil etmektedir. Siber güvenlik ise kısaca Endüstri 4.0'ın getirdiği yoğun teknoloji ve bunların oluşturduğu dataların güvenliğini sağlamak, tehditleri ortadan kaldırmak şeklinde ifade edilmektedir. Kullanılan ekipmanların birbiriyle iletişimden kaynaklanan veri yığınının büyük veri ve analiziyle karmaşıklığını önlemek, birbiriyle ilişkili hale getirmek ve analizini sağlamak mümkündür. İşletmelerin verileri ayırt edebilmesi ve karmaşıklıktan kurtulması açısından önemli bir uygulamadır. Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri boyutunu ele aldığımızda ise çağımızda Endüstri 4.0'ın uygulamalarının tedarik zinciri operasyonlarına esneklik sağlayarak daha sürdürülebilir ve hata payı düşük bir şekilde işlerin yürütüldüğü görülmektedir.

Endüstri 4.0 uygulamalarıyla tedarik zinciri sürecinde daha kaliteli ve iyi bilgi alışverişi sağlanmakla birlikte, tesis ağı, sensör ve siber fiziksel makinelerin gelişmesinde de yine bu uygulamalar etkili olmaktadır. Böylece tedarik zinciri ağı içerisinde bilgi, malzeme, ürün ve ekipmanlar arasında daha ileri düzeyde akış ve organizasyon sağlanmaktadır. Endüstri 4.0 uygulamalarıyla birlikte üretimin güncel durumu, ürün ve malzeme akışı, enerji tüketimi, müşteri talep ve siparişleri, tedarikçi verileri vb. süreçlerin gerçek zamanlı takibi ve kontrolü de mümkündür (Yıldız, 2018: 1217). Endüstri 4.0 uygulamaları pek çok sektöre işlevsellik katabildiği gibi tedarik zinciri sürecinde de etkili olmaktadır. Günümüz tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının Endüstri 4.0 uygulamalarıyla birleştirildiği takdirde daha verimli bir operasyon süreci sağlanmaktadır. Tedarik zinciri sürecinde yeni uygulamalar vasıtasıyla alternatif rotaların atanması, çevrim ve tedarik süreleri, talep miktarları gibi veriler de analiz edilmekte ve alınan geri dönüşler doğrultusunda müşterilere daha kaliteli bir hizmet sunulmaktadır. İşletmelerin misyonlarını tamamlamak ve amaçlarına ulaşmak için işletme performansı ölçme ve değerlendirme

yöntemlerini kullanmaları ve geçmişte elde edilen veriler ile kıyaslamaları gerekmektedir. Böylece işletmeler gelecek dönemler için daha iyi stratejiler belirleyip, yol haritası çizmektedirler. Endüstri 4.0 uygulamaları kapsamında işletme performansını değerlendirdiğimiz zaman çevreye duyarlı, kaliteli, faaliyet maliyetlerinin daha düşük olduğu, hızlı ve müşteri memnuniyetinin daha yüksek olduğu bir hizmet yapısına ulaştığı görülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine bir değerlendirme yapmak ve algıyı ortaya çıkarmaktır. İşletmelerin Endüstri 4.0 kapsamında hangi uygulamaları gerçekleştirdiği ve bunların tedarik zinciri ve işletme performansına ne derece etki ettiği incelenmektedir. Araştırma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde giriş ve giriş bölümünü takip eden ikinci bölümde ise literatür araştırması bulunmaktadır. Bu bölümde Endüstri 4.0'ın tanımı, sanayi devrimlerinin tarihsel gelişimi, Endüstri 4.0 gereksinimleri, uygulamaları ve son olarak Türkiye ve Dünya üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Ardından tedarik zinciri performansı ele alınarak bu çerçevede; kavramsal tanım, tedarik zinciri halka ve ilişki yapıları, tedarik zinciri yönetimi, stratejileri ve Endüstri 4.0 ile bütünleşmiş dijital tedarik zinciri süreci incelenmiştir. Literatür bölümünün sonunda ise işletme performansı ve işletme performansı ölçümü kavramları ele alınmış, değerlendirme yöntemleri, performans ölçümünün önemi ve son olarak çalışan performansına değinilmiştir. Üçüncü ve dördündü bölümde ise veri analizi sonuçlarına yer verilip, bulgular değerlendirilip sonuçlar yorumlanmıştır. Araştırmanın son bölümünde ise sonuç ve öneriler kısmına yer verilmiş ve beraberinde gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

İKİNCİ BÖLÜM
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Araştırmanın ikinci bölümünde kapsamlı literatür taraması yapılarak Endüstri 4.0 kavramı, Endüstri 4.0'ın tarihsel gelişimi, Endüstri 4.0 uygulamaları, Türkiye'de ve Dünya üzerindeki etkileri, tedarik zinciri kavramı, tedarik zinciri halka ve ilişki yapıları, tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri stratejileri ve Endüstri 4.0 ile dijitalleşen tedarik zinciri yapısından bahsedilmiştir. Son olarak ise işletme performansı, işletme performansının boyutları, işletme performansı değerlendirme yöntemleri ve işletmeler açısından önemi ele alınarak konu bütünlüğü sağlanmaya çalışılmış ve bütünlüğü bozmayacak yaklaşımlarla aktarılmıştır.

2.1. Endüstri 4.0 Kavramının Tanımı

Geçmişten günümüze yaşanan üç sanayi devrimi ardından en önemli gelişmelerin başında doğal kaynakların hızla azalması ve sürdürülebilirliğin öneminin artması olmuştur. Almanya'da ilk olarak temelleri atılan endüstriyel devrim sürecini irdelediğimizde çağımızda başlanan "yeni devrim" adının neden Endüstri 4.0 olduğuna dair bilgi sahibi olunabilir. Endüstri 4.0 olarak nitelendirilen bu kavram, ilk olarak 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya çıkmıştır. Temelde ortaya çıkış amacı çevreci, akıllı kentlerin oluşturulması, akıllı şebekelere geçiş, karbon emisyonunu minimuma indirmek ve üretim süreçlerini kolaylaştırmaktır (Yalpa, 2020: 23). Neden Almanya'da ortaya çıktı? Sorusunun cevabı ise Almanya'nın, Avrupa'da yaşlı nüfusu yoğun ülkeler arasında olması ve çalıştırma ve çalışma temelinin kuvvetli olması şeklinde ifade edilmektedir (Uzun, 2020: 79).

Pek çok ülke açısından sanayi, ekonomik yükselişin merkez noktasıdır. Geçtiğimiz 20 yılda üretim tesislerinin, düşük işçilik maliyetleri sebebiyle gelişmiş ülkelerden Hindistan ve Çin gibi ekonomisi hızlı büyüyen ülkelere kaymıştır. Avrupa ülkelerinin birçoğunda sanayinin gayri safi yurtiçi hasıla payı yaklaşık %10-%15 civarında düşüş göstermiştir. Avrupa'da 27 ülkede toplam sanayi üretim endeksi değerlerinde 2006-2011 arasında 550'den 620'ye artış gözlemlenirken, Çin'de bu rakam aynı yıl aralığında 170'ten 580'e çıkmıştır. Bütün bunları dikkate alan ve yeni çalışmalarıyla ön plana çıkan Almanya, ürün

tanıtımlarını hızlandırması, esnek üretim modeli ve entegre sistemlere geçmesiyle birlikte verimliliği arttırarak Çin'i geride bırakmayı planlamaktadır (Alper vd., 2020: 452).

Dördüncü Endüstri Devrimi olarak isimlendirilen Endüstri 4.0, internetin günümüze kadar hızla yayılımıyla birlikte yükselen; verilerin depolanması ve analizi gereksinimiyle, pek çok fonksiyonun akıllı hale gelmesi konusunu kapsayan önemli bir devrimdir. Küreselleşme ile artan rekabetin sonucunda üretim kapasitelerinin ve çeşitliliğin artması, tüketicilerin kişiselleştirilmiş talepleri, hızlılık ve kolay ulaşım isteklerini artmıştır. İşletmeleri daha esnek, iyi fiyatlar sunabilen ve hızlı üretime geçmeye yönelten sebeplerin üstesinden gelebilmek ve ihtiyaçları giderebilmek adına en önemli çözüm noktası Endüstri 4.0'dır (Ulusoy, 2019: 7).

Endüstri 4.0 devrimi, diğer sanayi devrimlerine göre, kişilerin hayatlarında daha fazla değişikliklere sebep olacak niteliktedir. Geçmişin şartlarına göre, birinci sanayi devriminin ana teknolojisi tekstil makinelerinin, Avrupa'nın dışına ulaştırılması neredeyse 120 yıl almıştır. Ancak günümüz teknolojisini ele aldığımızda Endüstri 4.0'ın dünyaya yayılımının diğer sanayi devrimlerine nazaran daha pratik ve hızlı bir şekilde ulaştığını ifade edebiliriz (Batal vd., 2018: 219). Endüstri 4.0'ı Siber Fiziksel Sistemlerle kuvvetlendirilen, üretim ve lojistik organlarının, otomatik bilgi yönlendirmesine imkan sağlayan otomasyon seviyesinin yüksek olduğu ve halihazırda iletişim ve bilgi aktarım ağlarının sık bir biçimde kullanıldığı bir yapı olduğu Almanya Federal Hükümeti tarafından ifade edilmiştir (Barutçu, 2019: 3).

Endüstri 4.0 devriminin altında destekleyici teknolojiler bulunmaktadır. Bunlar;

- 3D yazıcılar
- Akıllı fabrikalar,
- Bulut bilişim,
- Simülasyon,
- Siber güvenlik,
- Otonom robotlar,
- Sistem entegrasyonu,
- Siber Fiziksel Sistemler (SFS)
- Veri ve analizleridir.

Değişimin hızına baktığımızda bu teknolojiler gün geçtikçe anlam kazanacaktır (Duman, 2019: 20). İnternet altyapılarının geçmişte bu sistemleri destekleyememesi, bu sistemler hali hazırda mevcutken endüstride kullanılması sürecinin geç başlamasına sebep olmuştur. Ağ sorunlarının ortadan kaldırılmasıyla beraber teknolojilerin kullanılabilirliği artmış ve böylece gelişen teknolojinin; çevreye, işletmeye, üretim sürecine ve müşteriye yarar sağladığı görülmüştür.

Endüstri 4.0 uygulamalarıyla gelmesi öngörülen yenilikler ve sağlayacağı yararlar başlıca şu şekilde sıralanmaktadır (Öztürk, 2018: 7):

- Üretimde daha fazla esneklik sağlanması ve böylece daha minimal partiler şeklinde müşterilere özgü tasarımlar ve üretim sürecinin basite indirgenmesi,
- İşgücünde kullanılan yoğun teknoloji vasıtasıyla üretimde hataların minimum seviyeye indirilmesi,
- Üretim sürecinin hızlı ve kolay ilerlemesi,
- Üretim planlaması yönelik kararlarda iyileşme.

Bu maddelerin yanı sıra, ekonomik girdide ve verimlilikte yükseliş, teknolojilerin ve sistemlerin gerektirdiği yatırımlar, rekabette sağlanacak avantaj, istihdamda meydana gelecek değişiklikler, verimlilikte artışın getireceği karlılık ve dolayısıyla yapılan yatırımlarda artış ön görülmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı sürdürülebilirlik sağlanacak ve sanayi kuruluşlarında teknolojiyi yönetmek büyük bir önem kazanacaktır (İlhan, 2019: 811).

Endüstri 4.0 yatırımlarının ana odağı, bağlantı cihazları ve sensörleri içinde barındıran dijital teknolojilerin beraberinde üretim sistemleri, aplikasyonlar ve yazılımlardır. Bunlara ilaveten örgütsel değişime adaptasyon sağlamak ve iş görenleri eğitmek için de yatırımlar mevcuttur. PricewaterhouseCoopers (PwC) aracılığıyla, dokuz farklı sektörde ve 26 farklı ülkede, 2000'i aşkın çalışanla gerçekleştirilen araştırma neticesinde iki yıldan daha

kısa sürede Endüstri 4.0 çalışmaları için yapılan yatırımların %5 gibi bir kısmının geri döneceği öngörülmektedir. Aynı zamanda, dijital dönüşümünü gerçekleştiren işletmelerin yıllık gelirlerinde %30'luk bir yükseliş tespit edilmiştir (Özen, 2019: 105).

Endüstri 4.0 pek çok sektöre etki ettiği gibi lojistik sektörünü de yakından ilgilendiren gelişmeleri beraberinde getirmektedir. Lojistik sektörüne katacağı yenilikler ile sektörde sürdürülebilirlik ve katma değer konusunda önemli fırsatlar barındırmaktadır. Araçlar, depolar, tedarikçiler, akıllı fabrikalardaki üretim süreçlerindeki gibi birbirine bağlı bir şekilde yönetilecektir. Stok seviyeleri, hasarlı ürünler, tedarikte oluşacak aksaklıkların önüne geçerek "Tam zamanlı lojistik" operasyonları sağlayacaktır. Ek olarak; talepte oluşacak değişiklikler sürekli izlenerek, iş verimliliği artacaktır (Özdemir vd., 2018: 42).

Endüstri 4.0 devriminin bileşenlerinden biri olan otonom robotik sistemler, nesnelerin internetiyle entegre çalışarak, fiziksel harekete dönüşümü gerçekleştiren, makine ve robotlara veri aktarımı sağlayarak hareketlerini gerçekleştiren bir sistemdir. Üretim alanlarının yanı sıra bu sistem vasıtasıyla lojistik uygulamalarda da günümüzde verimli bir şekilde kullanılabilir hale gelmiştir. Depo sistemleri, dağıtım, taşıma ve ürünlerin elleçlenmesi hususunda hareket akışı sağlayabilen mekanizmalar, müşteriden elektronik ortamlarda gelen siparişlerin, depolarda bulunan sistemlerle entegre harekete geçmesi de lojistik sürecine oldukça katkı sağlamaktadır (İyigün vd., 2019: 127).

Endüstri 4.0 kapsamında eski üretim tesislerinin kapatılıp, yenilerinin açılacağı beklenmektedir. Başka bir deyişle, üretimin etkili olup olmayacağını tamamıyla yapay zekâ belirleyecektir. Endüstri 4.0 kapsamında hedeflenen de budur. Amaç; üretim safhasını mümkün olduğunca etkin, verimli ve ucuz şekilde gerçekleştirilebilir bir hale getirmektir. Bunun en belirgin sebebi ise insan etmeninin üretimde birçok problem yaratabilmesidir (Chiabert, Bouras, Noel, Rios, 2018).

Dördüncü sanayi devrimini öncesindeki devrimlerden ayrıştıran en önemli tarafı; veri aktarımı, bilgi işlem ve sensör vb. teknolojik taraflarının bulunmasıdır. Isı ve ışık gibi kaynakların sensörler sayesinde kimyasal ve fiziksel sinyalleri veriye dönüştürerek analiz etme yeteneklerinin olmasıdır. İşin bilgi tarafında; elde edilen veriler yapay zekâ algoritma süzgecinden geçirilerek öncesinde meydana gelmiş hataları tekrarlamamak üzerine

kuruludur. Veri kısmında ise; önceden alınmış bilgi ve verilerden yararlı olanları analiz edip bölümlendirmektedir. Halkanın son zinciri olan işlem kısmındaysa, nihai kararların makineye uygun ve iyi bir biçimde iletilmesidir (Esmer, 2019: 22).

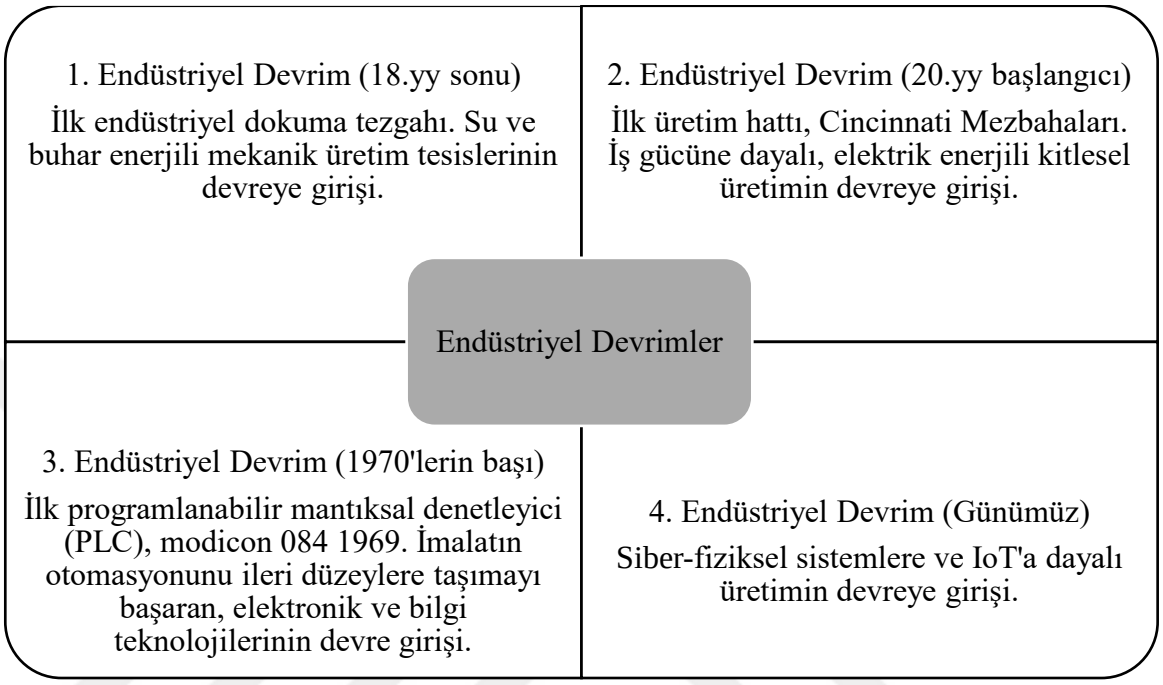
2.2. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi

Üretimde insan gücü faktöründen, makine gücüne entegre çıktıya geçiş dönemi olarak nitelendirilen sanayi devrimi, yaşanan değişim ve gelişime göre özellikle 18. yüzyıldan beri birtakım aşamalar kaydetmektedir. Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü olmak üzere sanayi devrimlerini dört başlık şeklinde incelenebilmektedir. Birtakım literatürler sanayi devrimlerine endüstri 4.0'ı ekleyerek, beş sanayi devrimi şeklinde sıralamıştır. Bu kavram, sanayi devrimlerinin başlangıç aşaması olarak görülmektedir. Genel itibariyle bilinen sanayi devrimlerinin başlangıç noktası üretimde basit el aletlerinin kullanılmasıdır. Buhar makinelerinin icadı ve kullanımıyla birlikte üretimde radikal değişikliklere gidilmiştir. Vapurun bulunmasıyla beraber ortaya çıkan sanayi devrimleri, özellikle son iki yüz yılda büyük değişimler göstermiştir (Öztürk, 2018: 3).

Eski zamanlardan bu yana, teknoloji ve bilim tamamen hayatımıza girmiştir. İnsanlar hep hayatı kolay hale getirecek metotlar arayıp, bunları günlük hayatta uygulanabilir hale getirmeye çalışmışlardır. Sarf edilen emek ve uğraşlar neticesinde teknoloji gelişmesiyle birlikte insanlarında hayat tarzlarında değişiklikler gözlemlenmiştir. Örnek olarak; basit el yapımı aletlerden ve hayvan gücünden yararlanarak insanlar daha rahat bir şekilde tarlalarını ekip, biçmeye başlamışlardır (Duman, 2019: 4).

Hayata geçirilmiş ilk devrim olarak kabul görülen Tarım Devrimi ile insanlarda sosyo-ekonomik değişim ve gelişimler gözlemlenmiştir. Bunlardan en çok bilinen ise bu devrim esnasında insanların yerleşik hayata geçişinin fark edilmesidir. Sınıfsal farklılıklar ve ayrımların oluşması da ayrıca bu dönemin getirileri sonucunda ortaya çıkmıştır.

Tarım Devrimi, sonrasında meydana gelen dört sanayi devriminin gelişmesine olanak sağlamıştır. Sanayi devrimlerinin temel özellikleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 1. Endüstrinin Tarihsel Gelişimi

Kaynak: Endüstri 4.0 Platformu, https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/ Erişim Tarihi: 06.12.2020

İngiltere'de meydana gelen Birinci Sanayi Devrimiyle, üretim sistemlerinde insan ve hayvan gücünden feragat edilerek makine gücüne dayalı bir dönüşüm başlamıştır. Bu dönüşüm ilk kez 18. yüzyılda İngiltere'de, dokuma sektöründe görülmüş ve kademeli bir şekilde başka sektörlerde de yaygınlığı artmıştır. Makineye geçiş süreciyle beraber üretimin şekli değişmiş ve üretilen miktarda artış gözlemlenmiştir. Hızlı teknolojik gelişim ve değişimlerle birlikte sanayi devrimleri incelendiğinde, üretim makinelerinin devinim gücünün son derece kritik olduğu fark edilmektedir (Çelik, 2020: 4).

2.2.1. Birinci Sanayi Devrimi

İngiltere'de, su ve buhar enerjisiyle çalışan makinelerin üretimde devreye girmesiyle ortaya çıkan birinci sanayi devrimi aynı zamanda ilk sanayileşme olarak ifade edilmiştir. Ardından Avrupa başta olmak üzere, tüm dünyaya sirayet eden birinci sanayi devrimi, insan

gücünden ziyade, su ve buhar enerjisi uygulanarak makine gücünün işlemesine olanak sağlamış ve sonrasında fabrikalar faaliyet göstermeye başlamıştır (Kamber, 2019: 5). İlk olarak birinci sanayi devrimiyle, insanlarda radikal değişimler gözlemlenmiş ve tarım toplumundan sanayi toplumuna dönüşüm gerçekleşmiştir. Bu dönemde üretim kapasitelerinin artmasının temel sebebi insan gücünün yerini makine gücüne bırakmasıdır.

Birinci Sanayi Devrimiyle toplumlar üzerinde görülen radikal değişimler başka İngiltere ve pek çok batı toplumunda görülmüştür. Günümüzde etkileri hala daha devam etmektedir. Fakat bu değişimler birdenbire meydana gelmemiştir. Tarihi incelediğimizde ilk sanayi devrimine geçiş sürecinin epey uzun bir süre sürdüğü görülmektedir. Buharlı makinelerin icat edilmesi ve 18. yüzyılın ortasında görülen birinci sanayi devrimiyle köklü değişiklikler bir hayli hızlı bir şekilde gerçekleşmeye başlamıştır. Bu devrim ilk 1712'de Thomas Newcomen'in bulduğu ve insanlığa sunduğu buhar makinesiyle gerçekleşmiştir. 1760'larda buhar makinesinde birtakım geliştirmeler yapılıp sonrasında dokuma tezgahlarında da kullanılabilir hale getirilmiştir. Mekanik üretime olanak sağlamasından, demiryollarının kurulmaya başlanmasına kadar pek çok yenilik birinci sanayi devrimiyle gerçekleşmiştir (Mehmet Özkan vd., 2018: 5). Ufak atölyelerin yıkılıp, yerlerine fabrikaların açılması, üretim makinelerinin ortaya çıkmasıyla daha kolay ve hızlı şekilde üretimin gerçekleşmesi, birinci sanayi devriminin ilk olarak yaşandığı İngiltere'de etkin bir şekilde görülmüştür (Arslan, 2020: 5).

Tüm bunlarla birlikte, İngiltere ve pek çok Avrupa ülkesinde, birinci sanayi devrimi sırasında gerek siyaseten gerekse ekonomik koşulda büyük değişimler yaşanmıştır. Avrupa'ya uzanan ticaret yolları, coğrafi keşiflerle beraber değişiklik göstermiştir. Böylece Avrupa 16. ve 17. yüzyıllarda yeni ticaret yolları sayesinde ticarette yeni bir boyut kazanarak, Akdeniz'den güney denizine yönelmiş ve sonucunda taşımacılık operasyonlarında büyük bir değişim gerçekleşmiştir. Özellikle uzun mesafeli taşımalar ve malların niteliği ticari operasyonları şekillendirir hale gelmiştir. Bahsedilen ticaret yolları değişmeden evvel taşımanın getirdiği maliyet üretim maliyetine nazaran fazlasıyla yüksek olmasından dolayı genellikle mesafesi uzun ticaretler pahalı mallarla sınırlandırılmıştı. Bunun yavaş yavaş ortadan kalkması ticarette artışa yol açmış ve tüccarlar daha fazla kazanmaya başlamıştır (Bulut, 2019: 3).

Bu devrimle beraber İngiltere'de fabrika ve atölyelerde insan gücünden ziyade üretimde makineleşmeye gidilmesi, sosyal ve ekonomik düzenin değişmesine sebep olmuştur. Yalnızca bununla sınırlı kalmayıp, buhar gücü vasıtasıyla basım işlerinde görülen gelişimle birlikte iletişim ve kültür aktarımında da ilerlemeler görülmüştür. Endüstriyel Devrimin getirdiği bu tarz yeniliklerle beraber dünya, karmaşıklıktan çıkarak, daha ulaşılabilir ve bütün bir yapıya bürünme adımını atmıştır (Siemens, 2016: 6). Son olarak; Rönesans ve Reform döneminin yarattığı düşünme gücüyle oluşan sanayi devriminin sürekliliğiyle birlikte sosyal alanlarda da keskin dönüşümler ortaya çıkmıştır. Feodal toplumlardan, sanayi toplumuna dönüşüm gerçekleşmiştir (Yalpa, 2020: 9).

2.2.2. İkinci Sanayi Devrimi

Almanya ve ABD'de 19.yüzyılın ikinci yarısıyla 20.yüzyılın başlarında ikinci sanayi devrimi ortaya çıkmıştır. Birinci sanayi devriminde üretimde mekanikleşmeyle teknolojinin hızla gelişmesi sonucunda ikinci sanayi devrimine ortam hazırlanmıştır. Bu devrim başka bir deyişle teknoloji devrimi olarak bilinmektedir. Elektriğin imalathanelerde kullanılması, önemli bir enerji kaynağı olan petrol yerine kömürün kullanılmaya başlanması ve kitlelere özgü imalat vb. yeni olgular ikinci sanayi devriminin başlıca önemli yeniliklerindendir (Arslan, 2020:5). Seri üretim kapsamı altında, bu dönemde Henry Ford'un kurduğu Ford Motor Şirketi en büyük örnektir. Kayan bant üretim yöntemi olarak bilinen Fordist üretim modeli zamanında bu şirkette uygulanmıştır (EBSO, 2015: 5).

Buhar gücünden daha etkili olan elektrik teknolojisi bu dönemde geliştirilip, ardından üretim safhasında da kullanılmaya başlanmıştır ve bu ikinci sanayi devriminin en büyük gelişmesi olarak görülmektedir. Bu teknoloji, daha ileri düzey makinelerin oluşmasını ve böylelikle üretimin daha fazla miktarlara ulaşmasını sağlamıştır. Seri üretim ilk olarak bu şekilde gerçekleşmiş ve dünya tarafından duyulmaya başlamıştır. Üretimde imalathanelerin artışıyla beraber, makine ve motorların, otomobil ve uçakların, bazı elektrikli aletlerin seri üretimi gerçekleşmeye başlamış, elektrik ise pek çok alanda kullanılmaya ve katkı sağlamaya başlamıştır. Böylelikle elektrik-elektronik bölümlerine katkı sağlanmış, ekonominin içine elektrik üretimi girmiş, ihraç edilebilir bir enerji daha bulunmuş ve istihdam alanı açılmıştır. Bunların yanında diğer birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır (Çetinkaya, 2020: 25).

Demiryolları başta olmak üzere diğer pek çok ulaşım ağının da gelişim kaydetmesinde ikinci sanayi devriminin fazlasıyla yararının olduğunu ifade edebiliriz. Birinci sanayi devriminde kullanılan ticaret yollarıyla birlikte kolaylaşan ulaşım sebebiyle ham maddeye ulaşmak ve ürünlerin yeni sektör ve pazarlara erişmesi eskiye kıyasla daha da basitleşmiştir. Bu dönemde özellikle ağır sanayide ilerlemeler görülmüş, demir ve çelik tüketiminin arttığı tespit edilmiştir. Bu dönemin ticarette öne çıkan ülkeleri ise; Almanya, Japonya, İngiltere ve Amerika'dır (Arslan, 2020: 5).

Demiryollarının dünyaya yayılmasında ilk sanayi devrimi rol oynarken, yükselen verimlilik neticesinde karayollarının dünyaya yayılmasında da ikinci sanayi devrimi etkin rol oynamıştır. Karayollarının kullanımıyla beraber ulaşım imkanları genişlediği gibi imalathanelerin ve tüketim merkezlerinin çeşitliliğinin artmasına imkan sağlanmıştır (Turan, 2018: 54). Demiryollarının ilerleyişiyle birlikte ham maddeye erişim oldukça basitleşmiştir. Bu sayede uzak pazarlara ulaşması gereken ürünler daha kısa sürede ulaşmaya başlamıştır. Dolayısıyla insanlar arası mesafe azalmıştır. Tüm bunlar yaşam standartları ve yaşam biçimlerinde değişikliklere sebep olmuştur. Köylerden, kasabalardan şehirlere göç sayısı gitgide artmış, şehirleşme ön plana çıkmıştır. Siyası, sosyal ve ekonomik alanlarda güçlü merkezi devlet yapıları oluşmaya başlamıştır. Günümüzde kullanılan araba lastiği, gazete kağıdı, daktilo, telgraf ve içten yanmalı motor gibi teknolojiler ikinci sanayi devrimiyle birlikte ortaya çıkan gelişmelerden bazılarıdır (Yankın, 2018: 14).

Son olarak, ikinci sanayi devriminden bahsederken Taylorizm şeklinde isimlendirilmiş ve F.W. Taylor aracılığıyla kuramlaştırılan endüstride verimliliği artırmak amacıyla yapılmış araştırmalar ve çalışmalardan da söz etmek gerekir. İşletme yönetimi kavramı ve modellerinin pek çoğu Taylor'un gerçekleştirdiği çalışmalardan ortaya çıkmıştır. Otomotiv sektöründe meydana gelen gelişmelere paralel olarak karayolu taşımacılığının da yaygınlaşmaya başlaması bu sanayi döneminin en belirgin özelliklerinden biridir. Bu gelişme de lojistik sektörünün gelişimini etkileyen olumlu bir örnek olarak verilmektedir (Hergül, 2020: 7).

2.2.3. Üçüncü Sanayi Devrimi

Üçüncü sanayi devriminin en belirgin özelliği üretim safhasında bilgisayar ve bilgisayarlı sistemlerin bulunmasıdır. Bu yüzden dijital devrim olarak da bilinmektedir. İkinci Dünya Savaşı sonrası hayata geçmeye başlamış ve 1970'lerde bazı uygulamalar gerçekleştirilerek yayılmaya başlamıştır. Üretimde nicel veriler ve sayısallaşmanın önemini fark edilip, sanayi toplumundan bilgi toplumuna dönüşüm başlamıştır. Nükleer enerjinin getirdiği güç yalnızca savaş aracı olarak değil diğer boyutlardan araştırılarak enerji ham maddesi kullanımı konusunda da merak uyandırmıştır. Üçüncü sanayi devrimini oluşturan zemin ise kişilerin kolay hesapları yapabilmek adına ürettikleri hesap makinesinden yola çıkılarak daha zor ve komplike hesapların sonuca kavuşturulabilmesi adına icat edilen bilgisayardır (Kaya, 2020: 12).

İlk kez 1947 senesinde üretimi başlayan transistör, bu devrimin en büyük adımlarından biri olarak transistor örnek verilmektedir. Princeton Üniversitesi ve Bell Labs'de çalışan Walter Brattain, William Shockley ve John Bardeen tarafından icat edilen transistör, modern bilgisayarın ve dijitale geçiş sürecindeki çözümlerin en temel yapı taşlarından biri olarak kullanılmıştır. İdari ve askeri kurumlarda bilgisayar kullanımı 1950 ve 1960 yılları arasında yaygınlaşmıştır. Dijital tasarım dünyasına geçişte bir başka devrim ise 1952'de CNC (Computer Numerical Controller) makinalarının üretimidir. Bu makinalar günümüzde ise hala kullanılmaktadır. Akabinde, üçüncü sanayi devriminde özellikle 1960 ve 1970 aralığında pek çok gelişmeler yaşanmış ve bu dönemler arasında büyüme devam etmiştir (Özdoğan, 2017:25).

Üçüncü sanayi devriminin dijital bir kökenden çıkması, hafızalarda yer almasının ve dijital devrim olarak anılmasının en kritik sebebidir. Özellikle bu dönemde kullanılan aletler diğer dönemlere nazaran daha konforlu ve kullanışlı bir biçimde insanların hayatında yer almaktadır. Dijital sistemlerin tekrardan uygulanabilir hale getirilmesi, başka sorunları da çözmek adına oldukça fazla fayda sağladığı tespit edilmiştir. Bu dönemde de gelinen nokta ve erişilen teknik özellikler neticesinde insanlar hız kesmeden büyük kentlere yerleşmeye devam etmiştir. Kasaba ve köyler boşalıp, büyük kentler hızla dolup taşmaya başlamıştır (Aygün, 2020: 24).

Tarih boyunca önemli bir dönüm noktası olan bu üç devrimin başlıca getirdikleri; yeni enerji kaynakları, kullanım teknolojileri, fosil yakıtlar, yeni ulaşım ağları ve ulaştırma teknolojileri, iletişim teknolojileri şeklinde sıralanabilir. Endüstri uygarlığının yavaş yavaş yolun sonuna geldiği iddiasının en temel sebebi yoğun artan dünya nüfusu sonucu kaynakların gitgide tükenmesidir. Fosil yakıtlar ve petrol dünyada azalmakta ve bu kaynaklarla elde edilen enerjiler ve teknolojiler eskirken, bakımları giderek güç hale gelmekte ve fosil yakıtların temelini oluşturduğu endüstri faaliyetleri ise ekosistemi bozmakta ve iklim değişikliğine sebebiyet vermektedir. Endüstri 4.0 ile duyulan atom altı enerji kaynağının sağladığı sonsuz enerji üretimi ile üç boyutlu yazıcılar, yapay zekâ ürünleri, insansız araçlar ve robot teknolojisiyle beraber az önce bahsettiğimiz olumsuzluklara maruz kalmadan, geçmişte gerçekleşmiş diğer sanayi devrimlerinin yapısını komple değiştirecek yeni sistemlere imkan sağlanmaktadır (Davutoğlu, 2020: 178).

2.2.4. Dördüncü Sanayi Devrimi

Endüstri 4.0 veya Dördüncü Sanayi Devrimi şeklinde ismi telaffuz edilen bu devrim; internet bilişimi, dijital üretim, otomasyon ve bilişim teknolojileri gibi olguları içerisinde taşıyan komplike bir devrimdir. Özellikle işletmeler ve akademisyenler tarafınca çokça konuşulan akıllı fabrikalar, bu fabrikadaki makine ve sistemler, ürün ve süreçleri internetle bütünleşik hale getiren, siber fiziksel sistemler sayesinde sanal dünyaya veri hizmeti sağlayan bir yapıdır. Bu kavram, klasik üretim anlayışına göre hareket eden işletmelerin özellikle üretimlerinin bütün kademelerinin bilgi işlem ve internet teknolojisiyle entegre etmesi şeklinde de ifade edilmektedir (Kamber ve Bolatan, 2018: 883).

Üçüncü sanayi devrimine kıyasla Endüstri 4.0, artık yalnızca bir terim olmanın yanı sıra fazlasıyla yatırım ve emek gerektiren bir piyasa veya süreç şeklinde ifade edilmektedir. Bu devrimin şekillenmesi tamamen siber fiziksel sistemler ve etkin veri işleme imkanıyla cihaz ve makinelerin kendi kendisini ve üretim sürecini şekillendirmesiyle ilgilidir. Haliyle bu sistemler akıllı fabrikalar kelimesinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. “Dijital devrim” şeklinde isimlendirilen Endüstri 4.0’ın temeli, kendini yönetebilen akıllı makineler vasıtasıyla akıllı fabrikaların faaliyete geçmesidir. Sanayi 4.0 sürecinde insan emeğinden tasarruf edilip, yüksek etkililik ve verimliliğin elde edildiği, ileri seviye otomasyonu şart koşan üretim sistemleri temel alınmaktadır (Yankın, 2018: 18).

Günümüzde bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler endüstride de pozitif etkiler yaratmaktadır. Özellikle Avrupa'da üretime entegre bilişim teknolojilerinin sağladığı veriler baz alınarak yapılan planlamalar doğrultusunda Endüstri 4.0 kavramı bir hayli önem kazanmıştır. Bilişimin öneminin farkındalığı ile bu kavram doğmuştur. Üretimde bilgisayarlaşma ve hatta yakın zamanda tamamen robot sistemleriyle yönetilen endüstriyel üretim tesislerinin artacağı, ihtiyaca göre stoklama bilincinin artacağı dolayısıyla depolama hizmetlerine ihtiyaç kalmayacağı ön görülmektedir. Devletler, bu kavramın getirdiği pratik faydalardan dolayı birbirleriyle rekabete girmiştir. Almanya, devrimin çıkış noktası olarak şanslı görünse de özellikle Asya ve Amerika'daki pazarlarda da üretim sistemlerinin bilişime entegrasyonu için sağlam finansal yatırımlar yapıldığı gözlemlenmiştir (Koçak; 2019: 2).

Çoklu ve komplike sürücülerin ardı sıra artan küreselleşme, teknolojik akımların artışı, çapraz akımlar, internet tabanlı veri akışları, küreselleşen rekabet gücü ve sayısal araçlar tarafınca tanımlanan ekonomik çekim "Dördüncü Sanayi Devrimi" aracılığıyla özetlenmektedir (S. Hwang, 2016: 14).

Süratli bir şekilde ilerleyen Endüstri 4.0 devrimi şüphesiz dünya tarihinde dönüştürücü ve yıkıcı bir etkiye sebep olacaktır. Üç boyutlu baskı, yapay zekâ kullanımı, biyoteknoloji ve robotik teknolojilerin, eğlenceden sağlığa, üretimden perakendeye kadar uzanan dönüştürücü ve yenilikçi bir etki yaratacağı konunun uzmanları tarafınca tartışılmaktadır. Bu dönüşüm yalnızca bu alanlarla sınırlı kalmayıp sosyal sektör içinde de etkilerini gösterecektir. Sivil toplum kuruluşları ve kâr amacı gütmeyen eğitim kuruluşları, önem arz eden amaçlarını yerine getirmek için yeni gelişen teknolojileri kullanmak konusunda çok iyi fırsatlara sahipler (Kahraman, 2017: 66).

2.3. Endüstri 4.0 Gereksinimleri

Dördüncü sanayi devriminin bütünlüğünün sağlanmasına yönelik bazı ihtiyaçlar bulunmaktadır. Bunlar (Seyhan, 2019: 15, 16):

- Sistemler içerisinde bütünlük ve uyum sağlanması şarttır. Bu vasıtayla kişiler, ekipman ve makineler üçgeninde iletişim etkinlik kazanabilir.

- Sistem içerisinde sanallaştırma gereklidir. Yani tedarik zincirleri ve lojistik ögelerin, üretim tesislerinin ağ sistemleri aracılığıyla simülasyon şemalarının yapılabilmesidir.

- Firmaların otonom sistemlerle entegre çalışabilir hale gelmesi gerekmektedir. Otonom sistemlerden kasıt ise eldeki koşulların tespit edilmesiyle en uygun kararların alınmasını sağlayan bir sistem oluşturulmasıdır. Böylece çalışana bağlı hata payının minimuma indirgenmesiyle kusursuz bir yapı sağlanabilir.

- Kurulan sistemlerden verim alınabilmesi yani bu sistemlerin doğru kararlar vermesi için gerekli olan veri biriktirme ve bunların analizlerinin eksiksiz bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Verilerin aynı zamanda elde edilip, işlenir frekanslara, ayrıştırılabilir ve anlamlı bir hale getirilmesiyle birlikte sistem analizi eksiksiz bir şekilde yerine getirir ve olası değişikliklere tam zamanında reaksiyon gösterebilir.

- Esnek bir sistem yapısı olması fayda sağlamaktadır. Üretim, lojistik ve tedarik safhalarında uygulanabilecek alternatifler bu esnek yapılar sayesinde artar. Çözümün artması ise uzun vadede hatasız ilerleyen bir sistemi oluşturabilir.

2.4. Endüstri 4.0 Uygulamaları

Meydana gelen teknolojik gelişmelerin hepsi bu sanayi devrimiyle ilerleyişine fayda sağlamakla beraber; büyük veri, üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti, bulut bilişim, otonom robotlar ve yapay zekâ, akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler, artırılmış gerçeklik, siber güvenlik ve sistem entegrasyonu bu devrimin gelişimine fayda sağlayan ana etmenlerdir. Tüm bu sistemlerin etkililik seviyesinin artırılması için birbirleriyle entegrasyonu, Endüstri 4.0 sistemine geçişin başarılı olabilmesi için son derece önem taşımaktadır.

2.4.1. Siber Fiziksel Sistemler

Siber Fiziksel Sistemler (CPS) olarak isimlendirilebilmekle birlikte fiziksel ve siber dünyalar arasındaki köprü görevini görmek ve iletişimi aktarmayı sağlamaktadır. Bu sistemlerin en temel niteliklerinden biri ise üretimde bir ihtiyaç haline gelen dinamik ve atik yapı ihtiyaçlarını karşılamak ve sanayiye etkililik ve verimlilik kazandırmaktır. İnternetle birleşen siber fiziksel sistemler, sanal ve fiziksel dünyayı birbirine entegre eden bir sistem olarak kabul edilmektedir. Bir başka tabirle hesaplamayla fiziksel süreçlerin birleşmesidir. Üretim sürecine olan katkısı ise; şeffaflık, etkinlik, gözlem ve kontrol mekanizmalarına boyut kazandırmasıdır (Yıldız, 2018: 549).

Siber fiziksel sistemlerin en yaygın kullanım alanı çağımızdaki araçların pek çoğunda mevcut olan akıllı ulaşım sistemleridir. Üreticiler bu sisteme daha çok zayıf noktaları saptamak için kullanırken güvenlik uzmanları ise zayıf noktaları minimuma indirmek için kullanmaktadır. Araştırmaların birçoğuna göre akıllı ulaşım sistemleri başlıca; verimlilik, güvenlik, gizlilik ve emniyet sağlamaktadır (Güleren, 2017: 16).

Fiziksel dünyayı bilgi işlem dünyasına entegre eden bu sistem sensörler ve aktüatörler sayesinde bu işlemleri gerçekleştirebilmektedir. İletişim teknolojileri, sensörler ve yazılım sistemleri siber fiziksel sistemlerin temelini oluşturan sistemler olarak ifade edilmektedir. Bu sistem limanlarda yüzeysel olarak; dijital flowmetreler, etiket ve plaka tanımlama, otomatik yük elleçleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra trafik akış yönetimi, elektrik üretimi ve dağıtımı, acil durum müdahaleleri gibi endüstrinin pek çok bölümünde siber fiziksel sistemler kullanılmaktadır. Geleceğe yönelik olarak, özellikle toplumsal ve ekonomi bakımından potansiyel bir güce sahip olan siber fiziksel sistemler aynı zamanda büyük maliyetleri de beraberinde getirmektedir (Güneş, 2019:23).

Akıllı kontrol ve akıllı izleme mekanizmalarını gerçekleştirmek siber-fiziksel sistemlerin ana meselesidir. Sürekli bir zaman penceresi çerçevesinde bilgi hedefi güden bu sistemin prensibi; veri alışverişi ve madenciliği, karar verme süreçleri üzerine işlemektedir (Tuna, 2019: 45).

Akıllı hizmet ve ürünlerin oluşmasına olanak sağlayan nesnelerin interneti sisteminin işlemesini temel alan siber-fiziksel sistemler, gerçek ve sanal arasındaki duvarı yıkmak, internetin işleyişini çeşitlendirmek ve fiziksel dünyayla olan etkileşimlerimize yenilikler katmak üzere devrim niteliğinde bir sistem olma yolunda en büyük aday olarak gözükmektedir. Yenilikçi uygulamalarla değer zincirleri ve servis sağlayıcılar sayesinde hali hazırdaki iş modeli örneklerinin çağa uygun kılınması ve yeni modellerin ortaya çıkması mümkün kılınmaktadır. Örneklerle çeşitlendirmek gerekirse; enerji hizmetleri, sağlık sektörleri ve otomotiv endüstrisi de içinde olmak üzere pek çok sanayi sektörü, yeni sistemleri içeren değer zinciri örnekleriyle yeni bir yapılanmaya ve dönüşüme gideceği öngörülmektedir (Soylu, 2018: 46).

2.4.2. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti Sanayi 4.0'ın en büyük teknolojik uygulamalarından biridir. Endüstri 4.0 devriminin temel taşı olan akıllı makinelerin birbirleri arasındaki veri akışına Nesnelerin İnterneti sistemi ön ayak olmaktadır. Nesnelerin İnternetinin ortaya çıkışında yapay zekanın gelişmesi ve akıllı mobil telefonların hızla artması, cihazlar arası komünikasyonun sağlanmasının gerekli bir hale gelmesi önemli bir faktördür. Nesnelerin İnternetine teşvik konusunda ki önemli gelişmelerden biri ise sensör ve kablosuz ağ fiyatlarındaki azalış olduğu ifade edilmektedir (Yıldırım, 2019: 53). Makine ve cihazların nesnelerin interneti doğrultusunda birbirleri arasında sağladığı veri alışverişi, cihazların bulunduğu çevrede de bazı değişikliklere sebebiyet verebilir. Bunun en bariz örneği ise yangın alarmlarıdır. Nesnelerin internetinin Sanayi 4.0 döneminin başlamasında önemli bir payı olduğu ifade edilmektedir (Denek, 2019: 12).

Yazılımlar ve bilgi işlem sistemleri, nesnelerin interneti sistemini işlevsel kılmakta ve komut verir hale getirmektedir. Bu sistem; aktarılan verileri, hali hazırda tanımlanan algoritmalarla karşı karşıya getirerek, aralarından en uygun çözümün sunulması ve bunları komutlar şeklinde diğer cihazlara gönderilmesi şeklinde bir veri dolaşımı sunmaktadır (Kılıç, 2020: 1168). Sistemin işlemesi için ilk olarak belleğinde tanımlanan hareket ve komutlar zinciri olması gerekmektedir. Bütün hareketler sisteme birbirinden farklı algoritmalar ile aktarılır. Tanımlama ve algılama sistemi, cihazın durum tespiti yapabilmesi için kritik bir noktadır. Radyo frekansları, sensörler ve bazı barkod uygulamaları gibi

teknolojiler bu sistemin algılamasını sağlamaktadır. Bulut bilişim sistemleri ve kablosuz ağlar aktarılan verilerin transferini sağlar. Sistem tarafından ayıklanan veriler en optimal çözümü sağlar. Bütün komut alma süreci ve tepki verme süreçleri eş zamanlı olmaktadır (Seyhan, 2017: 17).

Nesnelerin interneti gömülü akıllı nesneler (McFarlane vd, 2012):

1- Benzeri bulunmayan bir kimliğe sahiptir.

2- Aktarılan verileri hafızada tutma ve depolama özelliği taşır.

3- Çevresiyle sürekli ve etkin bir iletişim ağı vardır.

4- Ürünün özelliklerini ve ürün taleplerini göstermek amacıyla bir dil belirler.

5- Kendi geleceğiyle alakalı karar verme özelliğine sahiptir.

Bu sistemin gelişim safhasında ise; Yan'ın (2008) araştırmasında bahsettiği üzere temeli RFID yani radio frequency identification teknolojisine dayanmaktadır. Bu teknoloji yayılan radyo dalgalarını veri olarak saklayan ve tutan bir sisteme sahiptir. Yaklaşık 60 yıldır aktif olarak kullanılan bu teknoloji, yaygınlığını korumakta ve hatta nesnelerin interneti gibi sistemlerin doğuşuyla artırmaktadır. Kütüphane kitaplarının sistem entegrasyonundan kredi kartlarına kadar birçok şeyde faal kullanılmaktadır. Entegre devre teknolojisinin gelişmesiyle bilgisayarlar günümüzdeki boyutunu almış ve sensörlerle beraber akıllı cihazların oluşmasına olanak sağlamıştır (Güleren, 2017: 23).

Endüstri kapsamında bu sistemin ilk uygulamalarından biri lojistik ve tedarik zinciri yönetimi olarak gösterilmektedir. RFID, tedarik zincirinden dağıtıma, dağıtımdan envanter yönetimine kadar pek çok alanda senelerdir kullanılmaktadır. RFID ve Kablosuz Sensör Ağları yani WSN Nesnelerin İnternetiyle gerçek zamanlı bilgi aktarma sistemleriyle entegre bir şekilde kullanılan teknoloji, tedarik zinciri ve lojistik operasyonlarına türlü katkılarda bulunmaktadır. Bunlar; akıllı envanter yönetimi, akıllı ulaştırma, akıllı depolama ve akıllı

perakende süreçleri şeklinde sıralanabilir (Öznur, 2017: 16). Şekil 2'de ise Nesnelerin İnterneti sisteminin lojistik sürecindeki işlevleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Lojistik 4.0: Nesnelerin İnterneti
Kaynak: Ulusoy, 2019, s.43

Pasif RFID etiketleri her ne kadar eldeki ürünün takibi konusuna yeterli gözükse de sensörle entegre çalışan aktif RFID etiketi bir ürünün kullanımına, durumuna kadar pek çok bilgiyi bize aktarmaktadır. Basınç, sıcaklık, nem, titreşim gibi değerlerden geri dönüş alan sensör bunları sinyallere dönüştürerek, değişimleri tespit etmektedir. Ürün modeli, seri numarası, üretim tarihi, satış tarihi, malzeme listesi gibi bilgileri hafızasına kodlayan RFID etiketleri ürünlere yerleştirilir ve olası bir onarım ve bakım işleminin ardından güncellenebilir. Ürünlerin sıklığı ve aktiflik süresi, kullanım sırasında meydana gelen çevresel değişiklikler gibi dinamik veriler ise sensörler aracılığıyla kaydedilmektedir (Torğul, 2017, 24).

Nesnelerin İnterneti sanayi ve lojistik süreçlerinin yanı sıra günlük yaşantımızda da bize kolaylıklar ve avantajlar sağlamaktadır. Örnek olarak: 2014'ün ilk ayında Google tarafından 3,2 milyar dolara satın alınan Nest cihazı, ofislerin ve evlerin sıcaklığını dışarıdan

kontrol etme ve ayarlama avantajını sağlamaktadır. Ofisin veya evin içinde sistemin bir parçası olan duman dedektörü sayesinde ise acil durumlarda sinyal verebilme özelliği de taşımaktadır. Futbolda kullanılan Adidas markasının ürettiği akıllı top sayesinde ise kaç penaltı vuruşunun ağlarla buluştuğu, topların kaç km/h ile gittiği gibi istatistiklerde tutulabilmektedir (Kayapınar, 2017: 25).

2.4.3. Büyük Veri Analitiği

Çağımızda mobil cihazların ve internetin kullanımı bir hayli artmıştır. Bunun bir neticesi olarak iletişim kuvvetlenmiş, bilgi paylaşımı ve bilgiye erişim kolaylaşmış, artmıştır. Fazlasıyla bilginin yer aldığı sanal mecralarda doğru ve güvenilir bilgilerin elimine edilerek seçilmesi ve saklanabilir hale gelmesi Büyük Veri teknoloji sayesinde mümkün kılınmaktadır. Buradan yola çıkarak büyük veri; bloglar, sosyal mecralardaki paylaşımlar, web sunucu loğları, sanal istatistikler ve iklim sağlayıcılar vb. sensörlerden aktarılan bilgiler ve GSM operatörlerinden elde edilen veriler gibi pek çok farklı kaynaktan toplanan verilerin, depolanmasına olanak sağlayan bir teknolojiye dayanmaktadır (Tutar, 2018: 84).

İnternet ağları vasıtasıyla pek çok miktarda elektronik aletlerin birbirine bağlanmasıyla beraber aktarılan ve paylaşılan veri miktarının da bu doğrultuda fazlaca artması, haliyle biriken verilerin geleneksel metotlarla incelenmesi zor bir hale gelmiştir. Verilerin bir yığın haline dönüşmesinin ve karmaşık bir hale gelmesinin önüne geçmek amacıyla verileri ayırt eden ve birbiriyle ilişkili hale getiren sistem büyük veri analitiğidir. İşletmeler sayısal verileri işleme, analiz etme ve yönetme hususundaki gereksinimlerini büyük veri analizinin sağladığı istenilen zamanda erişim ve karar verme opsiyonları sayesinde kolayca karşılayabilmektedirler (Ulusoy, 2019:16).

Büyük veri analitiğinin endüstriye katkıları şu şekildedir (Erdem, 2017: 13);

- Müşteri ilişkilerini yönetme ve yürütmedeki aksaklık ve risklerin ortadan kaldırılması,

- Anapara harcamalarının minimize edilmesi,

- Yarı otonomları barındıran değer zincirine karşılık endüstriyel işlemlerin optimize edilmesi,

- İç içe geçmiş, karmaşık sistemlerde otomatik karar sisteminin harekete geçmesi.

Büyük veri teknolojisi, tahminde bulunabilmek, bir anlayış getirmek, doğru analizler yapabilmek ve kararlar verebilmek, keşfedebilmek ve karmaşık verilerden seri bir biçimde değerli bilgiler çıkarabilmek için yeni işlem metotlarından faydalanmaktadır. İleride, CPS içindeki atölye ekipmanları, kurumsal bilgi sistemlerini ve sensörlerden aktarılan verilerin birbirleriyle entegrasyonunu sağlayacaktır. Üretim safhasını şekillendirecek kararları muhafaza etmek, analizini sağlamak için bulut bilişim vasıtasıyla büyük miktarlarda veri yüklemeleri yapılacak, böylece büyük veri analizi, üretim süreçlerini optimum hale getirecektir. Bunun etkisi ise maliyetlerin minimize edilmesi ve operasyonda maksimum verimin sağlanması şeklinde olacaktır (Mutlu, 2019: 23).

2.4.4. Akıllı Fabrikalar

CPS ve nesnelerin interneti vasıtasıyla iletişim kurulduğu ve bu iki kavramın birbiriyle ilişkili olduğundan bahsetmek gerekmektedir. Bu teknolojiler, insan, kaynak ve makine kavramlarının birbirleriyle ortak bir iletişim ağı kurduğu ve merkeziyetsiz bir üretime dayalı akıllı fabrikalara imkan sağlamaktadır. Ürünlerin, nakliye sistemlerinin, teçhizatın ve insanların gümünüzde yakın temaslar içinde bulunduğu ve ifade edilen olguların iç içe olmasının gerekmediği, üretim anlayışının değiştiği sisteme akıllı fabrikalar denilmektedir (Mutlu, 2019: 23-24).

Akıllı fabrikalarda mamullerle, sensörler aracılığıyla iletişim kurulmakta ve internet sayesinde komutları algılama teknolojisine sahiptirler. Ürünler ayırt edilebilir ve tanımlanabilir bir şekildedir. Makineler bilgi aktarımı yapmakla kalmayıp, süreç kontrolü ve yönetimi yapmakta, bir problem olması halinde bakımının yapılacağı bir sisteme tabi tutulmaktadır. Kısaca akıllı fabrikalar; minimum insan faktörüyle, makineler, robotlar ve diğer entegre cihazların birbiriyle iletişim içinde olduğu bir sistemi ifade etmektedir. Cihazların birbiriyle iletişimini sağlayan bir başka teknoloji ise nesnelerin interneti

teknolojisidir. İhtiyaç duyulan veriler de büyük veri analizi teknolojisinden elde edilmektedir (Ak, 2018: 35).

Günümüzde karmaşık bir yapıya bürünen üretim sistemleri akıllı fabrikalar sayesinde bu karmaşıklıktan kurtulmakta ve üretim esnasında meydana gelebilecek sorunlar ortadan kalkmaktadır (EBSO, 2015: 16). Siber fiziksel sistemler vasıtasıyla, an ve an kalite bilgisi alınmakta, fiyat üstünlüğü ve zaman oluşturulmaktadır. Bu fabrikaların esneklik, arıza bildirimi ve ölçümü, risk yönetimi ve öğrenebilme gibi sağladığı avantajlar vardır. Lojistik süreçlerini daha basit kılan, sürdürülebilirlik sağlayan ve yarattığı geri dönüşüm sayesinde kaynaklardan maksimum yararlanmak gibi artıları da mevcuttur. Müşteri isteklerine çok hızlı bir şekilde karşılık verebilmek ve JIT yani tam zamanlamalı üretim yöntemiyle maliyetler minimize edilmektedir. Üretim süreçleri siber fiziksel sistemlerce denetlenir ve daha esnek hale getirilerek üretimde performans artışı sağlanmaktadır (Ak, 2018: 35-36).

2.4.5. Üç Boyutlu Yazıcılar

Endüstri 4.0'ın teknolojilerinden biri olan üç boyutlu yazıcılar malzemelere birbirini takip eden katmanlar ekleyerek nesne oluşturan bir üretim sistemi olarak ifade edilebilir. Üretimde esneklik seviyesini yükseltmesi ve farklı sayıda ürünlerin ortaya çıkması gibi avantajlı durumlar sağlamakla beraber yenilikçi çözümleri de beraberinde getirmektedir (Miller, 2019: 7179). Üretim yerlerinde ürün çeşitliliğinin artırılması ve esneklik sağlanması gibi durumlar oldukça maliyetlidir. Ar-ge çalışmalarının geliştirilmesi de sağlam bir maliyet oluşturmaktadır. Günümüzde üç boyutlu yazıcıların getirdiği maliyetler azalmakta ve işlem (üretim) kapasiteleri de ters orantıda artmaktadır. 3D yazıcılar artık üretimde değişimi simgelemektedir (Pamuk, 2019:19).

Seri üretimin pozitif bir değer sağladığı aşikardır. Bu tarz üretimlerde tasarımı gönderme, prototip beklemesinden oluşan zaman kayıpları ve ürünlerin lokal pazara ulaştırılması zor bir hale gelmektedir. Bu süreçte müşterilerin talepleri farklılaşır, yeni bir akım veya trendler ortaya çıkar ve rakipler pazara dahil olabilir. Günümüzün artık bilgi çağı olması rekabeti artırmış, seri üretim zorunluluğu artmış ve maliyetler azalmıştır. Üç boyutlu baskı gibi yeni nesil teknolojiler üretim hatlarını dönüştürmüştür. Sensör ve görüntü

sistemleri pek çok üretim tesisindeki işleri azaltmış ve aynı oranda montaj faaliyetlerini de minimuma çekmiştir (Tuğlu, 2017: 20).

2.4.6. Otonom Robotlar

İşletmeler genel itibariyle robotları ve robotik sistemleri karmaşık işler için kullanmaktadır. Fakat robotların tercih edilebilirliğini sağlamak için geçmişten günümüze geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmiştir. Yıllar geçtikçe biraz daha karar verebilen bir hale evrilmiş daha esnek ve işbirlikçi bir modele bürünmüştür. İlerleyen dönemlerde birbirleriyle ve çalışanlarla iletişimde olabilecek ve iş öğrenme yetisine sahip olacaklardır. Böylece gelecekte maliyetler bir hayli azalacaktır. Robot üreticilerinin bazıları çağımızda birbiriyle iletişime geçen akıllı robotlar üretmektedir. Hatta bu robotlar birbirleriyle iletişime geçmenin yanında üretim süreçlerine de dahil edilmiştir. İleri teknolojiyle üretilmiş sensörler ve kontrol mekanizması için üniteler bu robotlar için tasarlanmıştır (Yılmaz, 2019: 17).

Çoğunlukla bir komut ve sistem içerisinde çalışan cihazlar robot olarak adlandırılmaktadır. Otonom makineler yani başka bir deyişle robotlar insan unsuruna gerek olmadan, komut sistemiyle çalışan yarı bağımsız cihazlardır. Robotlar üzerine çalışanlar son zamanlarda, robotlara insansı özellikler eklemeye çalışarak, makine ve teçhizatla etkileşim içine girmesi üzerine gelişmeler kaydetmektedir. Robotlar insanlara bağlı hareket edebildiği gibi bilgisayar aracılığıyla da hareket edebilmektedirler (Zorlu, 2018: 74).

Küçük ve orta ölçekli işletmeler için endüstriyel olarak tasarlanan robotları daha elde edilebilir kılmak amacıyla, robotların kiralanabilmesi üstüne son zamanlarda düşünülmektedir. Robotlara olan talep son zamanlarda artmakta ve buna istinaden çözümler üretilmeye çalışmaktadır. Bunun en büyük sebebi programlanabilir olması ve esnek bir yapıda ilerleyen otomasyon süreçlerine ihtiyaç duyulmasıdır. Pek çok endüstri ve sektörde robotların üretim hususunda avantajlar getireceği yadsınamaz bir gerçektir. Doğru ve etkili bir kullanım neticesinde müşteri talebi odaklı üretimlerin daha da basitleşeceği ve buna istinaden satışların artacağı ön görülmektedir. Üretim safhasına basit bir şekilde uyum sağlayan ve kullanımı kolay olan robotların önemi zaman geçtikçe artacaktır (Duruk, 2019:90). Robot kullanımının bazı getireceği avantajlar aşağıdaki gibidir;

- Üretim kalitesinde artış,
- İş kazalarını önleme ve daha az yaralanma riski,
- Üretimde maliyetlerin uzun dönemde ciddi bir oranda azalması ve satışların miktarının yükselmesi,
- İnsan hatalarının ve molaların olmaması ve dolayısıyla daha etkin bir üretim sağlaması,
- Kolay kullanım ve insan odaklılığı,
- Arıza, bakım ve onarım süreçleri haricinde 7/24 çalışma olanağı sunması.

2.4.7. Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik

Simülasyon kelime anlamı olarak bir sisteminin taklidinin kullanılması olarak ifade edilebilir. Bu doğrultuda simülasyonlar, sistem nesneleri içerisinde kodlanmış ilişkileri içeren süreçlerin benzer bir modelidir. Aynı zamanda bilgisayar gibi çeşitli teknolojik araçlar vasıtasıyla deneyler yapma olanağı sağlayan, mekanizma veya sistemlerin orijinal yapısını anlamak için matematiksel ilişkiler barındıran bir metottur. Fabrika ve üretim tesislerinde kullanımının artması beklenen bu sistem, senkronik verilerden yararlanılarak oluşturulmuş sanal modellemeler ile fiziksel dünyanın sanal gerçekliğini yaratacaktır. Böylece üretim safhasında yararlanılan makine değişkenleri gerçek dünyaya geçmeden evvel sanal dünyada testi gerçekleşecektir. Ek olarak kalitede artış ve kurulum sürelerinde kısalma vb. faydalarda sağlayacaktır (Ulusoy 2019: 20).

Arttırılmış gerçeklik kavramı ise ses, video, GPS verisi, fotoğraf ve grafikler gibi dijital olarak oluşturulan ve duyuyla ilgili anlam ifade eden faktörlerin gerçek dünya ile tümleşik olması neticesinde ortaya çıkan yeni bir duyusal ortamın doğrudan veya dolaylı olarak canlı halini ifade etmektedir. Arttırılmış gerçeklik vasıtasıyla beşeri duyuları faaliyete sokarak girdiler bilgisayar yoluyla çoğaltılarak yeni bir gerçeklik ortamı yaratılmaktadır. Artırılmış gerçeğe bir örnek olarak futbol maçlarındaki seyircilere animasyon veya gerçek

görüntü üzerinde bir pozisyonun (ofsayt çizgisi, serbest vuruş mesafesi) açıklanmasıdır. Zenginleştirilmiş gerçeklik ile ilgili ortaya çıkarılan datalar kuramsal bir şekilde insanların bütün duyularına seslenecek biçimde düzenlenebilecek şekilde geliştirilebilse de artırılmış gerçeklik genellikle bir hizmet şeklinde anlaşılmakta ve kullanılmaktadır (Koçak, 2019: 32). Şekil 3 ve 4'te bunların örnekleri mevcuttur.



Şekil 3. Volkswagen İşletmesinin Marta Projesinde Yararlandığı Artırılmış Gerçeklik Görüntüsü

Kaynak: Koçak, 2019: 34



Şekil 4. Operasyonel Bakım ve Faaliyetlerinde Yararlanılan Artırılmış Gerçeklik Uygulaması

Kaynak: Koçak, 2019: 35

2.4.8. Siber Güvenlik

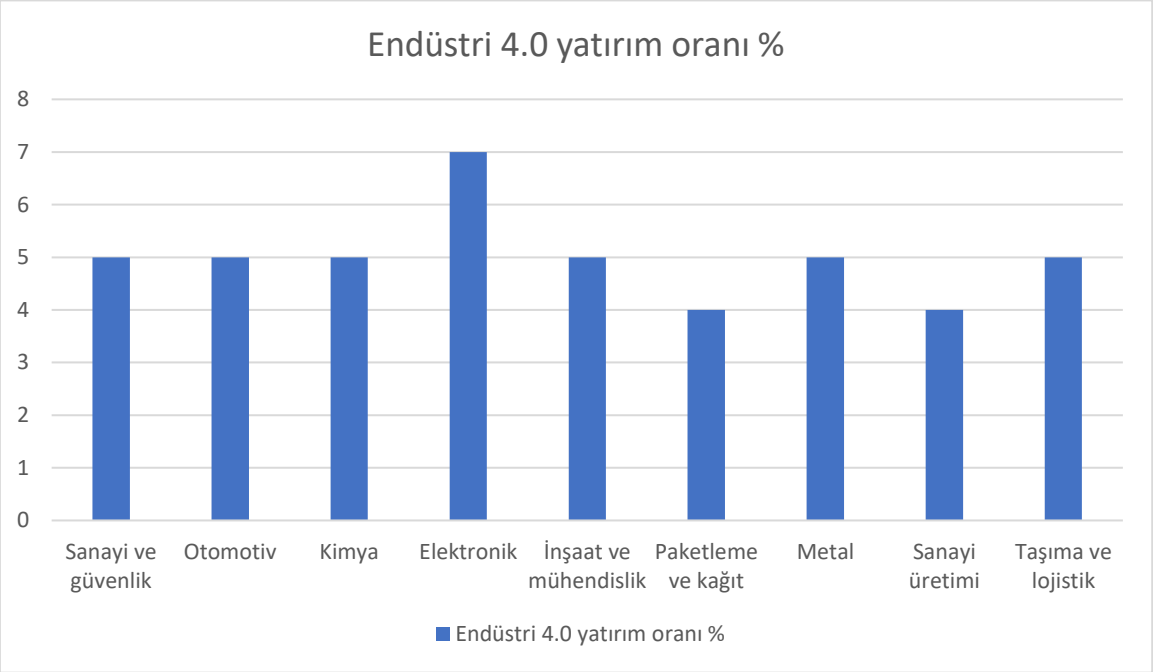
Bilişim sisteminin sık kullanılmasının getirdiği en büyük problem güvenliktir. Endüstri 4.0'ın bağlı olmayanı bağlı bir biçime sokmaya çalışan bir devrim olmasından dolayı güvenlik çok önemlidir. Akıllı fabrikalar ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerden dolayı bağlantı sayısında ciddi bir artış olacaktır. Cihazların kendi arasındaki bağlantılar ve bu cihazların bulut sistemlerine bağlı olması fabrikaların/üretim tesislerinin sistemini oluşturmaktadır. Tüm bunların yanı sıra teslimat sürecinde ve sipariş alım aşamasında bu bağlantılar kullanılmaktadır. Bu yüzden güvenlik akışın problemsiz işleyebilmesi için son derece kritik bir unsurdur (Çelik, 2019: 32).

Birçok uygulamada veri toplama sistemleri aktif olarak kullanılmakta ve bazen bu verilere siber saldırılar gerçekleşmektedir. Bu doğrultuda firmalar kıymetli verilerini güvenli bir şekilde muhafaza etmek ve kullanabilmek için siber güvenlik hususunda tedbirler almalıdır. Bu güvenlik önlemleri üç faktörlüdür. Birincisi; güvenlik mimarileri yani nesnelerin internetinde teknolojisindeki veri akışları için birtakım güvenlik mimarilerinden oluşan duvar. İkincisi; bütünlüğün doğrulanması yani bir nevi mekanizmanın onay sistemi. Son olarak ise aygıt yönetimi yani kullanıcının işlem yapmasına gerek kalmadan cihazın eşleştirme gerçekleştirmesidir (Ak, 2018: 39).

2.5. Endüstri 4.0'ın Türkiye ve Dünya Üzerindeki Etkileri

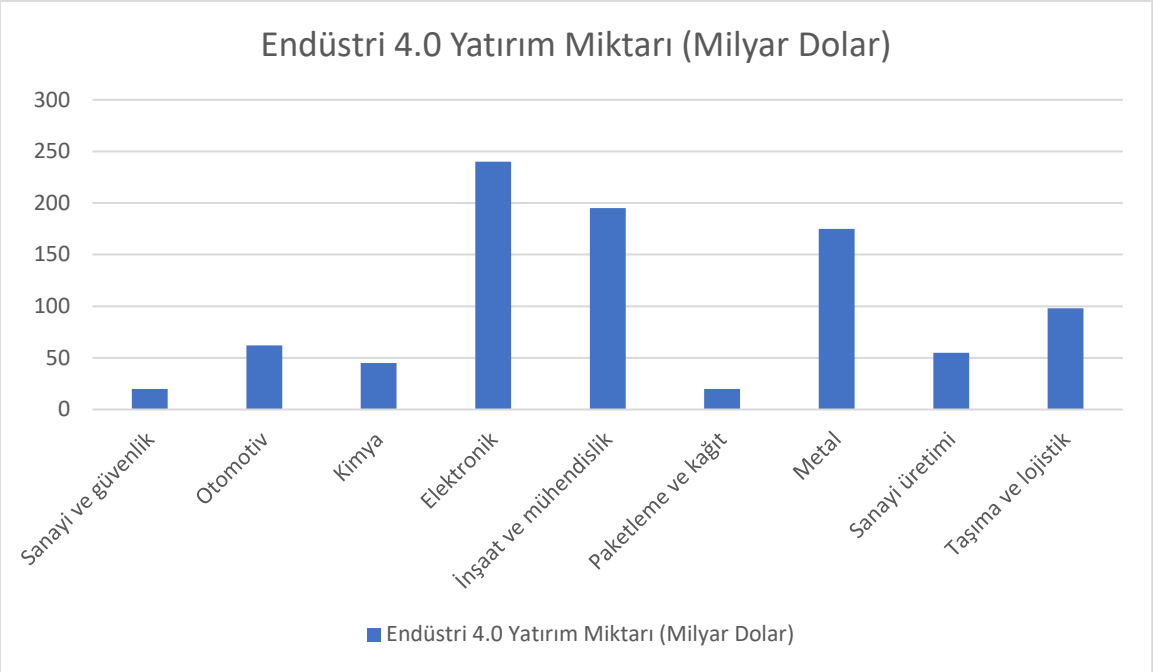
Ülkelerin gelişiminde pek çok faktör vardır. Bunlardan biri ve en önemlisi ise endüstri devrimleridir. Birinci sanayi devriminde İngiltere'nin teknolojik yeniliklerinden bahsedilirken, Endüstri 4.0 ile bu kez Almanya teknolojik gelişmeleriyle bu devrimin öncüsü niteliğindedir (Bulut ve Akçacı, 2017: 70). 2011 yılında Almanya'da duyulan bu devrim, tüm dünya ve Türkiye tarafından kaçmaması gereken bir fırsat olarak değerlendirilmelidir. Ülkelerin aralarında teknolojik yarış içinde olduğu bu dönemde, bütün dünyanın gelişmelerini yakından takip ettiği ve sistemlerine entegre etmeye çalıştığı Sanayi 4.0, gelişen teknolojiye ayak uydurabilmek ve en iyiyi, en hızlı bir şekilde meydana getirebilmek ve fark yaratmak açısından son derece önemlidir.

PWC firması tarafından gerçekleştirilmiş Sanayi 4.0 bazlı bir çalışmada, sektör bazlı yeni teknolojilere yaptıkları veya yapmayı planladıkları yatırım miktar ve oranları Şekil 5'te gösterilmektedir. En çok yatırım elektronik sektörü gibi teknoloji yoğun bir sektörde saptanırken, gelecekte ise inşaat ve elektronik sektörlerinde yapılacağı analiz edilmiştir. İlerleyen dönemlerde hangi alanlara ne kadar teknolojik yatırımlar yapılacağı ise Şekil 6'da gösterilmektedir (MÜSİAD, 2017; 90).



Şekil 5. Dünya'da Sektörlere Göre Sanayi 4.0 Yatırım Oranları

Kaynak: MÜSİAD, 2017, s.90.



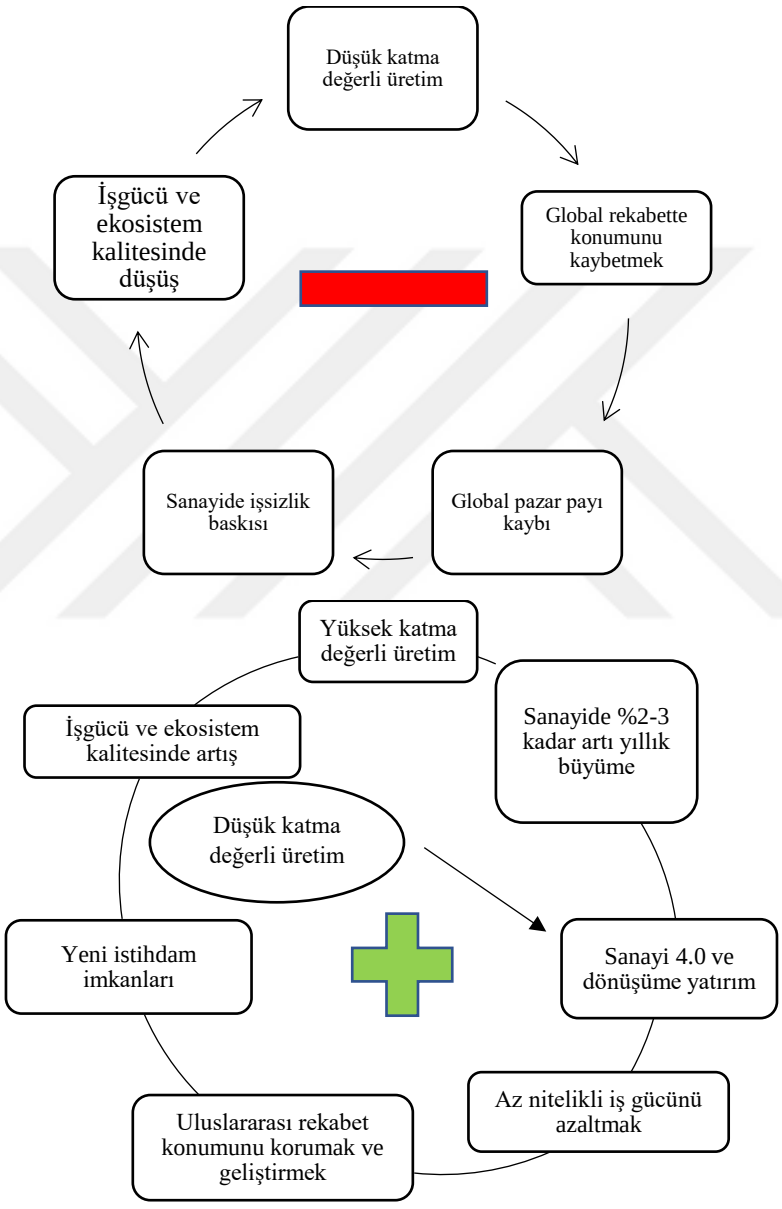
Şekil 6. Dünya'da Sektörlere Göre Gelecekte Sanayi 4.0 Yatırım Miktarları
Kaynak: MÜSİAD, 2017, s.91.

Türkiye, gerek lojistikte büyük önem taşıyan coğrafi konumu gerekse düşük maliyetli üretim gerçekleştirebilmesini sağlayan işgücü sermayesiyle beraber uluslararası rekabete girebilecek, sağlam bir yapıya sahiptir. Fakat, ithalat konusunda yüksek dışa bağımlılık ve ithalatın, ihracata oranla düşük olması, kalifiye olmayan işgücü ve iş görenlerin çalıştığı yerden ayrılma hızı Türkiye'nin rekabetteki avantajlarını geriye çekmektedir. Bütün bunların dışında, Sanayi 4.0 ile çalışan gücüne ihtiyacın azalması, maliyetlerin düşmesi Türkiye'nin rekabette olduğu ülkelerin verimliliğini artırırken, rekabet seviyesini de önemli ölçüde aşağıya çekecektir (Kara, 2020: 81).

Endüstri 4.0, Türkiye için bir yol ayrımını ifade etmektedir. Türkiye, son sanayi devriminin gerisinde kalarak rekabetçiliğini kaybedecek veya çeşitli yatırımlarla beraber diğer ülkelerden rekabet gücü açısından geride kalmamak için çabalayarak, ekonomide yerini sağlama alıp, söz sahibi olacaktır (TÜSİAD, 2016: 33).

Sanayi 4.0 ile hayatımıza giren teknolojilerin Türkiye'de kullanımı ülkeye katma değerli üretimini sağlamasının ardından, yeni istihdam alanları, küresel rekabet ve kaliteli iş gücü gereksinimini de getirecektir. Uluslararası rekabetin artmasıyla birlikte üretim

konusunda; yüksek üretim hızı, esneklik, yüksek kalite ve düşük fire, yüksek maliyet verimliliği, teknoloji platformları ve kalifiye iş gücü gibi getiriler olacaktır. Sanayi 4.0 devrimine entegrasyon sağlayamayan, adapte olamayan, yatırımlar yapmayan ülkeler düşük katma değerli üretim döngüsüyle rekabet piyasasında rol alamayacaktır. Şekil 7'de Endüstri 4.0'ın Türkiye açısından rolü gösterilmektedir (TÜSİAD, 2016: 37).



Şekil 7. Endüstri 4.0'ın Türkiye Açısından Rolü

Kaynak: TÜSİAD, 2016, s.37

Dış ticaret yapısı da Endüstri 4.0'la birlikte değişim ve gelişim göstermektedir. Değişimler doğrultusunda ithalat ve ihracatta sadece ürün değil veri ticareti de gerçekleşmektedir. Bunlar; dijital bilgisayar oyunları, teknik çizimler, bilişim hizmetleri, müzikler ve E-kitaplar şeklinde sıralanabilmektedir (Kazdağlı, 2015: 31).

Endüstri 4.0 devriminin en mühim amaçlarından biri ise insan emeğinin minimuma çekilerek, üretimde hız kavramının değer kazanması ve artırılmasıdır. Çalışan emeğine olan ihtiyacın Endüstri 4.0 ile gitgide azalması beraberinde ucuz işgücünün önemini de azaltmaktadır. Tüm bunlar ise uluslararası ekonomik düzeni ve dengeyi etkilemektedir. Sanayi 4.0 devrimini aktif bir şekilde kullanan; Almanya, Japonya ve Günay Kore gibi teknoloji yoğun sektörlerde başarılı ülkeler, üretimde kullandıkları yüksek teknolojili ürünlerinde katkısıyla dış ticaret fazlası vermektedirler. Yapılan çalışmalar ise Sanayi 4.0 uygulamalarının kullanılmaması durumunda tam tersi bir şekilde dış ticaret açığı verme gibi bir ihtimalin olacağını açıklar niteliktedir (Özkan vd., 2018: 42).

2.6. Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri kavramının değer kazanması ve ortaya çıkışının üç temel sebebi vardır. Bunlardan ilki firmalar arası rekabetin boyut atlayarak tedarik zincirlerine sirayet etmesi ve bu sayede tedarik zincirinin de rekabette önemli bir faktör olması. İkincisi bilişim teknolojilerinin gelişim ve değişim göstermesiyle firmalar arası ilişki ve bağların şekillenmesi ve entegrasyon süreci. Üçüncü ve son olarak ise küreselleşme ile artan pazar sayısı, rekabet seviyesi ve tedarik yapılarında gelişim göstermenin zorunlu hale gelmesidir (Yazgan,2017:9).

Tedarik zinciri temelinde ürünü imalatçıdan ve dağıtım zincirlerinden başlayan ve son halka olarak nihai tüketiciye kadar giden akışın tümünü kapsar. Bazı tedarik zinciri yapılarında az miktarda hizmet sağlayıcılar mevcutken bazılarında bunun sayısı daha fazladır. Bunun temel sebebi firmaların bu süreç içerisindeki hizmetlerin çoğunluğunu kendi başına gerçekleştirmesidir. Satın alma, talep yönetimi, üretim planlaması, ürün tasarımı ve geliştirme de dahil, tüm varlık ve operasyonların etkili bir biçimde gerçekleştirmek ve kontrollerini sağlamak ise tedarik zinciri yönetimini kapsamaktadır (Bozdam,2019:13).

Bu bölümde başlangıçta tedarik zinciri kavramı ve tedarik zinciri yönetimi ele alınarak, tedarik zincirinin halka ve ilişki yapıları, stratejileri ve endüstri 4.0 ile bütünleşen dijital ve küresel tedarik zinciri kavramları incelenecektir. Ayriyeten üç tedarik zincirinden biri olan yalın tedarik zinciri ana hatlarıyla anlatılmış ardından ise çevik tedarik zinciri ve bu iki stratejinin birlikte kullanılmasından ortaya çıkan hibrit tedarik zinciri stratejisi ele alınmıştır. Yalın tedarik zinciri stratejisi T.Z'deki atık ve fazlalıkların azaltılmasıyla karlılık oranını ve verimliliği yükseltmeye yönelik çabaları kapsamaktadır. Çevik tedarik zinciri stratejisi ise kısaca talep odaklı ağ yönetimi, arz ve teslimat esnekliği gibi ilkelere dayanmaktadır. Hibrit tedarik zinciri stratejisi ise bu iki stratejinin karması şeklindedir.

2.6.1. Tedarik Zinciri Kavramı

Tedarik zinciri (Supply Chain), pek çok yazar ve araştırmacı tarafından literatürde ele alınmıştır. Ele alınan bazı tanımlar ise şu şekildedir:

Belli bir döngüyü kapsayan tedarik zincirini oluşturan ağlar; iş ortakları, imalatçılar, perakendeciler, tedarikçiler ve müşterilerdir. Bu ağ arasında yürütülen süreçte kaynakların etkili kullanımı, maliyetlerin mümkün olduğunca azaltılması, müşteri isteklerinin zamanında ve etkin bir şekilde karşılanması, belirli bir plan çerçevesinde; hızlı, esnek ve sorunlara çözüm bulmaya yönelik stratejiler geliştirme esas alınmaktadır. İmalat ve dağıtım ağını şeffaf bir şekilde belirginleştirmek ve gerçekleşmesini sağlamak temellerine üzerine kurulu bir kavramdır (Cesur, 2010: 10-11).

Tedarik zinciri kavramı; imalatçı, dağıtımcı, perakendeci ve tedarikçi gibi bazı işletmelerin bir arada işlerini yürüterek hammadde tedarik etmesi, elde edilen hammaddelerin son ürüne dönüştürülmek üzere perakendecilere taşımacılığının yapılması gibi faaliyetleri kapsayan bir ağdır (Beamon, 1998: 283).

Tedarik zinciri, çeşitli dağıtım opsiyonlarının bulunduğu, bu dağıtım kanalları vasıtasıyla nihai ürünlerin müşterilere ulaşmasını kapsayan, hammadde tedarik işlemleriyle başlayan süreçte, bu mamulleri, yarı mamul ve mamullere dönüştüren operasyonların tümüdür (Ataman, 2002: 35).

Lojistikte giderek daha fazla kullanılan bir terim haline gelen tedarik zinciri, ürünün üretilmesi ve nihai müşteriye teslim edilmesiyle ilgili her türlü çabayı kapsar. Tedarik zinciri; planlama, arz ve talebi yönetme, hammadde ve parça tedarik etme, imalat ve montaj, depolama ve envanter takibi, sipariş girişi ve yönetimi, tüm kanallarda dağıtım ve son olarak müşteriye teslim olmak üzere tüm bu süreci geniş bir şekilde tanımlamaktadır (Lummus ve Vokurka, 1999: 11). Şekil 8'de tedarik zinciri ağı genel hatlarıyla gösterilmektedir.



Şekil 8. Tedarik zinciri şeması
Kaynak: Bozdam, 2019: 5.

Şekil 8'de görüldüğü gibi genel hatlarıyla tedarik zinciri yönetimi; siparişin alınması, gerekli hammadde temini, mamul tedariki, üretim safhası ve ürünlerin nihai müşteriye dağıtımına kadar süregelen akışı kapsamaktadır. Hammaddeden nihai tüketiciye bir ürün akışı sağlanırken, nihai tüketiciden hammaddeyi işleyen üretici işletmeye ise bilgi akışı sağlanmaktadır. Bu bilgiler sayesinde tedarik zinciri sürecinde iyileştirmeler yapılmaktadır. Tedarik zinciri kavramını stratejik ve operasyonel olarak ele alırsak:

Operasyonel Tedarik Zinciri: işletmelerin müşterilerine ürün ve hizmet sunabilmesi için ilk olarak gerekli girdi ve çıktıların olması gerekmektedir. Bunun için gerekli tüm faaliyetleri kapsayan sürece operasyonel tedarik zinciri adı verilmektedir (Say, 2010: 51).

Stratejik Tedarik Zinciri: İşletmelerin, pazarda stratejik bir konuma gelmesi için kendine özgü, taklit edilmesi zor olan ve rakiplerine engel oluşturacak bir tedarik zinciri modeline sahip olması durumunu ifade etmektedir (Bozdam, 2019: 6).

Tedarik zinciri kapsamında pek çok farklı tanımlamalar, zincir içerisinde farklı yapılar ve nasıl ifade edilmesi gerektiğiyle ilgili çok fazla farklı görüşler olsa da bu görüşler ortak bir payda da buluşmaktadır. Akış, süreç ve hareket gibi kelimeler pek çok tanımın içerisinde yer almakta ve ayrı görüşler arasında ortak bir nokta olduğunu göstermektedir (Tüzemen, 2017: 6).

2.6.2. Tedarik Zinciri Halkaları ve İlişki Yapıları

Tedarik zinciri yapısı, sırasıyla; firma, tedarikçisi ve müşterilerinden meydana gelen temel ve basit bir yapıdan kurulabildiği gibi bunun üstünde tedarikçinin tedarikçisi, müşterinin müşterisi gibi daha geniş çaplı bir ağdan da oluşabilmektedir. Bu ağa, hizmet veren lojistik firmaları, pazarlama, bilişim ve finans üzerine kurulu işletmelerde dahil olabilir. Aşağıda bu işletmelerin tanımı özet şeklinde yapılmıştır (Yazgan, 2017: 12).

Üreticiler: Tedarik zinciri yapısının başladığı nokta olan üreticiler, hammaddeleri ve yarı mamulleri nihai ürünlere dönüştüren ve tedarik zincirinin yönetim aşamasına tam anlamıyla sahip olan işletmelerden oluşmaktadır.

Toptancılar: Perakendecilerin az miktarlarda devamlı satın alımlarını gerçekleştirdiği, üretici ve perakendeci arasında çok sayıda ürün stoklayan, ağın kritik bir parçasıdır.

Perakendeciler: Büyük stoklar yaparak, müşterilerine malları ufak miktarlarda satan, pazarın ve müşterilerinin talep ve yönelimlerini takip eden birimdir. Fiyat, ürün, promosyon üçlüsünü kullanarak kendilerine müşteriler bulmaya çalışan işletmelerdir.

Müşteriler: Aldığı ürünleri başka yerlere satan veya tüketici olup, kişisel ve ihtiyaçları doğrultusunda kullanan kurum veya kişilerdir.

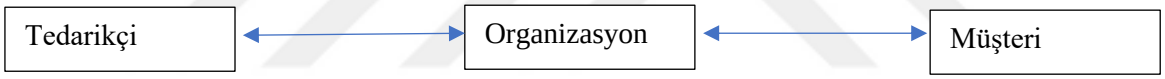
Tedarikçiler: Zincirin başlangıç noktası olmakla beraber, üreticilerin gerekli malzeme ve hammaddeyi nerelerden alacağı yönünde bilgi sahibi olan işletmelerdir. Piyasada ilk olarak arz-talep belirsizliklerinden etkilenmektedirler.

Servis Sağlayıcılar: Bunlar; bankalar, finansal kuruluşlar, bilişim firmaları, analiz ve araştırma yapan firmalar veya üçüncü parti lojistik firmaları olabilmektedir. Tedarik zinciri ağını oluşturan; üretici, tedarikçi, toptancı, müşteri ve perakendeci birimlerinin herhangi birine belirli bir alanda hizmet sağlayan, uzman firmalardır (Bilmez, 2010: 8).

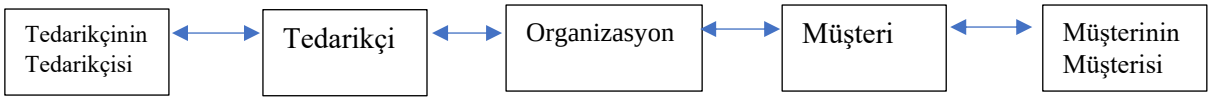
Tedarik zincirinin yukarıda bahsedilen elemanları birbirine entegre olarak çalışabilecek ilişki ağı içerisindedirler. Aşağıda farklı tedarik zinciri yapılarının tasarımını gösteren kanal ilişki tipleri şekille gösterilmiştir. Şekil 9'da basit yapıda üç firmadan veya organizasyondan oluşan bir tedarik zinciri dizaynını ifade ederken, Şekil 10'da geniş tedarik zinciri ağını göstermektedir. Şekil 11'de ise ileri düzey bir tedarik zincirinde üçüncü parti lojistik firması, pazar araştırma firması ve finans kurumlarını da içeren daha kompleks bir tedarik zincirini ifade etmektedir.

Yukarda bahsedilen tedarik zinciri yapısını oluşturan birimler birbirine entegre bir şekilde bir ağ oluşturmaktadır. Aşağıda şekillerle kanal ve ilişki türleri gösterilmiştir. Şekil 9. basit bir yapı içerisindeki tedarik zincirini ağını gösterirken, Şekil 10. daha geniş bir zincir ağını ifade etmektedir. Son olarak Şekil 11. ise diğer iki ağdan farklı olarak üst düzey bir ağ içerisinde; finans kurumları, servis sağlayıcılar ve araştırma firmalarını gösteren daha karmaşık bir tedarik zinciri yapısı göstermektedir (Yazgan, 2017: 13).

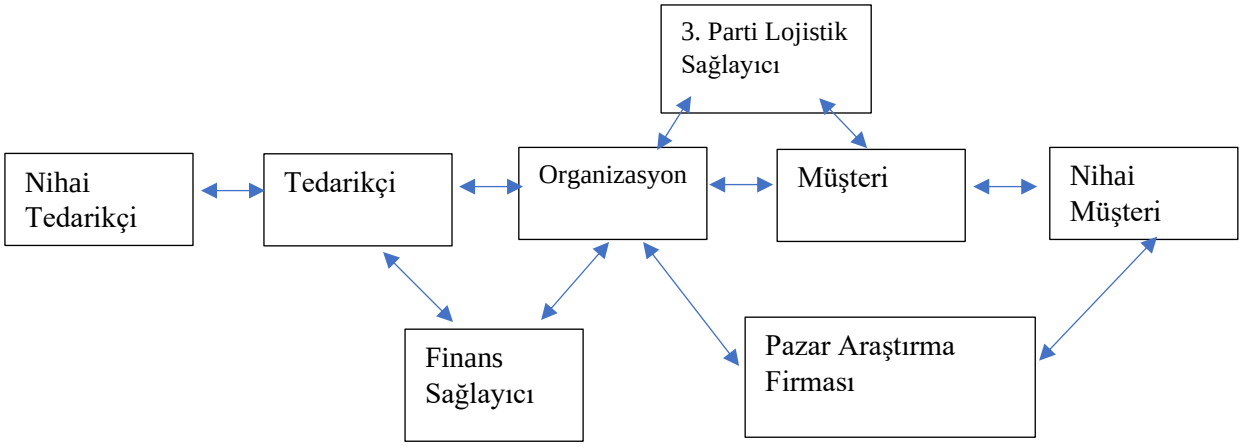
Şekil 9. Basit Yapılı Tedarik Zinciri Şeması



Şekil 10. Genişletişmiş Tedarik Zinciri Yapısı



Şekil 11. Kompleks ve İleri Düzey Tedarik Zinciri Yapısı



2.6.3. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi temel olarak firmaların dışındaki tedarik safhasını gerçekleştirenlerin yönetimi ve bu süreçteki birimlerin etkili olabilmesi, tüketici ve firmalar arasındaki bağlantıların iyileştirilmesi, pazara olan duyarlılığın arttırılması ve rekabet gücünün geliştirilmesi şeklinde ifade edilmektedir. İşletme kaynaklarını bir bütün şeklinde değerlendiren bir prensip olarak tanımlanan tedarik zinciri yönetiminde asıl amaç üretim kotasının genişletilmesidir. TZY'nin çevresini ana nokta olan nihai tüketici ve en son noktadaki hammadde işleyen üreticiler oluşturmakta ve merkezinde üretim çalışmaları bulunmaktadır (Bedük, 2009: 35).

TZY; tedarik etme, ürün dönüştürme, satın alma ve lojistik yönetim süreçleriyle ilgili çalışmaların yürütülmesi ve organize edilmesi şeklinde de ifade edilmektedir. Tedarik zinciri ağı içerisindeki işletmeler, üçüncü parti lojistik firmaları ve tüm müşterileri de kapsayan bir ağ üyelerinin koordine çalışması ve iş birliğinin sağlanması TZY için önem taşımaktadır. TZY aynı zamanda arz-talep ilişkisini gözetmekte ve firmalar arasında entegrasyon sağlamaktadır. Ek olarak TZY'de imalat faaliyetlerinin yanı sıra, ürün dizaynı, pazarlama-satış faaliyetleri, bilişim teknolojileri ve finans işlemlerine kadar tüm organizasyonları bünyesi kapsamına almaktadır (Say, 2010: 54).

TZY gündelik hayatımızda önemli bir yere sahiptir. Doğrudan veya dolaylı bir biçimde ekonomik ve insani hareket ve faaliyetleri etkilemektedir. Üretici ve hizmet birimlerinin pazar duyarlılığı ve esnekliğini artırmak, müşteri ve tedarikçileri organizasyona etkin bir şekilde dahil etmek amacıyla rekabetçilik anlayışını bir strateji olarak benimsetmektedir. Temel amaçları ise şu şekilde açıklanabilir (Koçarslan, 2020: 122).

- Sipariş tamamlanana kadar geçen süreci olabildiğince azaltmak,
- Zincir faaliyetlerinden doğan maliyetlerin düşürülmesi,
- Stok devir hızını kontrol altına almak ve stoklardan doğacak maliyetleri azaltmak,
- Hatalı ürünlerin imalatını azaltmak.

Bilgi teknolojinin TZY sürecindeki rolü kritik ve son derece önemlidir. Bilgi aktarımı özellikle tedarikçiler ve müşterileriler arasındaki ilişkilerin kuvvetlenmesi adına gereklidir. BT, bilgilerin bir araya getirilmesi, dağıtılması ve işlenmesi gibi aşamalardan oluştuğu için tedarik zincirinde birbirinden bağımsız yapıların etkili bir biçimde birleşmesini ve entegre olmasını sağlamaktadır. Etkili bir TZY'de yapay zekâlar, barkod okuyucu uygulamalar, otomatik tespit, veri değişimleri ve e-posta sistemleri gibi pek çok bilgi teknoloji alanına tabi olmak durumundadır. İçlerinden en çok kullanılan sistem ise elektronik veri değişimi sistemidir. Bu sistem kısaca tedarik zinciri ağı içindeki birimleri birbirine bağlayan ve bu süreçte talep ve ihtiyaçlara kolayca ve etkili bir şekilde karşılık vermesini sağlamaktadır (Bedük, 2009: 35).

Son 20 yılda, fazlasıyla artan tüketicilerin talep ve ihtiyaçları, ticari işletmelerin baskıları, devletlerin koyduğu regülasyonlar, bilgi teknoloji ve iletişimdeki keskin değişimler sürdürülebilir bir TZY kapsamında hareket etmeyi gerektirmektedir. Sosyal, çevresel ve ekonomik faktörler incelenerek TZY süreci boyunca özellikle çevresel ve sosyal faaliyetleri geliştirmeye yönelik hamleler yapılmalıdır. Sürdürülebilirliği misyon haline getirmiş firmalar, iş görenlerine, çalışanlarına, rakiplerine ve tedarikçilerine karşın sorumlu hissetmek durumundadır. Kaynakların israfını önlemek adına yeşil tedarik zinciri yönetimi anlayışı benimsenmeli, elde edilen sınırlı kaynaklar etkin bir şekilde kullanılarak mal ve hizmet olarak tüketicilere sunulmalıdır (Şişman vd., 2016: 78).

Tarihsel gelişim açısından incelediğimizde TZY, Birinci ve İkinci Dünya savaşı zamanlarında askeri anlamda lojistiğin oluşmasıyla beraber; stoklama, dağıtım ve taşıma işlemlerinin bir hayli önem taşıdığı görülmektedir. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından küreselleşmenin artmasıyla, deniz aşırı ticaret artmış ve depolama, dağıtım gibi operasyonlar önemli bir hale gelmiştir. 1960'lı yıllarda pek çok imalatçı maliyetleri minimize etmek üzerine yoğunlaşmış, savaş sonrası harcamalarını kısan firmalar kendi stoklarından yararlanıp, yarı mamullere olan yatırımlarını artırmışlardır (Tan, 2001: 40). 1970'lerde Malzeme Yönetim Modeli ile ihtiyaçların planlanması, üretim ve atölye planlama, satın alma gibi birimler tek bir çatı altında toplanmıştır. 1980'lerde ise uluslararası rekabet seviyesinin yükselmesiyle, firmalar düşük maliyetlerle kaliteli ürün sunmak durumunda kalmış ve entegre lojistik dönemi başlamıştır. 1990'lara gelindiğinde müşterilerin artık tam anlamıyla karar mercii olduğu ve müşteri memnuniyetinin önem kazandığı görülmektedir. Toptancı,

tedarikçi, üretici vb. birimler iş birliği içerisinde hareket etmeye bu dönemde başlamışlardır (Bedük, 2009: 38).

Tedarik Zinciri Yönetiminin Avantajları

Etkili bir TZY, firmaların üretim ve pazarlamayla ilgili hareketlerini pozitif yönde etkileyecek ve işletmeler için son derece önem taşıyan müşteri tatmininin artmasına sebep olacaktır (Cesur, 2010: 12). Tedarik zinciri içerisindeki her bir birimin amacı, bilgiyi zincirdeki paydaşlarına aktararak daha sağlam bir arz-talep dengesini sağlamakta yardımcı olmaktır. Tedarik zincirinin kısa vadeli ve öncelikli amaçlarından biri de gereksiz stokları eriterek üretim zamanını daraltmak ve müşteriye cevap verme hızını artırmaktır. Uzun vadede ise müşterilerin beklentisini doğru yer, doğru zaman ve doğru ürünle gidermektir. Böylece karlılığını ve pazardaki payını yükseltmektedir. Ürünü kaynağından nihai müşterisine kadar mümkün olabildiğince en düşük maliyet ve en kısa sürede teslim etmek tedarik zinciri yönetiminin asıl prensibidir (Bedük, 2009: 58).

Tedarik zinciri yönetimi faaliyetleri iş süreçlerini olabildiğince uygun ve basit bir biçimde yerine getirmeyi hedeflerken, tüm tedarik zinciri süreçlerini incelemek ve operasyonları iyileştirmektedir. TZY; kalite, fiyat ve teknoloji faktörlerinin geliştirilmesi, performanslarının yükseltilmesi ve uyumlu bir şekilde bir araya getirilmesini sağlamaktadır. TZY ile zincir içerisindeki diğer birimlerin karşılıklı olarak sağladığı avantajlar şu şekilde ifade edilebilir (Elagöz, 2006: 119):

- Daha az maliyet,
- Daha yüksek kalite,
- Daha yüksek esneklik,
- Daha yeni entegre teknolojiler,
- Pazarı daha iyi analiz etme ve bilme,

- Daha geniş bakış açısı ve vizyon,
- Temel yetenekler üzerine yoğunlaşma,
- Teknik uzmanlık sağlama,
- Süreçleri basitleştirme,
- Kapasitenin artırılmasına yardımcı olması.

Kalite: Geleneksel tedarik zincirinde; tedarikçiler ürünlerin dizayn süreçlerinde yer almayıp, bu konuda öneriler almazlardı. Tedarikçiler, kalite kaygısı olmadığı için düşük ücret standartlarından dolayı teslimatları vaktinde teslim edememekte ve kalitenin düşmesine sebebiyet vermekteydi. Ancak iyi bir TZY dizayn sürecinde tedarikçilerde bulunmakta ve böylece ürün geliştirme sürecinde verimlilik artmakta, maliyeti ciddi oranda düşmektedir. (Türköz, 21: 2007).

Hız: TZY'de sistem tüm süreç boyunca daha az envanter ve daha az tedarik süresinde çalışmak için tasarlanır. Böylece firmalar tüketime karşı daha esnek ve daha hızlı yanıt verebilir.

Maliyet: Genellikle dağıtım ve envanter yönetiminde TZY, gereksiz faaliyetleri eler. Bu tür faaliyetler çok daha fazla emeğe, envanter yatırımlarına, sevkiyata ve fazla evrak işlerine yol açar ve modern bir TZY bunlardan kaçınılmaktadır.

Verimlilik: Sistemi oturtulmuş ve tamamen entegre işleyen bir tedarik zinciri yönetiminde otomasyon sistemlerinde ilerleme kaydedildikçe insan emeği azalır ve dolayısıyla hatalar giderilmiş olur. Gereksiz envanter kayıtlarının yok edilmesi, çevrim sürelerinin azalması, dağıtım sürelerinde iyileştirmeler yapılması ve standardının yükseltilmesi TZY ile mümkün hale gelmektedir (Say, 2010: 92).

Etkinlik: Müşterileri ile ilgili bilgileri doğru bir şekilde kullanan firma etkililiğini yükseltebilir. Örnek olarak eksiksiz envanter kayıtlarına sahip bir satış birimi hangi siparişin,

ne zaman talep edildiğiyle ilgili bilgilere sahip olduğu için talepleri rahatlıkla görebilir. TZY'ni etkili bir şekilde kullanan firmaların organizasyon yapıları her zaman daha çok etkindir. Bu doğrultuda teknolojinin verimli kullanılmasıyla iş görenlerin de üretkenliği ve etkinliği artmıştır. T.Z etkinliğini analiz etmek önemli bir faktördür. Müşteri memnuniyeti derecelendirme, stok devir hızı kontrolü ve sipariş tedarik süresi verileri uzun vadede karlılık sağlamaktadır (Türköz, 2007: 23).

Tedarik Zinciri Yönetiminin Dezavantajları

Tedarik zinciri yönetiminin sağladığı avantajların yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. İmalat işletmelerinin hemen hemen tamamı TZY sistemlerini uygulamaktadır. Fakat bazıları karmaşık yapılara sahip olmakla birlikte, kontrol edilmesi güç ve yeterince gelişimi sağlanmamış haldedir. Rekabet ortamında firmaların süreklilik açısından analizler yapmalı ve ne konumda olduğunu incelemelidir. Firmaların öncelikli işleri sebebiyle bazı zamanlar TZY zaman kaybına yol açar ve böylece istenilen verim alınamaz. Buna sebebiyet veren en önemli etken ise işletmelerin yanlış girişimlere yoğunlaşmasıdır (Say, 2010: 78). TZY'nin sebep olacağı olası dezavantajlar şu şekilde sıralanabilir (Elagöz, 2006: 121):

- Yanlış ve zamansız girişimlere odaklanmak maliyetlerde artışa sebep olması,
- T.Z halkasındaki bazı bağımsız firmalar arasında yaşanabilecek iletişimin ve birlikte hareket etmenin zor olması,
- Firmaların birden fazla T.Z içerisinde rol alması,
- T.Z bileşenlerinin zamanında ve doğru bir şekilde oluşturulmasındaki zorluklar,
- Piyasayı yönlendiren alıcıların güçsüz tedarikçiler üstünde baskı kurması ve yapıyı bozması,
- İletişim problemleri ve yanlış bilgi aktarımlarının yaratacağı stok fazlalığı ve dolayısıyla maliyetlerde artış, verimlilikte azalış olması.

Sağlıklı bir T.Z oluşturulması için ihtiyaç duyulan bileşen sayısının bir hayli fazla olması sebebiyle, sağlam bir T.Z.Y oluşturmak firmalar için çoğu zaman güç hale gelmektedir. T.Z.Y'de çözüm bulunması gereken konulardan en önemlisi ise birbirinden bağımsız pek çok tedarikçi arasında bilgi akışının sağlanması için iletişim ve koordinasyon süreçlerinin yarattığı yüksek yatırımlı maliyetleri azaltılması veya karşılanmasıdır. Uluslararası pazarların son zamanlarda bir hayli önemli konumda olması, yeniden yapılanmaları, kaliteyi, maliyetleri ve teknoloji yatırımlarının önemini artırmıştır. Bu tarz ilişkilerde tedarikçi ve alıcı bağının güven derecesi, firmalar arası meydana gelen iş birliklerinin kalite düzeyini ve gerçekliğini belirlemektedir (Elagöz, 2006: 121).

2.7. Tedarik Zinciri Stratejileri

Geçmişten günümüze gelinen noktada, pek çok ürün karakteristiğine uygun tedarik zinciri stratejisi kullanımı artık yerin eskisine nazaran farklı özellikler barındıran, farklı pazarlara sunulmuş, farklı ürünlerin hemen hemen her biri için çeşitli stratejilerin gerektiği anlayışına varılmıştır. Temelde T.Z müşteri ihtiyaçlarını gidermek, arz-talep dalgalanmalarını analiz etme ve uygun stratejileri belirleme üzerine gelişmiş, bu üç temel prensip üzerine inşa edilmiştir (Düzgün, 2019: 34).

Piyasadaki rekabetin, ürün yelpazesinin genişlemesi, değişkenliğinin artması, müşteriye özel dizayn edilen ürün miktarının artması ve karakteristik yapısının değişmesi, raf ömürlerinin kısalması sebebiyle firmalar hayatlarını devam ettirebilmek adına yeni tedarik zincirleri tasarlamaktadır. Bulunduğumuz noktada, işletmeler çok çeşitli ve geniş bir yelpazede hizmet sunmaktadır. Bu doğrultuda T.Z stratejilerinin güncel olarak, ürüne ve talebe göre uygun bir biçimde yeniden dizayn edilmesi gerekmektedir. Günümüzde tek tip T.Z stratejileri firmaların isteklerine yanıt veremez hale gelmiş ve ürün yelpazesi genişliğinden dolayı her ürüne farklı tedarik zinciri stratejisi uygulamak gerektiği ortaya çıkmıştır (Erdoğan, 2014: 38).

İşletmeler artık son model-yenilikçi ürünler pazarından daha fazla pay alabilmek amacıyla ar-ge'ye ve ürünlerin geliştirilmesine daha fazla önem vermektedir. Piyasadaki mevcut ürünlerde yapılan değişikliklerle müşteri ihtiyaç ve beklentileri giderilmeye

çalışılmaktadır. Son olarak ise durmadan bu tarz uyarlama ve yenilikler yapılarak müşteri talep ve beklentilerine daha iyi cevap vermeye gayret gösterilmektedir (Akçi, 2012: 58).

2.7.1. Yalın Tedarik Zinciri Stratejisi

Yalın üretim stratejisi; mal veya hizmetin imalatı için gereksiz, katma değer sağlamayan operasyonların, gereksiz işgücü ve malzeme hareketlerinin, gereksiz stokların yok edilmesi, uzun süren hazırlık süreçlerinin ve hataların ortadan kaldırılması şeklinde ifade edilmektedir. Toyota Üretim Sistemi olarak da bilinmekte olan bu kavram 1950'lerde Japonlar vasıtasıyla geliştirilmiş tam zamanında üretim yani JIT (Just In Time) sistemi ile temeli atılmıştır (Akçi, 2012: 60). Bu strateji T.Z uygulamaları içinde değer oluşturmayan hareketlerin en aza indirgenmesi ve israfın en düşük seviyeye indirilmesi veya mümkün olduğunca ortadan kaldırılması anlayışından doğmaktadır. Maliyetleri minimize etmeyi hedefleyen bu sistem, verimli ve yüksek esneklikte imalatın gerçekleştirilmesi ve küçük partilerle ekonomik üretimler yapılabilirliği ilkesini benimsemektedir. Ürünlerin talepleri ön görülebildiği ve bu tahminlerin doğru ve düzenli bir şekilde yapılabilmesi halinde fazlasıyla yüksek bir kar marjı ve verimlilik sağlanabilir. (Esener, 2021: 48).

Yalın tedarik zinciri, yalın üretim tekniklerine ilave ilaveten işin tedarik zinciri boyutlarıyla ilgilenmekte ve bu zincir içerisindeki maliyetleri düşürmeye odaklıdır. Müşteri talebi, iletişim ve bilgi akışı, müşteri-tedarikçi bağlantısı gibi faktörleri kapsamaktadır. Özellikle müşteri ve tedarikçi arasındaki bilgi akışı ve ilişki, yalın tedarik zincirinin uygulanabilmesi adına kritiktir. Burada asıl amaç; doğru zaman, doğru yer, doğru malzeme, doğru kaynak kullanımı, doğru kalite, doğru miktar ve doğru fiyatta ürün imal etmektir. Gelişen ve değişen pazar koşullarına rahatlıkla adapte olamayan, genellikle stabil talepleri karşılama konusunda daha geçerli ve başarılı bir anlayış olan yalın tedarik zinciri; tedarikçi sayısını minimize ederek, dağıtım ve kalite performanslarını analiz ederek, evrak işlerini ortadan kaldırıp, tedarikçilerle uzun vadeli iş ilişkisi kurarak, stokları minimize ederek ve kayıpları ortadan kaldırarak gelişmeyi ve büyümeyi amaçlamaktadır (Erdoğan, 2014: 41).

2.7.2. Çevik Tedarik Zinciri Stratejisi

Çevik tedarik zinciri stratejisi, gelişen ve günden güne değişen müşteri ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde cevap verip, hizmet seviyesini maksimum düzeyde tutmayı hedefleyen bir stratejidir. Ana odağı verimlilik olan yalın tedarik zinciri stratejisi, faaliyet maliyetlerinin minimize edilmesinde ciddi bir etken olsa bile, değişen müşteri istek ve arzularına cevap verebilme hususunda aynı etkiyi gösterememektedir. Çevik tedarik zinciri stratejisinin iki ana unsuru vardır. Bunlardan biri, bu stratejiyi temel alan firmalar, müşteri isteklerindeki değişim ve gelişimleri yakından izleyerek, hızlı reaksiyon vermektir. Diğeri ise, bu firmalar genel itibariyle müşterileri için tasarlanmış T.Z çözüm ve imkanları sunmaktadır. Temel odağı müşteri memnuniyeti olan bu stratejide, yüksek hizmet ve kalite standardının sağlanması zorunludur (Görener, 2013: 51).

Çevik tedarik zinciri temel özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır (Waters, 2003: 68):

- En büyük hedef müşteri memnuniyetini sağlamaktır.
- Müşterilerin kolay erişimini sağlamak ve izin vermek.
- Müşterilerin tam olarak ne istediğini saptamak.
- Müşteri taleplerini karşılayacak şekilde bir lojistik süreç tasarlamak.
- Esnek olmak, müşterilerin taleplerine anında yanıt verebilmek.
- Üstün kalite ve değer göstererek saygınlık kazanmak.
- Müşteri memnuniyetinden emin olmak adına satış sonrası kontroller yapmak ve geri bildirim almaya özen göstermek.
- Rakipleri ve potansiyel müşterileri düzenli bir şekilde izleyip analiz etmek.

2.7.3. Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisi

Hibrit, bir diğer adıyla melez tedarik zinciri stratejisi yalın ve çevik T.Z stratejilerinin birlikte kullanıldığı siparişe göre üretimi benimseyen bir stratejidir. Bu yaklaşımda ürüne olan talepler gerçeğe fazlasıyla yakındır. Bu stratejide nihai malın montaj aşamasına gelene kadar üründeki farklılaşmayı ertelemek suretiyle güncel olan müşteri taleplerinin karşılanması tercih edilir. Üretim tekniği olarak ise aynı şekilde yalın ve çevik T.Z üretim teknikleri kullanılmaktadır (Çiçekdağı vd., 2020:1258).

Günümüzde yalnızca yalın veya çevik tedarik zinciri stratejilerinin tek başlarına yetmediği zamanlarda hibrit tedarik zinciri stratejisi uygulanmaktadır. Yalın ve çevik stratejilerin birbirlerini tamamlayarak bir arada kullanıldığı hibrit tedarik zinciri stratejisi, yelpazesi geniş ürün ağını zamanında teslimini sağlama ve zamanında üretimini gerçekleştirme anlayışını benimsemektedir. Bu doğrultuda bu iki stratejiyi gerçekleştirmesi beklenmektedir. Çoğu zaman, siparişe göre montaj ürünleri tarzını barındıran hibrit strateji, nihai montaj safhasına kadar ürünü ertelemek ve müşterinin o an talep ettiği kişiselleştirilmiş özellikteki ürünleri temin etmeye ve/veya üretmeye imkân sağlar. Hibrit T.Z stratejisini baz alan işletmeler, müşteriye göre kişiselleştirme, maliyetleri minimize etme ve ilerde meydana gelebilecek değişimlere uyma şartının rahatça üstesinden gelebilmektedir (Erdoğan, 2014: 61).

Tablo 1

Yalın, çevik ve hibrit T.Z stratejilerinin karşılaştırmalı analizi

Özellikler	Yalın T.Z	Çevik T.Z	Hibrit T.Z
Amaç	Maliyetleri minimize etme, zincir içinde var olan kayıpları ve değer sağlamayan çabaları ortadan kaldırma, israfı önleme ve sürekli iyileşme.	Hızlı çözüm bulma, birbirinden farklı piyasa taleplerini senkronik bir şekilde yerine getirebilmek için herhangi bir miktarda mal üretme, kısa teslimat süreleriyle kişiselleştirilmiş ürünleri çeşitlilik maliyetlerini azaltarak sunmak.	Maliyetler azaltılırken eş zamanlı olarak hızlı çözümler üretme, nihai montaja kadar halihazırdaki ürünü erteleyerek, talep içerisindeki ürünlere ek özellikler ekleyip, kitlesel kişiselleştirme yapmak.
Ürün	Fonksiyonel	Yenilikçi	Fonksiyonel, modüler ve özel
Pazar Talebi	Tahmin edilebilir	Değişken	Değişken, tahmin edilemez
Ürün Çeşitliliği	Düşük	Yüksek	Orta
Ürün Ömrü	Uzun	Kısa	Orta
Müşteri Odağı	Maliyet	Teslim süresi, ulaşılabilirlik	Hizmet Düzeyi

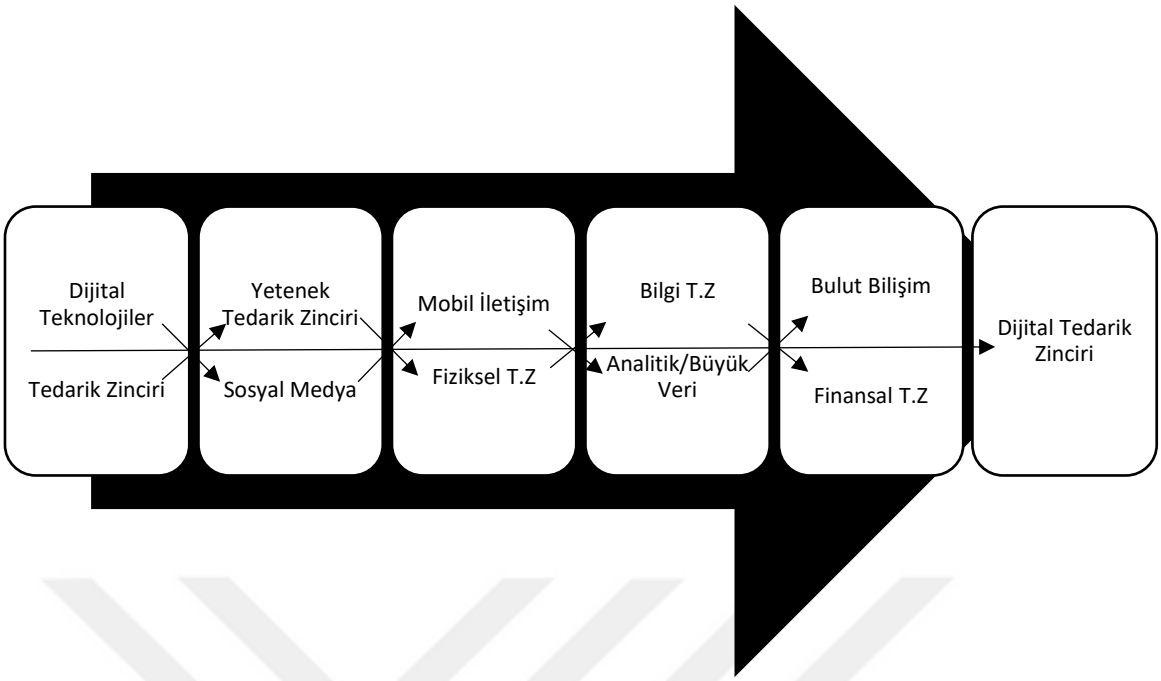
Kaynak: Erdoğan, 2014: 62

2.8. Dijital Tedarik Zinciri

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasıyla birlikte tedarik zincirinde ve üretim sistemlerine ciddi ölçüde pek çok unsurun siber-fiziksel etkileşimlerine dayalı akıllı bir sisteme evrimleşmesi söz konusudur. Bu evrim, faaliyet ve süreçleri daha ekonomik, çevre dostu ve esnek bir hale getirmektedir. Sanayi 4.0 bazlı sürdürülebilir odaklı tasarım, yalnızca çevre koruma ve kontrol girişimlerini sürece sokmakla yetinmeyip eş zamanlı olarak özellikle tedarik zincirinde kaynak verimliliği, daha esnek ve teknolojiye dayalı akıllı süreçler, iş gören ve toplum refahı gibi faktörlerin hayata geçirilmesi ve ölçülmesini sağlamaktadır (Yıldız, 2018: 1217).

Dijital Tedarik Zinciri nihai müşteriye sunulan ürün ve hizmetleri, tedarik ve nihai tüketiciye tüm teslim aşaması süresince maliyette etkinlik ve değer gibi faktörleri ön planda tutarken, bu sürece dahil olan tüm katılımcıların son nesil dijital teknolojiler vasıtasıyla, doğru, şeffaf ve zamanında bilgi akışı ve kullanımının olduğu faaliyetlerin tamamı şeklinde değerlendirilmektedir (PWC, 2016: 6). Dijital tedarik zinciri sekiz önemli faktörden oluşmaktadır. Bunlar; entegre planlama ve yürütme, tedarik süresince teknolojinin kullanımı, akıllı depolama, verimli yedek parça yönetimi, lojistik görünürlük, otonom ve B2C lojistik, kuralcı tedarik zinciri analitiği ve dijital tedarik zinciri sağlayıcıları. Bu faktörleri tutarlı ve şeffaf bir şekilde bir araya getiren işletmeler, müşteri hizmetleri, esneklik, verimlilik ve maliyeti minimize etme hususlarında büyük avantajlar elde edecek, bunları hayata geçirmeyen işletmelerin ise uzun vadede rekabet gücünü kaybedeceği ifade edilmektedir (Yıldırım, 2019: 27).

Günümüzde pek çok tedarik zinciri sistemi hibrit tedarik zinciri stratejisine dayanmaktadır. Bu kağıt tabanlı ve bilgisayar teknolojisinin harmanlanarak kullanıldığı bir sistemdir. Ancak dijital T.Z ile hibrit sistemin getirilerinin ötesinde kilit bileşenlerin bilgi üretme yetenekleri ve sistem entegrasyonu yöntemleri kullanılmaktadır. Dijital tedarik zinciri, olası çevre değişikliklerinin yaratacağı problemlere istinaden; lojistik sürecini esnekleştiren yapısı ile alternatif rotaları yeniden atayan, kapasite esnekliğiyle tekrar kontrolleri sağlayan çevrim sürelerini, tedarik miktarlarını ve teslim sürelerini analiz eden ve kontrolünü sağlayan bir yapıdır. İşletmelere kattığı operasyonel yetenekler karlılığı, verimliliği artırmaktadır (Yıldız, 2018: 1220).



Şekil 12. Geleneksel Tedarik Zincirinin Dijital Tedarik Zincirine Dönüşümü
Kaynak: Yıldız, 2018: 1219

Tedarik zinciri ağı sürecinde, firmalar ve tedarikçileri, diğer firmadaki iş görenler ve müşteriler bulunmaktadır. Geleneksel T.Z ile dijital T.Z'ni birbirinden ayıran en belirgin nokta, ekosistemin içerisinde nihai müşteriye kadar uzanan aşamalar arasında tedarikçiler ve halkadaki diğer birimlerin aralarındaki stratejik ve operasyona yönelik bilgi akışının etkili, verimli, planlı ve stratejik kullanımının yanında, süreç içerisinde bütünleşik olarak tüm birimlerin senkronik ve hızlı aktarımlarının yapıldığı bir ekosistemin ortaya çıkmasıdır (Yıldırım, 2019: 11).

Dijital T.Z temel olarak, süreç içerisindeki tedarikçilerin aralarında stratejik ve operasyon bazlı platform vasıtasıyla, şeffaf bir bilgi akışının sağlanması şeklinde tanımlanabilir. Bu bilgi paylaşımı ve geri dönüşlerin alınması süreci, ağ içerisindeki birimler arasında çoğunlukla; finansal, tedarik süreci tasarımı, araştırma, üretim ve rekabet alanlarında olmaktadır. İşletme içi koordinasyon bilgi sistemleri aracılığıyla elektronik bağlantılar vasıtası ile gerçekleşip, dijital bir şekilde kaynağından ödeme imkanı sağlayan bir otomasyon süreci de sunmaktadır. Böylece üçüncü parti aracılara ihtiyaç duyulmadan, zaman ve maliyet açısından daha verimli bir süreç gerçekleşmektedir (Yıldırım, 2019: 12).

2.9. İşletme Performansı

Bu bölümde ilk olarak performans kavramı ele alınmış ardından ise işletme performansı kavramından bahsedilmiştir. İşletme performansının alt boyutları olan finansal performans boyutları ve finansal olmayan performans boyutları ele alınmıştır. Çalışan performansı, işletme performansı ölçümü, performans ölçümünün önemi ve son olarak işletme performansı değerlendirme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde işletmelerin neden performans denetimi yapması gerektiği sorusuna yanıt verilmiş, çalışan performanslarının değişkenliği üzerinde durulmuş ve performans değerlendirme yöntemleri tek tek incelenmiştir.

İşletmelerde kritik bir kavram olan performans ilk olarak ABD'de kamu işletmelerinde 1900'lerin başında kullanılmaya başlanmıştır. Fakat firmalar, Taylor'un performans ve iş ölçümü uygulamalarından sonra bu kavramdan bilimsel olarak faydalanmaya başlamıştır (Haznedar, 2006: 46). İşletme performansı, yöneticiler ve iş görenler için örgütsel bir entegrasyon sağlamaktadır. Böylece hem işletme dışındaki birimler yani müşteri, tedarikçi, toplum ve yatırımcılar işletmelerin tutum ve davranışlarını bizzat etkilediği için performans kavramının hangi boyutlarıyla değerlendirilmesi gerektiği oldukça önemlidir. İç entegrasyonda örgütler işletme içi uygulamalarına ve hedeflerine, performanslarını baz alarak yön vermektedir. Dış entegrasyonda ise tekrar işletme performanslarına bakılarak, işletmeye yatırım yapılıp yapılmayacağını, borç vermeye değip değmeyeceğini ve ürünlerinin kullanılıp kullanılmayacağı tespit edilmektedir (Topçu, 2017:39).

Daha geniş boyutlardan incelendiğinde işletme performansı, var olan kaynakların işletme yapısı içinde incelenmesi sonucunda, firmanın güncel durumuyla ilgili bilgi vermektedir. Yöneticilerin yerine getirmesi gereken sorumluluklardan biri de işletme performansını istikrarlı bir şekilde belirli periyotlarda ölçmek ve analiz etmektir (Tarım, 2004: 234). Şeffaf ve başarıyla yapılmış bir performans ölçümü, firmaların performanslarına dair doğru verilerin analizine, bu verileri bir arada toplama şekline karar verilmesine ve nasıl bir yoruma varılacağıyla ilgilidir. Ek olarak işletme performansı ölçümünde pek çok yaklaşım vardır. Bunlardan bilinenleri; dengeli skor kartı modeli, üçlü bilanço modeli, kalite

ödül kriterine dayalı öz değerlendirme, program mantığı yaklaşımı şeklinde sıralanmaktadır (Yıldız, 2019: 41).

Araştırmacılar genellikle işletme performansı kapsamında işletmenin ve dışındaki etkenlerin, yani; paydaşlar, tedarikçiler ve müşterilerin performans değerlendirme konusunda etkili olduklarını belirtmişlerdir. Performans ölçüm çalışmalarında öncelikli olarak finansal boyutların ele alındığı fakat sonraki çalışmalarda finansal boyutların uzun dönemde tek başına yetmeyeceği ve yeterli bilgiyi aktaramadığı görüşü ortaya çıkmış ve finansal olmayan bazı kriterlerinde değerlendirilmeye tabi tutulması gerektiği anlayışı doğmuştur. Bu gerekliliği sağlayan faktörler ise şu şekilde sıralanmaktadır (Özkan, 2019: 44);

- İşin değişen doğası,
- Rekabetin artması,
- Özel iyileştirme girişimleri,
- Örgütsel rollerin değiştirilmesi,
- Ulusal ve uluslararası kalite ödülleri,
- Dış talepleri değiştirme isteği,
- Bilgi teknolojisinin gücü.

Firma performansı ölçmenin son derece kritik olması ve gereklilik arz etmesi, hangi metotlarla, nasıl ölçüleceğine dair farklı yaklaşımlar bu süreci zorlaştırmaktadır.

2.9.1. Performans Kavramı

Literatürde performans kelimesini çok sayıda ifade eden çalışmalar yapılmış olsa bile bu çalışmalar doğrultusunda ortak bir tanım bulunmamaktadır. Fransızca kökenli olan bu kelime TDK'ya göre "başarım ve verim" şeklinde ifade edilmektedir. Daha önce yapılan tanımlamaların kimisinde performans göstergeleri ön plana çıkarken, bazıların da ise iş gören performansının ölçülmesi, faaliyet sonuç analizlerinin değerlendirilmesi, vatandaş memnuniyetinin ölçülmesi şeklinde ifade edilmektedir. Yapılan tanımlarda en çok verimlilik, etkinlik ve etkililik gibi kavramlar ön planda tutulmaktadır (Lebas, 1995:23).

Bir işi yapan kişinin, grubun veya organizasyonun o işle ilgili planlanan hedeflere yönelik, nasıl, ne zaman, nerede ve neyi gerçekleştirebildiğinin nitel veya nicel olarak ifade ediliş şekline performans denmektedir. Başka bir deyiş ile performans; amaçlanan hedeflere ulaşılabilme seviyesinin tespiti ve kaynakların tamamını içeren etkinlik için veri ölçümlerinden elde edilen etkililik kavramı şeklinde tanımlanabilir (Er, 2020: 21).

Çağımızda artan rekabet standartları koşulunda, firmalar ne derece etkin ve başarılı olduklarını, performans değerlendirme yöntemleriyle ölçüp, analiz edip, değerlendirmektedirler. Organizasyonların gelecek dönemdeki amaçlanan hedeflerine nitel ve nicel yöntemler kullanarak, belirledikleri hedeflere ne derece ulaşabildiklerinin saptanmasına performans denilmektedir (Nacak, 2019: 141).

Ekonomik, sosyal, politik ve teknolojik faktörlerde yaşanan hızlı değişim, dönüşüm firmaları pek çok açıdan etkilemektedir. Hızla yaşanan bu değişimlere adapte olmaya çaba sarf eden organizasyonlar için gelişmek ve çaya ayak uydurmak adına performans ölçme yapılması artık zorunlu bir hal almaktadır. Globalleşme sürecinin getirdiği yeni ekonomik düzen firmaları rekabetçi olmaya iterek, daha esnek bir işletme yapısı şartı getirmiştir. Firmalar bu hızlı değişim ve gelişimlere adapte olabilmek adına değişen sürece ayak uydurarak kurumsal kapasiteleri geliştirmeli, performanslarını istikrarlı bir şekilde ölçmeli ve böylece değişim ve gelişimlere anında cevap verebilecek duruma gelmelidir (Zerenler, 2003: 192).

2.9.2. Finansal Performans Boyutları

Finansal performans ölçümü temelde, firmaların karlılığını artırmak ve çeşitli yatırımlar yapabilmeleri için riske girme ve rekabet gücünü tanımlar. Bu faktörler işletmenin ana hedefleridir. Bu yüzden firmalar çoğunlukla kaynaklarını finansal performans boyutları için kullanırlar. Finansal boyutlar; firmaların büyüklüğü, rol aldığı sektör ve şartlar baz alınarak planlanmaktadır (Özer, 2016: 39). Finansal performans ölçülürken en çok dikkat edilen husus karlılıktır. Karlılık kısaca, belirli bir dönemde elde edilen gelirin, ortaya konulmuş sermayeye oranlamasıdır. Aynı zamanda firmaların yaşamına devam edebilmesi, kurucuların gelirlerinin yükselmesi ve iş görenlere daha iyi fiyatlandırma yapılmasını sağlamaktadır. Satış karlılığı net karın net satışlara oranıdır. Öz sermaye karlılığı ise elde edilen net karın öz kaynaklara oranlanması sonucu bulunmaktadır. Son olarak yatırım karlılığı şeklinde ifade edilen kavram ise; net karın toplam aktiflere oranı şeklinde ifade edilmektedir (Aydoğan, 2020: 18).

Firmalar rekabette avantajlı konuma gelmek için olumlu bir finansal performans değerlendirmesi sonucuna ulaşmalılar. Finansal performans temelde üç şekilde ele alınır. Rakiplere göre ulaşılan karlılık derecesi, rakiplere kıyasla oluşan kar marjı ve son olarak rakiplere kıyasla yapılan yatırımların geri dönüş süresi şeklinde ifade edilebilir (Hooley vd., 2005: 26). Finansal performans ölçümünde temel olarak işletmelerin finansal tabloları incelenir. Bundaki asıl amaç, ölçen yetkililere firmanın mali durumuyla alakalı bilgileri sayısal olarak ifade etmektir. Çoğunlukla firmaların temel finansal performanslarının iyi veya kötü seyrettiğini tespit etmek maksadıyla finansal tablolardan destek alınır. Bu tablolar sayesinde firmaların geçmiş süreçlerle ilgili bilgileri analiz edilerek, ilerisiyle alakalı ön görülerde bulunulmaktadır. Ölçüm sırasında bilançolar, işletmenin gelir tablosu ve diğer mali tablolardan destek alınmaktadır. Finansal verilerin performans ölçümlerinde sıkça tercih edilmesinin sebebi nicel yani ölçülebilir değerlere sahip olmasıdır (Er, 2020: 27).

Finansal performans boyutlarından büyüme son derece kritik bir konudur. Belirli bir zaman zarfı içerisinde organizasyonun olmasını sağlayan maddi ve manevi boyutların tümünde ortaya çıkan nicelik ve nitelik artışlarını ifade etmektedir. Satış gelirleri, üründeki ve bulunulan pazardaki artışlar ve işletme kaynaklarının yükselişi büyümenin kriterlerini oluşturmaktadır (Cingöz, 2011: 163). Büyümenin ek olarak önemli bir diğer faktör ise pazar

payıdır. Bir zaman zarfı içindeki yapılan satışların sektördeki toplam satışlara oranlanması durumunu ifade eder. Sektör içindeki konumu belirleme konusunda önemli bir veri sağlar (Aydoğan, 2020: 18).

2.9.3. Finansal Olmayan Performans Boyutları

Performansını ölçmeyen kuruluşların, ileriyi görmesi, tahmin yeteneğinin gelişmesi ve sürdürülebilirliğini sağlaması çok zordur. Bu sebeple organizasyonların, yeni performans ölçümleri geliştirmeleri gereklidir. Kalite, bilgi sistemleri, insan gücü ve müşteri ilişkileri gibi pek çok etken performansa dahil edilerek değerlendirilmektedir (Demirbaş ve Çanakçıoğlu, 2009: 220). Finansal olmayan performans faktörleri olarak; üretilen mal veya hizmetin kalitesi, müşteri memnuniyeti, kurumsal sosyal sorumluluklar, çevre performansları ve pazar payı gibi faktörleri sayabiliriz. Bunlar parasal nitelikte olmayan başarı göstergeleridir (Yıldız, 2019: 59). Finansal performansta işletmenin geçmişine yönelik veriler ile ölçümlerin gerçekleştirilmesi, ilerleyen dönemler için ön görüde bulunmada yeterli olmayacağından, finansal olmayan ölçümler değer kazanmıştır. Finansal olmayan ölçümlerin sağladığı yararlar şunlardır (Nacak, 2019: 142):

- Uzun vadeli planlarda tercih edilir. Finansal değerlendirmelerle daha çok kısa dönemli tahminlerde bulunulabilir.

- Müşteri deneyimleri, entelektüel sermaye gibi kavramları finansal boyutlarla ölçülemez ve çıkarımlarda bulunulamaz.

- İşletme içi önem arz eden soyut kavramları finansal olmayan performans yöntemleriyle analiz edebiliriz.

- Finansal olmayan performans değerlendirmeleri gelecek dönemlerle ilgili ön görülerde bulunma konusunda oldukça yol göstericidir. Örneğin; araştırma ve geliştirme faaliyetleri işletmeler için ciddi bir harcama olacağından ilk etapta karlılık konusunda tatmin edici sonuçlar vermeyebilir. Gelecek dönemlerde bu ve benzeri çalışmaların karlılık göstermesi şeklinde örneklendirebiliriz.

Literatürde finansal olmayan ölçütler şu şekilde sıralanmaktadır; verimlilik, etkililik, kalite ve inovasyon.

Verimlilik: Mevcut kaynaklardan tam verim alma yani aynı girdi ile daha çok çıktı üretmek şeklinde kısaca ifade edilebilir. Çalışan verimliliği de bu konuya dahildir. İşletmede adil bir politika izlendiği sürece iş görenlerin iş tatmini ve motivasyonu artmaktadır. Sonuç olarak verimlilik düzeyi artacaktır (Güldoğan, 2022: 57).

Etkililik: İşlerin doğru ve amaçlara uygun yürütülmesidir. Aynı zamanda işlerin zamanında, hedeflenen kalitede ve miktarda yapılmasını ifade eder. Girdi ve çıktıların birbirine eşit olması etkinliğin bir diğer göstergesidir. Firmaların belirli bir zaman zarfında varılması gereken noktayı ve bu doğrultuda yapılan faaliyetlerin ne derece başarılı olduğunu gösteren bir kavramdır (Er, 2020: 30-31).

Kalite: Tasarlanan, dağıtılan veya üretilen bir ürünün, müşteri ihtiyaç ve isteklerine uygun olmasıdır. Nitelik açısından doyurucu, güvenilirlik açısından sağlam, estetik açısından hedeflenen kesimin zevklerine hitap eden ve ulaşılabilirlik açısından belli bir standardın olmasıdır. Ürün ve hizmet kalitesinde artış saptanan firmaların doğrudan performanslarında da artış gözlemlenmektedir (Muzaç, 2022: 42).

İnovasyon: Rekabet koşullarına uyum sağlamak için yüksek kalite standartlarında geliştirilmiş ürün, hizmet veya bir pazarlama yöntemi şeklinde tanımlanabilir. Aynı zamanda inovasyon, firmaların tedarikçi ve müşterileriyle kesintisiz iletişimde olduğu bir süreci kapsar. Kısaca sektörde değer oluşturmak, farklı çözümler getirmek ve yeni kaynaklar sunmak şeklinde ifade edilebilir (Aydoğan, 2020: 21).

2.9.4. Çalışan Performansı

Hawthorne araştırmaları ve çalışanların üretkenliğiyle alakalı pek çok araştırmanın ortak dili tatmin olan iş görenlerin, hali hazırdaki işlerinde mutlu olmayanlara nazaran, işletme içinde daha yüksek performans sergilemekte ve kurumunda daha uzun süre kalmaktadır. Başka bir araştırmada ise esnek düzenlenmiş çalışma programlarının iş gören performansını ve tatmin düzeyini olumsuz etkilemekte ve devamsızlığa sebebiyet verdiğini

göstermektedir (Ivancevich, 2010: 174). Aksi bir durumda tatmin olmayan bir iş gören iyi performans ortaya koymamakla beraber işinden istifa etmektedir. Mutlu ve tatmin duygusu hisseden iş görenlerin performansları çoğunlukla daha yüksektir. İşletme yöneticileri iyi bir performansa sahip iş göreni örgütün hedeflerine ulaşması hususunda daha kolay bir şekilde iş göreninin motivasyonunu sağlayabilmektedir. İş görenler kendilerini işlerinin ehli olarak gördüğünde tatmin düzeyleri artmaktadır. Bu da iyi bir eğitim programlarıyla doğru orantılıdır. Eğitimler genel olarak iş görenlerin performans seviyesini yukarıya çeken ve dolayısıyla daha iyi bir iş ortamı kurulmasına olanak sağlamaktadır. Bilgiye değer veren ve öğretmeye özen gösteren işletmeler istikrarlı bir öğrenme sağlayan sistemler kurmalıdır (Ahmed, 2016: 12).

Çalışan performansı kavramı iş görenlerin yalnızca işle ilgili davranışlarını değil işiyle ilgili olmayan davranışlarını da ele almaktadır. Bir iş görenin işletmeye karşı olumsuz düşüncelere sahip olması ve belirsizlik düşüncesi işteki performansının da düşmesine sebep olmaktadır. Bireysel faktörler iş görenin kendi yapısından kaynaklanan unsurlardır. İş görenlerin performans grafiğinin yükseltilmesi kadar nitelikli iş görenlerin de işletmede kalmasını sağlamak son derece önemlidir. Devamlı gelişen ve değişen rekabet ortamında çalışanların, yetenek ve becerilerinin geliştirilmesi doğru bir stratejik uygulamayla mümkün olmaktadır (Aşık, 2016: 26).

İş gören performansı, işletmeler için önemli bir konudur. Performans basitçe, iş görenin ne yapıp ne yapmadığıdır. İş görenlerin performansları, yöneticiler tarafından onları örgüte katkı sağlayacakları şeklinde tasarlanması sonucu artmaktadır. Bu faktörler işin şekline ve yapısına göre değişiklik göstermekle beraber aşağıda belirtilenler en genel geçer hususlardır (Akdeğirmen, 2015: 39-40):

- Çıktı miktarı,
- Çıktı kalitesi,
- Çıktının çevrim süresi,

- İş görenlerin iş birliğinden ne anladığı,

- İş görenlerin çalıştıkları işe karşı tutum ve tavırları.

İfade edilen bu genel faktörler ve işin yapısına göre değişiklik gösterebilecek diğer faktörler, iş görenlerin performans düzeyinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

İyi bir performans gösteren iş gören grubuna sahip olmak ve işletmenin başarısını yükselten görevleri desteklemek örgütler için son derece önemlidir. Sektöründe başarılı işletmeler yüksek performansın, tatmin ve mutlu iş görenlerin ve iş görenlerin işe bağlılığının faydasını anlamış işletmelerdir. Bu durum pek çok kez iyi bir finansal tabloyu ve motive bir işgücünü getirmektedir. Çoğu işletme iş görenlerinin yeni yeti ve becerilere sahip olmasına yardımcı olarak ve uzun vadeli planlar yaparak ilerde karşılaşabileceği sorunlara karşı bir nevi tedbir almaktadırlar. Bu doğrultuda ileriye yönelik planlamalar yapılarak iş gören motivasyonunu ve bağlılığını uzun vadede yüksek tutarak performansta artış görülebilmektedir (Diktaş, 2018: 56-57).

2.9.5. İşletmelerde Performans Ölçümü

Bilgiye erişmenin en önemli şekli analiz etme ve ölçmedir. Ölçmenin literatürdeki karşılığı; faaliyet ve nesneleri ve bunlara bağımlı olarak neticeleri değerlendirme süreci şeklindedir. Ölçme safhasında istatistiki veriler ve yöntemlerden yararlanılarak pek çok yorum ve bilgi tespiti yapmak kuvvetle muhtemeldir. Ölçme diye adlandırdığımız kavram, günlük hayatımızın hemen hemen her bölümünde olduğu gibi firmalar tarafından da elzem bir unsurdur (Polat, 2021: 80).

Çok fazla performans değerlendirme yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemler, değerlendirme neticeleri işleme alınacak hadise ve niteliğine göre değişim göstermektedir. Finansal ve finansal olmayan şekilde performans ölçümü kavramı ayrılabilir. Bir işletmenin performansını analiz etmek amacıyla kullanılıyorsa finansal konuları kapsarken, genellikle piyasa bilgisi, satış ve karlılık gibi faktörlere odak söz konusudur. Günümüz uluslararası rekabet standartları baz alındığında yalnızca finansal ölçümler değil kalite, saygınlık ve memnuniyet derecesi gibi istatistikleri ölçmekte gerekebilmektedir. Yalnızca finansal

performansa yapılan ölçümler doğrultusunda alınan önlemler modern işletmeler tarafından yeterli görülmemekte ve karar verebilmek için belirtilen durumlarında ölçülmesi gereklidir. Öznel ve objektif olmak suretiyle performans ölçümleri yapılmalıdır. Çünkü yalnızca finansal rakamları değil stratejik açıdan karar vermek adına öznel durumlarında analiz edilmesi gerekmektedir (Şahin, 2020: 54).

Performans ölçümü ve değerlendirmesi, firmaların tamamına uygulanabilirken, geçici süreliğine veya belirlenen bir amaç doğrultusunda da uygulanabilir. Her organizasyonun performans ölçümünün kendine özgü nedenleri vardır. Müşteri taleplerine uygunluk, kalite kontrol veya hangi hedeflerini gerçekleştirip gerçekleştiremediklerini gerçek manada tespit edebilmek için, rasyonel ve duygular işin içine girmeden, gerçek verilerden yararlanılarak ölçümün gerçekleştiğinden emin olmak durumundadırlar. Bu şekilde sorunlu bölgeleri ayyuka çıkarmak ya da gelişimi ön görülen alanları tespit edebilmek mümkündür (Gerekli, 2020: 80).

Firmalar performanslarını ölçerek, görevlerin ve sorumlulukların ne kadar iyi yerine getirildiği, beklenen sonuçlara ulaşma seviyesi, elde edilen sonuçların amaçlara faydası gibi ana soruları yanıtlamaktadır. Bireysel ve firma performansının yükselmesini sağlayan bu analizler, böylece yöneticilerin iş görenlerinin davranışlarını ve hareketlerini yönlendirmesini sağlayan unsurlardır. Bu doğrultuda, işletme performansı ölçmenin nedenleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Er, 2020: 37):

Müşteri ihtiyaç ve isteklerinin belirlenmesi: İşletme yöneticileri, müşterilerin istek ve taleplerindeki değişimleri düzenli olarak ölçerek, bun ihtiyaçları giderecek ürün ve hizmetlerin saptanması konusunda performans ölçümünden yardım alabilirler.

Başarıyı belirleme: İşletme idarecileri, firmaların stratejik olarak hedeflenen amaçlarını, vizyon ve misyonlarını, işletme politikalarını ve iş gören katkılarını analiz ederken, müşteriler, tedarikçiler ve rakipleriyle olan iletişim ve ilişkilerini de tespit edip, iyileştirebilmektedir.

Kıyaslama olanağı: Performansların ölçülmesindeki en büyük sebeplerden biri kıyaslamadır. Ortak pazarda bulunan rakiplerin performanslarındaki farklılıklar tespit edilip, veri analizleri yapıldıktan sonra gerekli iyileştirmeler yapılabilmektedir.

Teknolojik gelişmelere ve değişen koşullara uyum sağlamak: Değişen çağ ve gelişen teknoloji pazar koşullarında daha fazla rekabetçi olmayı gerektirmekte ve dolayısıyla, firmaların ilgili tüm kaynaklarını etkili bir biçimde değerlendirmesi gerekmektedir.

İşletme stratejilerinin belirlenmesini ve uygulanmasını sağlamak: Hali hazırda mevcut performansların değerlendirilmesinin yanında işletmenin geleceğine ilişkin stratejilerin belirlenmesi sağlanır. Bu strateji ve planları uygulama sürecinde, stratejiye uygunluk bakımından neler yapıldığının ve neler yapılacağının saptanabilmesi içinde ölçümler ve analizler yapılmaktadır.

Kaynakların etkin kullanılması: Kıt ve kısıtlı kaynakların en etkin bir şekilde kullanılması için performans ölçme işleminin yapılmasıdır.

Başka bir ölçüm yöntemi ise Paydaş Temelli Performans Değerlendirme Sistemi'dir. Finansal odaklı ölçüm ve analizlerin hali hazırda performansı ölçme hususunda zayıf ve yetersiz kaldığı ve bu ölçüm tekniklerinin değişmesi gerektiği fikriyle ortaya çıkmıştır. Bu sistem, hedef alınan kitle veya grubun, faaliyetten fayda sağlayacakların, potansiyel karşıtların analiz edilmesi ve saptanması işlemlerini kapsamaktadır. Paydaş temelli performans değerlendirme; firmanın performansını işletme ve paydaşlarının beklenti ve gereksinimleri temelinde en etkili ve verimli bir şekilde nasıl bütünleşik bir yapıya getirileceğini analiz etmeye, ölçmeye çalışmaktadır (Süzen, 2020: 82). Bu aşamalar sırasıyla; paydaşların tespit edilmesi, sınıflara ayrılması, seçilenlerin ayrıntılı analizleri ve önceliklerin saptanması şeklindedir.

2.9.6. İşletme Performansı Değerlendirme Yöntemleri

İş gören performanslarının değerlendirilmesi ve neticesinde performansa istinaden yapılacak ödüllendirmenin analiz edilip, değerlendirilmesi yönünde birçok teknik yöntemler bulunmaktadır. Bu tekniklerin kesiştiği noktalar incelendiğinde genellikle değerlendirmekle

görevli kişilerin, o anlık psikolojik durumu ve kişilik yapısıyla alakalı olduğu tespit edilirken, matematiksel ve istatistiki bir değerlendirmelerin fazla bulunmadığını ifade edebiliriz (Küçükkaptan, 2020: 71).

Organizasyonlarda yaygınca kullanılar ve birçok boyutta performans ölçümleri gerçekleştirilmesine olanak sağlayan modellerden birisi Balanced Scorecard modelidir. Türkçede performans karnesi, kurum karnesi, kurumsal karne ve dengeli başarı göstergesi şeklinde ifade edilmektedir. 1992 yılında David Norton ve Robert Kaplan'ın hayatımıza soktuğu bu kavram; işletmelerin belirlenmiş strateji ve vizyonunu iş etkinlikleriyle uyumlu hale getiren, dışarıyla ve içeriyle iletişimi kuvvetlendiren, stratejiye göre performansları ölçen bir planlama ve yönetim sistemidir. Bu yöntem aynı zamanda hem işletme performans ölçüm aracı hem de kurumsal öğrenme ve bütünleşik yönetim ölçme aracıdır (Er, 2020: 44).

Basit Sıralama Yöntemi

En temel ve basit yöntem olarak bilinir. Analiz eden kişi iş görenleri en başarılıdan en başarısıza doğru sıralar. Gruplar içerisinde kötü, orta iyi gibi sınıflandırmalar yapmak sıralama yönteminde kolaylık sağlayabilmektedir. Bu sistemin avantajlarından biri yüksek puanlara yönelimden doğan hataları ve ortalama değerleme yaklaşımını ortadan kaldırabilmesidir. Dezavantajı ise kıyasa sokacak iş gören sayısı az ise belirginleşir. Tüm iş görenler çok iyi ve değerlendirilen kişi sayısı az ise en başarılıdan en başarısıza doğru sıralamak analiz eden kişi açısından zorluk çıkarmaktadır. Örneklem ne kadar büyükse doğru ölçüm verme olasılığı artar (Karadeniz, 2010: 35).

İkili Karşılaştırma

Bu değerlendirme sisteminde iş gören sayısının fazla olduğu durumlar haricinde, analizin kolay ve geçerli bir biçimde yapıldığı sistemdir. Değerlendirilmeye tabi tutulan iş görenler çift bir şekilde karşılıklı olarak birbirleriyle mukayese edilir. Burada kritik nokta her bir çiftin birbirine denk olanını ve iyisini saptamaktır. Neticesinde en çok seçilen iş gören, en fazla performans sergileyen kişi olarak görülür (Dilsiz, 2006: 67).

Performans Prizması

Bu model, temelde çok boyutlu performans ölçüm yöntemlerindeki eksikleri karşılamak ve fazla boyutlu organizasyon performans ölçümlerini bir çatı altında toplamak üstüne kurulu bir modeldir. Bu model "paydaş değeri oluşturulmadığı sürece hissedar değeri yaratmak imkansızdır" mantığıyla ortaya çıkmıştır. Bu performans prizması birbiriyle etkileşim içinde bulunan beş alt boyuttan oluşmaktadır (Er, 2020: 45). Bunlar;

- Paydaş memnuniyeti.
- Stratejiler.
- Süreçler.
- Yetkinlikler.
- Paydaşların sağladığı katkılar.

2.9.7. İşletme Performansının Önemi

Bir işi yerine getiren kişi, örgüt veya grubun işin sonucunda varılmak istenen amaçlar doğrultusunda ne kadarına ulaşıp, neyi, nasıl elde ettiğiyle ilgili nitel veya nicel bir olaya performans denmektedir. İşletme performansı ise belirli bir periyot neticesinde hedeflere ne kadar ulaşıldığıyla ilgilenmektedir (Yayla, 2019: 60).

İdeal ve hedeflerine ulaşmış başarılı bir organizasyon sektördeki rakipleri arasında hangi sınıf ve konumda yer aldığını izleyerek, kendi öz kaynaklarını ne kadar etkili ve verimli kullandığına dair çıkarım ve yorum yapabilir. Sektörün ve rakibin değerlendirmesini yapıp, kendi performansını da analiz ederek potansiyel gücünü ortaya çıkarabilir. Bu doğrultuda örgütler kendileri için ideal bir performans yönetim sistemi oluşturabilir (Kırkayak, 2019: 42).

İşletmelerin performanslarını belirleyen bazı faktörler; fiziki şartlar, çalışma koşulları, örgütsel etkenler ve bunlardan dolayı ortaya çıkabilecek sorunlardır. İşletmeler stratejisini, vizyonunu ve misyonunu gerçekleştirme hususunda ölçüm aracı olarak işletme performansından yararlanır. Böylece işletmede ortak bir dil olur ve iletişim daha kaliteli bir hale gelir. Performans işletmeleri daha esnek bir yapıya bürünebilir, gelişim, yenilik ve değişimlere ayak uydurmak ve uygulamak bu sayede mümkündür. Aynı zamanda ekip çalışmasına teşvik etmekle birlikte işletmenin sektörde potansiyel gelişme gösterebileceği alanları analiz eder (Çiçekli, 2019: 36).

İşletmeler bulunduğu sektörde ne kadar başarılı olduğunu, rekabet ortamında tutunabilmek ve bu başarıyı sürdürülebilir kılmak için işletme performansı yöntemine başvururlar. Belirli bir plan ve sistem içerisinde yönetilip, oluşturulan performans ölçme tekniği ve metotları, mutlak suretle performansı yukarıya çekmekte ve sektörde başarı sağlamaktadır. Analizler sonucunda belirlenen performans kriterleri bir karar mercii haline gelmektedir (Özgüçlü, 2019: 71).

Örgüt performansı ölçmenin kritik bir noktada olup gereklilik haline gelmesi, nasıl ve ne şekilde ölçüleceği hususundaki farklı teoriler ve çeşitlilikler performans ölçümünü zor hale sokmaktadır. Örgütler birden fazla hedefe ulaşmak için çaba sarf eder ve neticesinde pek çok çıktı oluşturur. Bu çıktılar; etkinlik, verimlilik ve etkililik boyutlarıyla değerlendirilmektedir (Özkan, 2019: 45).

İş süreçleriyle ilgili sınırlı bir kavram olan verimlilik kavramı, faaliyetlerin minimum maliyetlerle gerçekleştirilmesi veya bulunan kaynaklarla maksimum üretim yapılmasıdır. Girdilerin çıktılara oranlanmasıyla tespit edilir. Etkililik ise işletmelerin hedeflerini ve vizyonlarını yerine getirme derecesi şeklinde ifade edilmektedir. Doğru işi yapmak şeklinde de ifade edilen bu kavram hem işletme hem de departmanlar düzeyinde çeşitli değişkenler kümesi ile değerlendirilmektedir. Hali hazırda üretilen çıktı sayısıyla planlanan (hedeflenen) çıktı sayısının birbirine oranlanmasıyla gerekli sonuca ulaşılır. Örneğin, işletme içinde tasarlanması beklenen bir projenin gerçekleşme olasılığını tespit etmek (Kırkayak, 2019: 53).

Bir hedefe ulaşmak veya amacı gerçekleştirmekte kullanılan girdilerin direkt olarak belirlenen amaç ile uyumlu olması durumu "etkinlik" şeklinde ifade edilmektedir. Hedefe ulaşıldığında kullanılmış girdilerin hedefle ilişkisinin tespit edilmesi durumudur. Bir başka ifadeyle etkinlik kavramı; işletme bünyesindeki bir süreçte o süreçle amaçlanan konuya erişilmesinde yardımcı olacak girdilerin değerlendirilip değerlendirilmediği, hedefe ulaşma haricindeki girdilerin bu süreç içerisine dahil edilip edilmediği şeklinde tanımlanabilir. Etkinlik kısaca, olabildiğinde en az tüketilmesi gereken girdi miktarının gerçekte tüketilen girdi miktarına oranlanmasıdır. Örnek olarak; iş gören için önceden belirlenmiş standartlara iş görenin erişme derecesi (Deliktaş, 2019: 46).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmanın amacı, Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zinciri ve İşletme Performansı Üzerine Değerlendirilmesi konusunun incelenmesi ve araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmelerin tedarik zinciri süreçlerini ve işletme performansı odaklı analizlerini incelemek ve bir sonuca ulaştırmak istenmektedir.

Endüstri 4.0 denildiğinde akla gelen pek çok tanım olmasına rağmen Endüstri 4.0'ın işletmeler kapsamında etkileri, orta ve uzun vadede verdiği sonuçlar Endüstri 4.0 sistemlerine entegre çalışmalar yapmayı düşünen işletmeler için önem arz etmektedir. Tedarik zinciri ve işletme performansı, Endüstri 4.0'ın işletmeler kapsamında etkilediği faktörlerdir. Bu araştırma doğrultusunda Endüstri 4.0 ile bütünleşmiş tedarik zinciri süreçleri ve işletme performansı hakkında fikir sahibi olmak ve doğuracağı sonuçları ortaya koymak hedeflenmektedir.

Ulusal literatürü incelediğimizde Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine değerlendirilmesine ve bu algıyı ölçmeye yönelik çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Araştırmanın literatürdeki bu eksikliği gidereceği ve literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

3.2. Araştırma Deseni

3.2.1. Nitel Araştırma

20. yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkan nitel araştırma, nicel yöntemde kullanılan bazı sosyal olguları açıklama konusunda yetersiz kalınmasıyla birlikte keşfedilmiş ve hızlı bir şekilde araştırmalarda tercih edilmeye başlanmıştır. Nitel araştırmalar, sosyal gerçeklik ile fiziksel gerçekliği birbirinden ayırmaktadır. Araştırmaya katılacak olan katılımcıların deneyimleri ve görüşleri araştırmanın sonuçlanabilmesi açısından son derece önemlidir. Kesin bir tanımlama yapmak zor olsa da nitel araştırma; görüşme, doküman analizi ve gözlem gibi veri toplama tekniklerini kullanarak gerçekleşen olayların gerçekçi ve bütüncül

bir bakış açısı ile ortaya koyan bir süreç olarak ifade edilmektedir. (Anadolu Üniversitesi, 2013: 9).

Nitel araştırmalar araştırılan konunun ne kadar iyi olduğundan ziyade konuyu geniş bir bakış açısı ile ele almak isterler. Nitel araştırmalar ne kadar sorusundan farklı olarak ne, nasıl, niçin sorularına yanıt aranmaktadır. Bizim araştırmamızda nitel araştırma yönteminin seçilmesinin sebebi ise Endüstri 4.0 ile bütünleşmiş tedarik zinciri ve işletme performansı süreçlerinin nasıl ilerlediğini, süreç içerisinde nelere dikkat edilmesi gerektiğini sektördeki tecrübeli ve uzman kişilerden öğrenerek detaylı bir analiz gerçekleştirilmek istenmiştir.

Nitel araştırmada da diğer araştırma tekniklerinde olduğu gibi ilk olarak araştırılacak olan konuya karşı ilgi ve merak duygusu olması gerekmektedir. İlgi duyulan ve merak edilen konuya ilişkin problemi fark etme ve problemi analiz ederek detaylara inilmesi gerekmektedir. Nitel araştırmada her araştırmada olduğu gibi adım adım izlenmesi gereken süreçler vardır (Baltacı, 2019: 271-272). Bu süreçler;

1) Çalışılacak Olan Olayın Saptanması: Endüstri 4.0'ın Türkiye'deki mevcut durumu nasıldır? Sektör içerisinde lojistik ve tedarik zinciri ne kadar önemlidir? Endüstri 4.0 bileşenlerinden faydalanan işletmelerin eksiksiz ve kaliteli bir hizmet verebilmesi lojistik ve tedarik zinciri süreçleri açısından son derece önem taşımaktadır. Hizmetin eksiksiz bir şekilde yerine getirebilmesi için tedarik zincirinin yönetimi faaliyetlerinin ne derece Endüstri 4.0 ile entegre hale getirildiği ve işletme performansı kapsamında yaşanan olumlu ve olumsuz durumlar nelerdir gibi soruların değerlendirmesini yapabilmek adına araştırma konusu belirlenmiştir.

2) Çalışmadaki Katılımcıların Belirlenmesi: Çalışma kapsamında probleme ilişkin sonuçlar alabilmek amacıyla Endüstri 4.0 uygulamalarından faydalanan lojistik firmaları, gümrük işletmeleri, fabrikalar, tedarik zinciri danışmanlık şirketleri ve yazılım ve otomasyon firmalarıyla nitel araştırma yöntemlerinden biri olan mülakat yöntemi kullanılarak görüşmeler sağlanmıştır.

3) Hipotezlerin Üretilmesi: Nitel çalışmalarda hipotez çalışmanın başında değil yapılan görüşmelerin analiz edilmesiyle ortaya çıkan sonuçlar neticesinde elde edilmektedir.

4) Verilerin Toplanması: Yapılacak olan mülakatlar Covid-19 nedeniyle online ortamda 40-45 dakika arasında gerçekleştirilmiştir.

5) Verilerin Analizi: Mülakatlar sonucunda elde edilen cevaplardan kodlar ve alt kodlar oluşturularak MAXQUDA programında analiz edilmiştir.

3.2.2. Olgubilim

Araştırmada Endüstri 4.0 kapsamında değerlendirdiğimiz tedarik zinciri ve işletme performansı olgularının derinleştirilerek anlaşılması açısından nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) deseni tercih edilmiştir. Olgular; yaşamdan tecrübeler, algılar ve yönelimler olarak ifade edilir ancak yine de onları net bir şekilde nitelendirebileceğimiz söylenemez. Bu yüzden olgubilim araştırmaları yabancı olmadığımız fakat tam olarak anlayamadığımız olguları daha iyi anlamamıza olanak sağlamaktadır. Olgubilim araştırmalarında amaç; bir kavramı, durumu ve var olan bir olayı derinlemesine analiz ederek sonuçları ortaya koymaktır (Yılmaz, 2022: 50). Olgubilim, tümevarımsal bir araştırma yöntemidir. Bu yöntemde asıl amaç, üzerine çalışılan olgunun göründüğü gibi tanımlanmasıdır. Bu yüzden araştırma sürecinde dışarıdan müdahale yapılmamaktadır. Bir başka ifade ile olgubilim; derinlemesine görüşmelerin yapıldığı, kişilerin deneyimlerine ve bakış açılarına odaklanan bir araştırma yöntemidir (Şengel, 2022: 76).

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada nitel araştırma analiz yöntemlerinden biri olan derinlemesine görüşme tekniği kullanılmış ve yapılandırılmış görüşme sorularından yararlanılmıştır. Nitel araştırmalarda genellikle görüşme, gözlem, odak grup görüşmesi ve doküman inceleme teknikleri tercih edilmektedir. Nitel araştırmalarda verilerin geçerliliği ve ulaşılan sonuçlar son derece önemli olduğundan araştırmayı yapan kişinin konuya ve araştırma yapılacak kesimin özelliklerine göre birden çok araştırma metodundan faydalanabilmektedir (Karataş, 2015: 69). Yapılandırılmış görüşmelerde belirlenen bir konu üzerine derinlemesine bilgi edinilmektedir. Bu görüşmeler yazma ve doldurma esaslı anketler ve testlerdeki sınırlılıkları barındırmamakla birlikte daha esnek bir görüşme yapabilmenize olanak sağlamaktadır (Taşkın, 2020: 81). Görüşme kısaca bir amaca yönelik basit bir sohbet olarak ifade edilebilir. Burada asıl amaç araştırılmak istenen konu ile ilgili bilgi toplamaktır. Görüşmeci hazırladığı soruları sorar ve görüşülen kişi/katılımcı da bu sorulara ilişkin fikirleri ve bilgileri doğrultusunda cevap verir (Berg ve Lune, 2019: 113).

Bu araştırmada yapılandırılmış görüşme sorularının oluşturulmasında iki adım takip edilmiştir. Bunlardan ilki; Endüstri 4.0 genel bir literatür taraması yapılmış ve Endüstri 4.0 uygulamaları hakkında bilgiler edinilmiş, 4.0 ile şekillenmiş dijital tedarik zinciri kavramı incelenmiştir. İkinci olarak ise yerel ve uluslararası kayaklar (makaleler, dergiler, yüksek lisans ve doktora tezleri) incelenmiş ve bu araştırmalarda öne çıkan kavramlar hakkında literatür taraması yapılmıştır. Böylece literatürde öne çıkan kavramlar baz alınıp, araştırmanın cevap aradığı sorularla da birleştirilerek görüşme soruları ve görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formu Ek 1'de yer almaktadır. Görüşme video konferans ve telefon aracılığı ile uzaktan gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda açık uçlu sorular sorulara başvurulmuş ve mümkün oldukça çok veri alınmaya gayret gösterilmiştir. Araştırma sorularımız derinlemesine bilgi gerektirdiği için mülakatı gerçekleştirdiğimiz işletmelerde beyaz yakalı çalışanlar ve konunun uzmanı kişiler tercih edilmiştir. Görüşmeler ortalama 40 dakika sürmüştür. Katılımcıların isteği doğrultusunda kişi ve kurum isimleri gizli tutulmuş, çalıştıkları pozisyon ve görüşülen tarihler hakkında bilgiler aşağıda verilmiştir:

3.3.1. Verilerin Çözümü ve Analizi

Çalışma nitel araştırma şeklinde yürütülüp, 24 kişiyle yapılmış mülakatlar MAXQDA veri analiz programı üzerinden oluşturulan ana kodlar ve alt kodlar ve onların şekilsel analizleri üzerinden sonuca bağlanmıştır. Endüstri 4.0 kavramı ana kodu altında alt kodlar olarak; yeni nesil üretim ve ürün ve hizmet kalitesi. Endüstri 4.0 bileşenleri ana kodu altında alt kodlar olarak; bulut bilişim, nesnelerin interneti, sistem entegrasyonu, siber güvenlik, büyük veri ve analizi, dijital arşivleme. Tercih edilme sebepleri ana kodu altında alt kodlar olarak; zaman ve maliyet tasarrufu, kontrol ve takip edilebilme, düşük hata oranı, hizmet kalitesi, müşteri ile hızlı iletişim ve verimlilik. Bileşenlerin tedarik zinciri sürecine katkısı ana kodunun altında alt kodlar olarak; planlama, tahmin, stok yönetimi ve anlık takip ve izlenebilirlik. Bileşenlerin işletmeye etkisi ana kodu altında alt kodlar olarak; müşteri memnuniyeti, rekabet gücü, çalışan verimliliği ve fayda ve maliyet. Gelecek beklentileri ana kodu altında alt kodlar olarak; öngörülen avantajlar (iş gücü tasarrufu, hızlı ve risksiz üretim, maliyet avantajı, iş kazalarını önleme) karşılaşılabilecek sorunlar (yatırım maliyeti, istihdam, siber güvenlik sorunları) ve son olarak ise mevcut durum ana kodu altında alt kod olarak olumlu ve olumsuz total bir veri olarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Araştırma kapsamında lojistik işletmeleri, fabrikalar, gümrük işletmeleri, yazılım ve otomasyon firmaları ve uzman kişilerle yapılan görüşmeler doğrultusunda toplanan veriler bilgisayar ortamında ayırt edilebilmek için ayrı ayrı dosyalara aktarılmıştır. Analizlerin gerçekleştirilebilmesi için Maxqda 2020 Nitel Veri Analizi programından yararlanılmıştır. Süreç aşağıdaki gibi ilerlemiştir:

- Öncelikle katılımcılara ilişkin demografik bilgiler ile birlikte çalıştıkları işletmelerle ilgili temel veriler görüşme öncesinde katılımcılardan toplanmıştır.
- Gerçekleştirilen her bir görüşme analiz edilebilmesi için ayrı ayrı dokuman şeklinde düzenlenmiştir.
- Dokumanlar tek tek incelenerek sınıflandırılmış ve kategori ve alt kategorilere ayrılıp, bulgular elde edilmiştir.

Araştırma kapsamında sistematik bir literatür taraması sonrasında nitel araştırma yöntemlerinin biri olan içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizinde belirli kurallar çerçevesinde kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik bir teknik olarak bilinmektedir. İçerik analizi metinde veya metinlerden oluşan bir kümenin içinde yer alan bazı kelimelerin ve kavramların varlığını belirlemeye yönelik yapılmaktadır. Amaç, metnin içerisindeki anlamların keşfedilmesini sağlamaktır (Büyüköztürk vd., 2018: 259).

3.4. Araştırmanın Problemi

Araştırma problemleri belirli adımlar doğrultusunda belirlenmektedir. Öncelikle araştırma yapılacak konu ile ilgili bir literatür taraması yapılır ve sonrasında araştırmacının konuyla ilgili kendi deneyimleri kapsamında bir araştırma konusu belirlenir ve ardından konuyla ilgili karşılaşılan sorunlar tespit edilir. Problemi belirlerken araştırmanın yapılabilirliği ve önemi son derece önemlidir (Karataş, 2015: 68). Nitel araştırmalarda uygulamalar farklı gruplar ve ortamlarda gerçekleşebileceğinden dolayı sınırlandırılmış kurallar ve belirli yaklaşımlar bulunmamaktadır. Tüm araştırmalar kendine özgü bir problem tespit edilerek yapılmaktadır. Nitel araştırmalarda, öncelikli olarak katılımcıların konuyla ilgili algılarını ortaya koyma ve bu algıları dışarıya aktarmak amaçlanmaktadır (Yıldırım, 1999: 11). Araştırmanın problemimin çıkış noktası, Türkiye'deki işletmelerin Endüstri 4.0'a entegre olma konusunda yaşadığı sıkıntılar ve çekinceler olmuştur. Bu problemden yola

çıkarak Türkiye'de Endüstri 4.0 uygulamalarını aktif olarak kullanan kısıtlı sayıdaki firmaların tedarik zinciri sürecinde yaşadığı değişimler ve işletme performansı kriterleri baz alınarak kullanılan uygulamalardan ne kadar verim aldığını ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Böylece Türkiye'deki işletmelerin Endüstri 4.0 konusunda avantaj ve dezavantajlar doğrultusunda fikir sahibi olması istenmektedir.

3.5. Araştırmanın Soruları

Araştırılmak istenen konuya ilişkin bazı temel sorular ve onların alt soruları oluşturulmuş ve temelde bu sorulara yanıt bulmak istenmiştir. Sorular aşağıdaki gibidir;

Temel Sorular

1- Endüstri 4.0 kavramı size neyi çağrıştırmaktadır?

2- Endüstri 4.0'ın ülkemizdeki işletmelere sağlayacağı avantajlar nelerdir?

3- Endüstri 4.0'ın ülkemizdeki işletmeler kapsamında getireceği dezavantajlar nelerdir?

4- Endüstri 4.0 bileşenlerinden hangilerini işletmenizde kullanmaktasınız ve kullanılan bileşenlerin tercih edilme sebepleri nelerdir?

5- Tedarik zinciri kapsamında işletmenizde hangi Endüstri 4.0 bileşenlerinden yararlanmaktasınız? Kullandığınız bileşenler tedarik zinciri sürecine ne gibi katkılar sağlamaktadır?

Alt Sorular

1- Endüstri 4.0 uygulamaları işletmenizde faaliyette olduğu dönemden bu yana müşteri memnuniyetinizi nasıl etkiledi?

2- İşletmenizde planlama, üretim, tahmin ve stok yönetimi süreçlerinde bilişim sistemlerinin sağladığı faydalar nelerdir?

3- Endüstri 4.0'a geçişiniz sektördeki rekabet gücünüzü nasıl etkiledi?

4- Endüstri 4.0 uygulamaları ile sunulan hizmetler kapsamında fayda maliyet analizi yaptığınızda nasıl bir tabloyla karşılaşmaktasınız?

5- Endüstri 4.0 kapsamında kullandığınız teknolojik uygulamalar çalışanların verimliliğini ve performansını nasıl etkilemektedir?

6- Endüstri 4.0 sürecine adapte olmadan önce ne gibi endişeleriniz ve olumsuz düşünceleriniz vardı?

3.6. Araştırmanın Kapsamı ve Kısıtları

Araştırma konu ve uygulama açısından sınırlandırılmıştır. Maliyet, zaman ve olanak gibi faktörlerden dolayı bazı kısıtlamalar getirilmiştir. Araştırma konu bakımından Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine değerlendirilmesi kapsamında araştırılmıştır. Uygulama açısından, İstanbul ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren 8 lojistik işletmesi, 3 fabrika, 3 gümrük firması, 1 yazılım ve otomasyon firması ve 1 tedarik zinciri uzmanının görüşleri neticesinde şekillenmiştir. Araştırmanın sonuçları yalnızca araştırma kapsamındaki işletmeler ile sınırlı olmakla birlikte sonuçların genele göre düşünülmesi gibi bir prensibi bulunmamaktadır.

3.7. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini İstanbul ilinde faaliyet gösteren lojistik firmaları, fabrikalar, yazılım ve otomasyon şirketleri, gümrük işletmeleri ve bu alanda uzman kişiler oluşturmaktadır. Evren olarak İstanbul'un tercih edilmesinin en büyük nedeni bu firmaların merkezlerinin İstanbul'da olması ve faaliyetlerini İstanbul'da gerçekleştiriyor olmalarıdır. Nitel araştırmalar, kişilerin kendi potansiyelini tanıması, gayretiyle kurduğu sosyal bir yapı ve sistemi bulmak üzere geliştirdiği bir bilgi ortaya koyma biçimidir. Bu çalışmalarda araştırılan olayla ilgili bir kitleye yönelik derin bir algıya erişme çabasından söz edilmektedir

(Baltacı, 2019: 370). Araştırmada örneklemi belirlerken seçkisiz olmayan örnekleme yönteminden amaçsal örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçsal örnekleme yöntemi, araştırmanın amacına ilişkin, belirlenen konuyla ilgili bilgisi yüksek ve tecrübeli kişilerin seçilmesi istenildiğinde tercih edilmektedir (Eker, 2020: 14). Patton (1990), nitel araştırmalarda örneklem büyüklüğünü belirleme konusunda sabit bir kural bulunmamaktadır. Patton'a göre örneklemin büyüklüğü; neyi öğrenmek istediğimize, araştırmanın amacına, neyin faydalı olduğuna, neyin önemli olduğuna ve eldeki zaman ve kaynaklarla neler yapılabileceğine bağlıdır ve buna göre değişiklik gösterir (Büyüköztürk vd., 2018: 93). Creswell (1998), örneklem büyüklüğünün belirlenirken veri doygunluğu ve veri yeterliliği faktörlerinin dikkate alınmasının altını çizmiş ve örneklem büyüklüğünün 10-30 arasında olabileceğini belirtilmiştir (Kanten vd., 2018: 1103).

İstanbul'da faaliyet gösteren ve Endüstri 4.0 uygulamalarını kullanan 8 lojistik firması, 3 fabrika, 3 gümrük firması, 1 yazılım ve otomasyon şirketi ve 1 uzman ile görüşülmüştür. Görüşmeler pandemi şartlarından dolayı telefon ve video konferans ile uzaktan internet ortamında yapılmıştır.

24 katılımcıyla gerçekleştirilen mülakatların her biri ortalama 40 dakika sürmüştür. Mülakatta kişi ve kurumları belirlerken, Endüstri 4.0 uygulamaları ile faaliyetlerini gerçekleştiren firmaların ve bu konuda uzman kişilerin seçilmesine özen gösterilmiştir.

Araştırma kapsamında firmaların kendi isimlerinin kullanılmasına izin verdiği kadarıyla; görüşülen kurum isimleri, görüşülen kişilerin unvanları ve görüşme tarihleri aşağıdaki Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

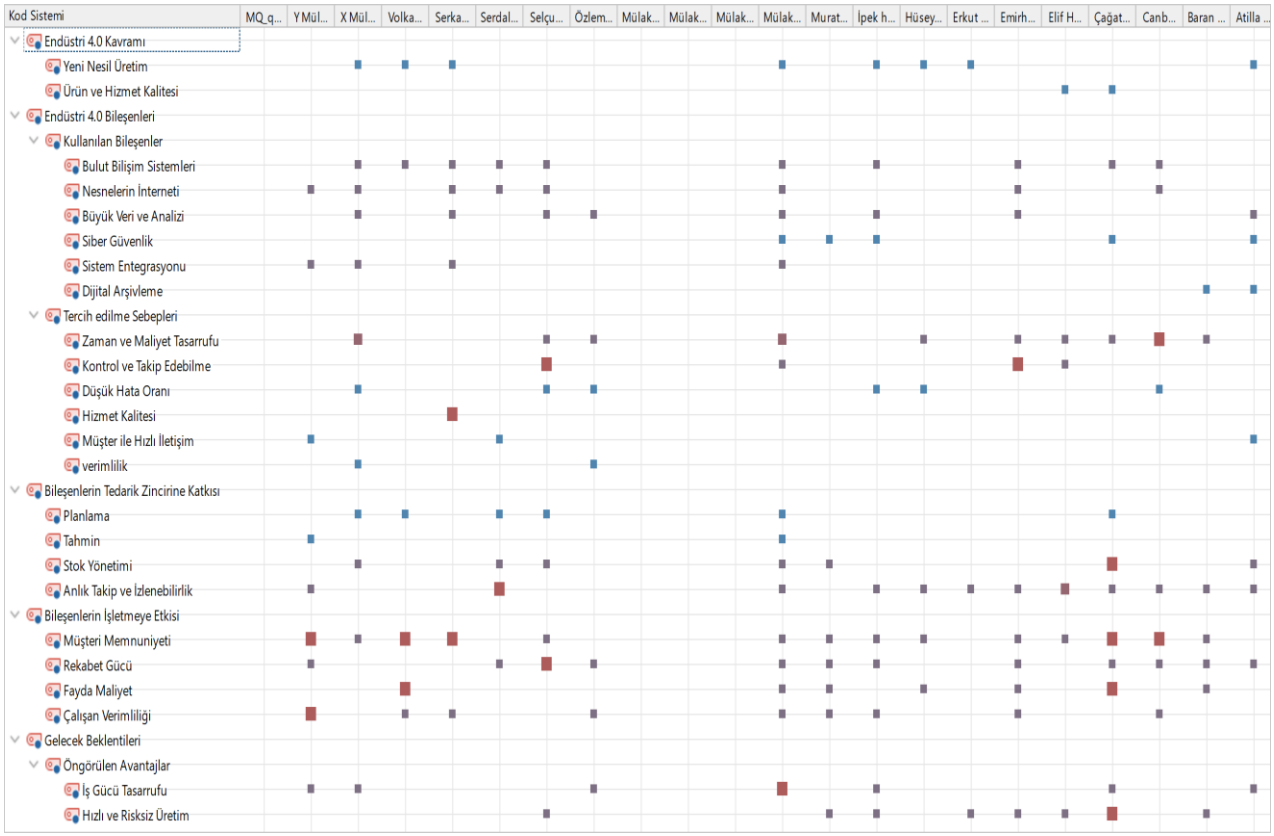
Görüşülen kurumlar, katılımcı unvanları ve görüşme tarihi

Görüşülen Kurum	Unvan	Görüşme Tarihi
Ekol Lojistik	Tedarik Zinciri Operasyon Yöneticisi	09.07.2021
Evolog Lojistik	Denizyolu Taşımacılığı İthalat ve Operasyon Uzmanı	06.08.2021
Siemens	Yönetim Kurulu Üyesi, Genel Müdür	07.08.2021
A.Y. Tedarik Zinciri Danışmanlığı	Tedarik Zinciri, Lojistik ve İş Geliştirme Danışmanı, Eğitmen	09.08.2021
A Firması (Anonim)	Karayolu Operasyon Uzmanı	02.08.2021
B Firması (Anonim)	Tedarik Zinciri Operasyon Sorumlusu	04.08.2021
Ulukom Bilgisayar A.Ş.	Teknik Danışman ve Satış Sorumlusu	12.07.2021

Küresel Gümrük	İthalat/İhracat Gümrük Müşaviri	08.07.2021
C Firması (Anonim)	Nakliye Operasyon Uzmanı	05.08.2021
Ekol Lojistik	Proje Yönetimi	11.07.2021
Jet Teknoloji	Endüstriyel Tasarım Uzmanı	28.07.2021
D Firması (Anonim)	Üretim Sorumlusu	12.06.2021
E Firması (Anonim)	Operasyon Yöneticisi	18.06.2021
F Firması (Anonim)	Antrepo Sorumlusu	09.07.2021
G Firması (Anonim)	Tedarik Zinciri Uzmanı	21.06.2021
H Firması (Anonim)	Proje Yönetimi	24.06.2021
I Firması (Anonim)	Havayolu Kargo Operasyon Uzmanı	27.06.2021
Ekol Lojistik	Faturalandırma Birim Koordinatörü	13.07.2021
J Firması (Anonim)	Lojistik Operasyon Yöneticisi	16.07.2021
K Firması (Anonim)	Ar-Ge Sorumlusu	17.08.2021
Ekol Lojistik	Kıdemli Satış Uzmanı	11.08.2021
Logist Nakliyat ve Lojistik Hizmetleri A.Ş.	İşletme Sahibi	29.07.2021
L Firması (Anonim)	Operasyon Uzmanı	19.07.2021
M Firması (Anonim)	Üretim ve Ar-Ge Sorumlusu	12.06.2021

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

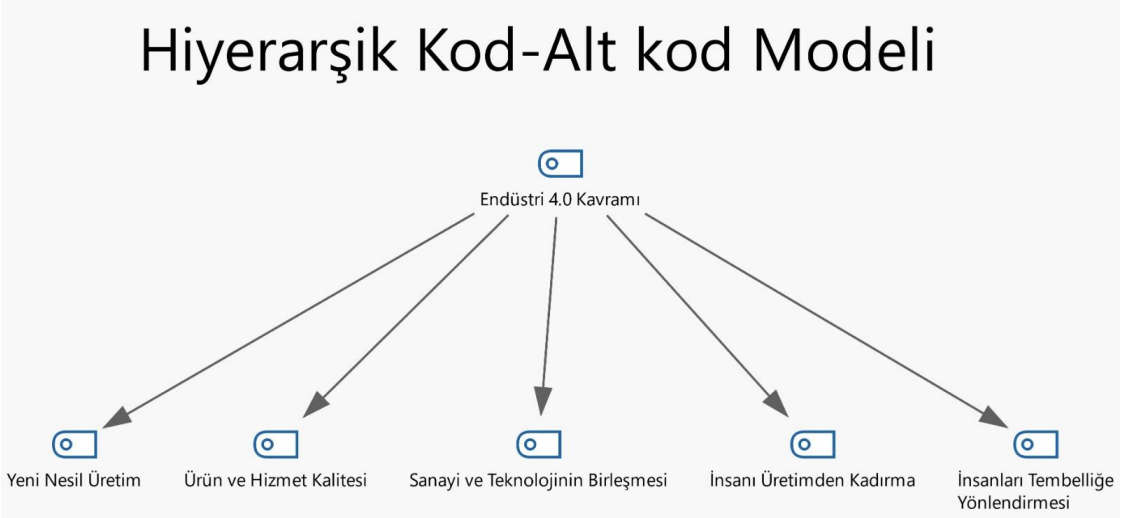
ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 13. Araştırmada elde edilen kodların şekilsel matrisi

Araştırmada katılımcıların Endüstri 4.0 kapsamında genel olarak: hizmet kalitesi, kontrol ve takip edebilme, anlık takip ve izlenebilirlik, müşteri memnuniyeti, fayda maliyeti, çalışan verimliliği, zaman ve maliyet tasarrufu ve hızlı ve risksiz üretim tanımları üzerine durduklarını kodların matris üzerindeki yoğunluğundan ayırt edebilmekteyiz. Kullanılan bileşenlere göre elde edilen fayda değişmekle birlikte genel olarak kısa vadeli yatırımlarda da beklentiler bu şekilde olmaktadır. Bu sistemin uzun vadeli yatırımcıları ise özellikle fayda maliyet ve sıfıra yakın hatayla üretim/hizmet konuları üzerinde durmaktadır. ,

4.1. Endüstri 4.0 Kavramı



Şekil 14. Endüstri 4.0 Kavramı Kategori (Tema) Deseni

Endüstri 4.0 Kavramı kategorisi, *yeni nesil üretim, ürün ve hizmet kalitesi, sanayi ve teknolojinin birleşmesi, insanı üretimden kaldırma ve insanları tembelliğe yönlendirmesi* kodlarından oluşmaktadır.

Yeni nesil üretim ve ürün ve hizmet kalitesi kodları dışında katılımcılar tarafından vurgulanan diğer bir ifade ise sanayi ve teknolojinin birleşmesidir. Endüstri 4.0'ın çıkış noktası ve ilk odak noktası sanayinin gelişimi üzerinedir. Endüstri 4.0 bileşenlerinin yani dolayısıyla teknolojinin sanayide kullanılmasıyla birlikte üretimde esneklik ve hız kavramları ön plana çıkmış, müşterilerin ihtiyaçlarına doğrudan ve daha net bir şekilde karşılık verilmeye başlanmıştır.

İnsanı üretimden kaldırma alt kodunda ise vurgulanmak istenen; teknolojinin yoğun kullanımıyla birlikte hata payını sıfıra indirmek ve bu süreçte insan gücünden minimum düzeyde faydalanmaktır. Üretimde otonom robotlar ve üretimin diğer safhalarında ve montaj işlemlerinde kullanılan sistemlerin tamamen birbirine bağlı makinelerle gerçekleşmesi insan gücüne olan ihtiyacı yüksek düzeyde ortadan kaldıracaktır.

İnsanı üretimden kaldırma koduna paralel olarak insanları tembelliğe yönlendirmesi kodu ise bir diğer Endüstri 4.0 Kavramında katılımcıların vurguladığı nokta olmuştur. Yalnızca sanayide değil, sosyal anlamda da insanların hayatına dahil olan endüstri 4.0, getirdiği yeniliklerle insanları minimum efor harcamayla günlük işlerini yerine getirmeye yönlendirmekte ve dolayısıyla bir çok insanı tembelliğe alıştırabilmektedir. Buna içindeki

yazılımlarla entegre bir şekilde çalışan akıllı elektrikli süpürgeleri, hizmet sektörüne de dahil olan akıllı robotları örnek gösterebiliriz.

Kodlar içinde en sık tekrar eden kod, *yeni nesil üretim (f:9)* kodudur. Bu koda ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

> *"Cihazların ve nesnelerin birbiriyle entegre bir şekilde çalıştığı, birbirlerine veri ve bilgi alışverişinde bulunduğu ve böylece operasyon süreçlerindeki kalitenin artığı yeni bir endüstri devrimidir. Gelişen teknolojiyle birlikte pek çok firma rekabet piyasasında varlığını gösterebilmek adına bu sürece uyum sağlamak durumunda kalacaktır." (Katılımcı 1)*

> *"Gelişen ve değişen dünya ve bunun doğurduğu ekonomik ve sosyolojik yapılar göz önüne alındığında zaten yeni bir endüstri devrimi olması kaçınılmazdı. Nitekim Endüstri 4.0 ile bu yola girildi ve özellikle sanayide ve bizim alanımız olan lojistikte çok radikal değişimler yaşandı. Toparlamak gerekirse; Endüstri 4.0 sunduğu imkanlar sayesinde bir ürünün hammaddesinin üreticiden nihai tüketiciye gidene kadar ki süreci kolaylaştıran ve daha akışkan hale getiren bir sanayi devrimidir." (İpek)*

> *"Özellikle nesnelerin interneti olgusu üzerinden hareketle üretim ve yaşam alanlarının tamamı akıllı donanımlara sahip olacak ve sistemler birbiri ile bütünleşmiş şekilde çalışacak olup emek yoğun işlerin makinaların sırtına yıkılması ilk akla gelen kavram olmaktadır." (Erkut)*

Endüstri 4.0 süreciyle birlikte, üretim şeklinde değişmeler yaşanmıştır. Özellikle sanayi alanında yaşanan değişmeler sonucunda insanların yaşam alanlarının neredeyse tamamı akıllı cihazlar sarmıştır. Bu yüzden yeni nesil üretim kavramının gittikçe daha fazla hayatımıza girdiğini alt kodun aldığı değerden de analiz edebiliriz. Ürün ve hizmet kalitesi ise Endüstri 4.0 tanımının en kilit ifadelerinden biridir. Yoğun teknolojinin işin içine girmesiyle insanların hayatının kolaylaşması mutlaka kişilerin aklına Endüstri 4.0 denildiğinde "kalite" kelimesini getirecektir.

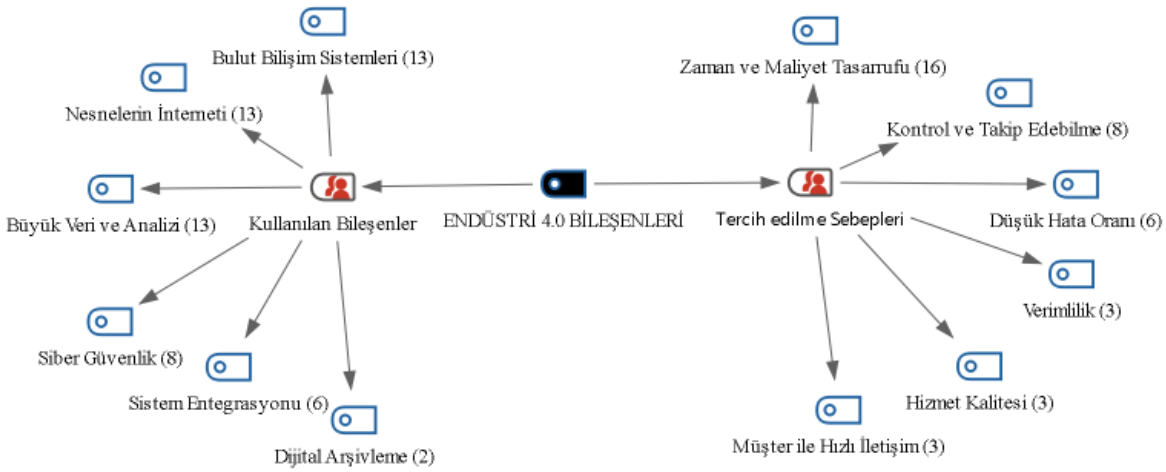
Bu kodun ardından gelen ürün ve hizmet kalitesi (f:3) koduna ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"İnsan faktörünün rolü azaltılarak hata payının düşürülmesi ve ürün kalitesindeki artış. (Çağatay)

"Üretim miktarını ve kalitesini artıran dönüşüm." (Adem)

Endüstri 4.0 entegrasyonuyla birlikte ürün ve hizmet kalitesinde artış yaşanmıştır. Daha kısa zaman aralığında daha çok ürün üretip aynı zamanda kalite standartlarını korumak işletmeler açısından çok önemli bir husustur. Katılımcıların sorulara verdiği yanıtlarda özellikle pratiklik, esneklik, hatada azalış dolayısıyla kalitede artış, zaman ve maliyet tasarrufları ön plana çıkmaktadır. Bileşenlerin bir kısmından dahi yararlanan işletmeler de ise belli noktalarda pozitif anlamda önemli farklılıklar görülmektedir.

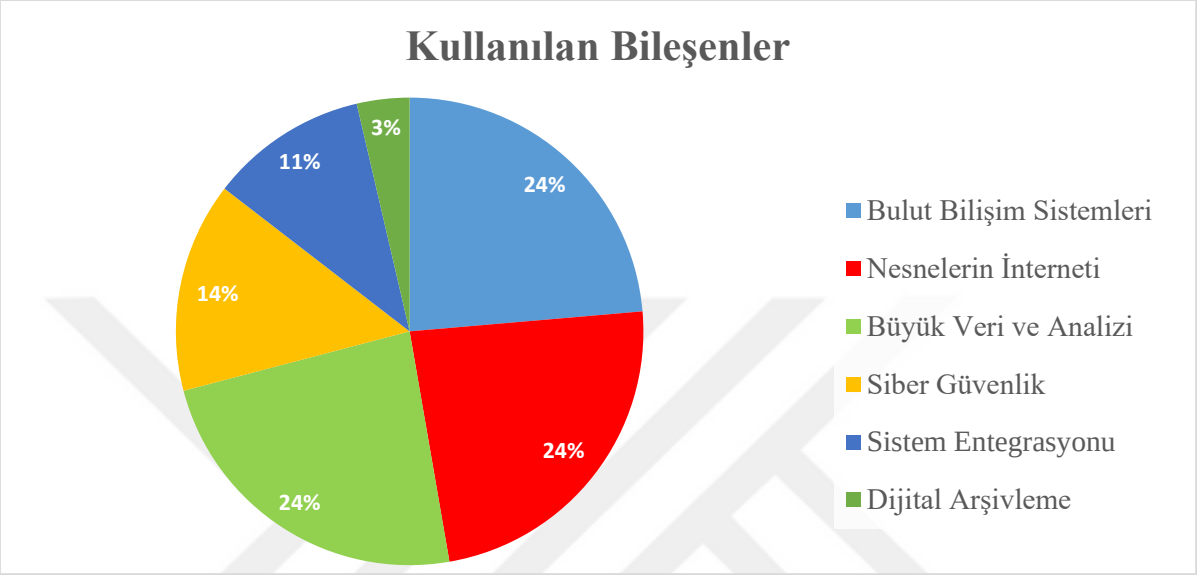
4.2. Endüstri 4.0 Bileşenleri



Şekil 15. Endüstri 4.0 Bileşenleri MAXMaps Kod Haritası

Endüstri 4.0 bileşenleri **kullanılan bileşenler** ve **tercih edilme sebepleri** olmak üzere iki kategoriden oluşmaktadır.

Kullanılan bileşenler kategorisi, *bulut bilişim sistemleri, nesnelerin interneti, büyük veri analizi, siber güvenlik, sistem entegrasyonu ve dijital arşivleme* gibi başlıca işletmelerin yaralandığı bileşenlerden oluşmaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere, işletmeler tarafından bulut bilişim sistemleri, nesnelerin interneti ve büyük veri analizi kullanılan başlıca bileşenlerdir.



Şekil 16. Kullanılan Bileşenler Daire Grafiği

Şekil 15'te görüldüğü gibi Endüstri 4.0 kapsamında katılımcıların bünyesinde bulunduğu işletmelerde ağırlıklı olarak kullanılan bileşenler sırasıyla; %24 bulut bilişim sistemleri, %24 nesnelerin interneti, %24 büyük veri ve analizi, %14 siber güvenlik sistemleri, %11 sistem entegrasyonu ve %3 ile dijital arşivlemedir. Burada ön plana çıkan konu ise akıllı fabrikalar, otonom robotlar gibi yüksek maliyet gerektiren bileşenler yerine nispeten daha düşük maliyetli ve sanal verileri aktif olarak daha verimli kullanabilme olasılığı sağlayan sistemler, araştırmanın örneklemini oluşturan işletmeler tarafından daha çok tercih edilmiştir. Katılımcıların cevapları baz alındığında, kullanılan bu sistemlerin oldukça olumlu geri dönüşlerinin olduğu ve işleri son derece pratik hale getirdiği tespit edilmiştir.

Tercih edilme sebepleri kategorisi, *zaman ve maliyet tasarrufu, kontrol ve takip edebilme, düşük hata oranı, verimlilik, hizmet kalitesi ve müşteri ile hızlı iletişim* kodlarından oluşmaktadır.

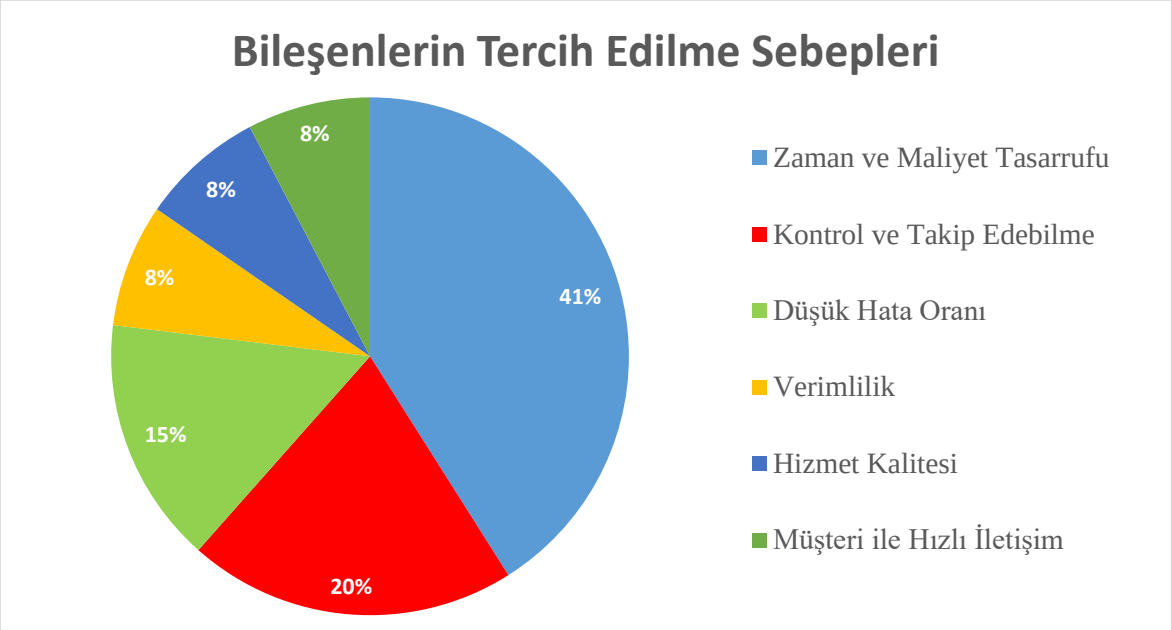
Kodlar içinde en sık tekrar eden kod, *zaman ve maliyet tasarrufu (f:16)* kodudur. Bu koda ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"Nesnelerin internetine örnek verecek olursam en önemlisi zamandan tasarruf sağlamaktadır, şöyle ki lojistik zincirlerinde en önemli halka tedarikçilerimizdir yani bize araçlarını ile hizmet veren iş ortaklarımız nesnelerin interneti sayesinde teslimi yapılan yükün ve hizmetin karşılığı aynı zaman ve mekân içerisinde ispatlanıyor ve ödemesi yapılabiliyor bu durumda tedarikçilerimizi memnun etmektedir." (Emirhan)

"Aynı zamanda insan gücünün minimalize edilip işçi temelli hataların ortadan kaldırılması, çevre dostu ve kaynak tasarrufu politikalarının daha kolay adapte edilmesi, sistem izleme ve arıza tespitinin kolaylaştırılabilir hale getirilmesine sebep olmaktadır." (Elif)

"Bunların tedarik zinciri sürecine katkısından bahsedecek olursak maliyet açısından ciddi avantajlar sağlamaktadır." (Canberk)

"Kullandığımız bileşenler sayesinde zamandan ciddi bir şekilde tasarruf edilmekte ve maliyetler aşağı çekilmektedir." (Adem)



Şekil 17. Bileşenlerin Tercih Edilme Sebepleri Daire Grafiği

Şekil 16'da görüldüğü gibi Endüstri 4.0 bileşenlerinin kullanma sebeplerin başında zaman ve maliyet tasarrufu gelmektedir. İşletmeler makineler ve kullandıkları bilim sistemleri aracılığı ile elindeki işleri daha çabuk şekilde ve daha uygun olarak yapabilmekte ve böylelikle zamandan ve maliyetten tasarruf edebilmektedir.

Endüstri 4.0 bileşenlerinden faydalanan işletmelerin başlıca tercih etme sebepleri grafikte de görüldüğü gibi; %41 zaman ve maliyet tasarrufu, %20 kontrol ve takip edebilme, %15 düşük hata oranı, %8 verimlilik, % 8 hizmet kalitesi ve %8 müşteri ile hızlı iletişim şeklinde katılımcılar tarafından ifade edilmektedir.

Zaman ve Maliyet Tasarrufu: İşletmeler, entegre sistemler sayesinde; üretimde esneklik ve hız, arşivlemede pratiklik ve verileri saklama kolaylığı, büyük veri ve analizi ile geleceğe yönelik daha kesin sonuçlar elde etme ve dolayısıyla isabetli stok planlamaları ve tahmininde meydana gelen kolaylık gibi örneklerle hem zamandan hem de maliyetten ciddi bir tasarruf alanı ortaya çıkarmaktadır.

Kontrol ve Takip Edebilme: Ortaya çıkan ürün veya hizmetin durumunu anlık olarak takip edebilme, GPS, RFID ve Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik gibi sistemler sayesinde ürünün kontrolünde ve takibinde sağlanan kolaylıklar ve anlık veri akışları da Endüstri 4.0 ile bütünleşmiş sistemlerin işletmelere sağladığı faydalardan biridir. Bu sayede verilen hizmetin kalitesi artmakta ve işletmeler girdi ve çıktılarını daha net bir şekilde takip edebilmektedir.

Düşük Hata Oranı: Üretim tarafında yoğun teknoloji kullanımı ve bunlarla birlikte aktif olarak kullanılan nesnelerin interneti ve sistem entegrasyonu gibi bileşenler sayesinde hata oranı ciddi bir oranda düşmekte ve aynı zamanda da iş görenin üretimdeki rolünün azalmasıyla da hata oranının sıfıra inmesinde önemli bir paya sahiptir.

Verimlilik: Üretimde hız ve esneklik, hata paylarının sıfıra inmesi, ürün ve hizmet kalitesindeki artış, müşterilerden gelen pozitif geri dönüşler, geleceğe yönelik planlamaların daha şeffaf ve net bir şekilde yapılması, orta ve uzun vadede karlılık gibi faktörleri saydığımızda Endüstri 4.0 bileşenleri ile bütünleşmiş yapıların işletmeler açısından son derece verimli sonuçlar ortaya çıkardığını ifade edebiliriz.

Hizmet Kalitesi: Müşteri memnuniyeti, hizmet kalitesi kapsamında en geçerli geri dönüştür. Endüstri 4.0 bileşenleri; işletmelere pratiklik, hız, anlık reaksiyon verme ve dolayısıyla kalitede artış gibi faydalar sağladığı için hem ürün hem de hizmet konusunda ciddi bir oranda kalite artışı getirdiğini görülmektedir.

Müşteri ile Hızlı İletişim: Müşteriden gelen isteklere ve özel taleplere anlık olarak reaksiyon verebilme ve ürün veya hizmet konusunda meydana gelen sorunlardan kısa süre içinde haberdar olma ve bunlara erken yanıt verebilme gibi faktörlerden dolayı müşteriler ile hızlı, sağlıklı ve pürüzsüz iletişim kurulmakta ve bunun sonucunda müşteri memnuniyeti konusunda işletme, hedeflerine daha kısa sürede ulaşabilmektedir. Müşterilerin taleplerine erken geri dönüş sağlamak müşteri memnuniyeti açısından her zaman pozitif bir etki ortaya çıkarmaktadır.

Bu kodun ardından, *kontrol ve takip edebilme (f: 8)* kodu gelmektedir. Bu koda ilişkin yönetici görüşlerin bazıları şu şekildedir:

"Buradan veriler kaydedilip gerektiğinde analiz edilmektedir. İhtiyaç duyulduğunda ise bulut bilişim ile verilere yetkili çalışanlar istedikleri yerden ulaşıp gerekli kontrolleri yapabilmektedir." (Selçuk)

"Bu enstrümanların tercih edilmesinin başlıca sebebi nesnelerin interneti sayesinde diğer çalışan arkadaşlarımızla senkronize olabilmekteyiz, büyük veri analizi ile muhasebe departmanımız yapılan işin kar zarar bakımından şirketimize ne gibi faydası olduğunu takip edebilmektedir, bulut bilişim sistemleri sayesinde şirketimiz geriye dönük hafıza edinilmiş olmaktadır." (Emirhan)

"Firmamızda hizmetin oluşum aşamasından müşteriye teslimine kadarki tüm süreçler hem müşteriler tarafından onlara verilen kullanıcı adı ve şifrelerle kendileri tarafından takip edilmekte, aynı zamanda süreçle ilgili tüm adımlar şirket çalışanları tarafından ortak bir sistemde kaydedilerek ilerlemektedir. Böylece hangi hizmetin halihazırda hangi aşamada olduğu ve bu hizmete dair atılan her adım ilgili şirket personeli ve ilgili departman ve bölüm yöneticileri tarafından takip ve kontrol edilmektedir." (Elif)

"Nesnelerin interneti sayesinde yolda olan araçlarımız ve araca yüklü mallar hakkında anlık bilgi sahibi olabilmekteyiz. Aracın veya malların başına bir şey gelmesi durumunda saniyesinde durumu görebilmekte ve üretim planlamalarımızı ona göre dizayn etmekteyiz." (Ali)

Teknolojik araçların yaygınlığı ile birlikte, işletmeler istedikleri her an işlemlerini takip edebilmekte ve gerektiği zamanda müdahale edebilmektedir. Kontrol ve takip süreçlerinin daha şeffaf bir şekilde veriye dönüşmesi, işletmelerin yükünü azaltan ve daha hızlı reaksiyon vermesini sağlayan bir önemli bir husustur. Kendi ürünün ve/veya hizmetinin takibi kolay bir şekilde yapan işletmeler diğer faaliyetlerine daha çabuk ve yoğun bir şekilde konsantre olabilirler.

Zaman ve Maliyet Tasarrufu kodunun ardından sık tekrar kodları; *düşük hata oranı, verimlilik, hizmet kalitesi ve müşteri ile hızlı iletişim* kodlarıdır. Bu kodlara ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"Bu bileşenler sayesinde hem hata payımızı sıfıra yakına bir seviyeye indirgemekteyiz hem de 3-4 sene öncesine kıyasla daha esnek ve hızlı geri dönüşler ve süreç yönetimi sağlamaktayız." (İpek)

"İşçinin sırtındaki iş yükünü makinelere teslim etmesini sağlıyor bu da hata oranını düşürüp (...)" (Hüseyin)

"Bu bahsettiğimiz bileşenleri kullanmak firmanın verdiği hizmeti daha kaliteli, daha hızlı ve daha kusursuz hale getirmiş olup, birlikte çalıştığımız ortaklarımız ile iş hacmimizi, çalışma şartlarımızı değerlendirip daha verimli hale getirmemizi sağlıyor." (Ahmet)

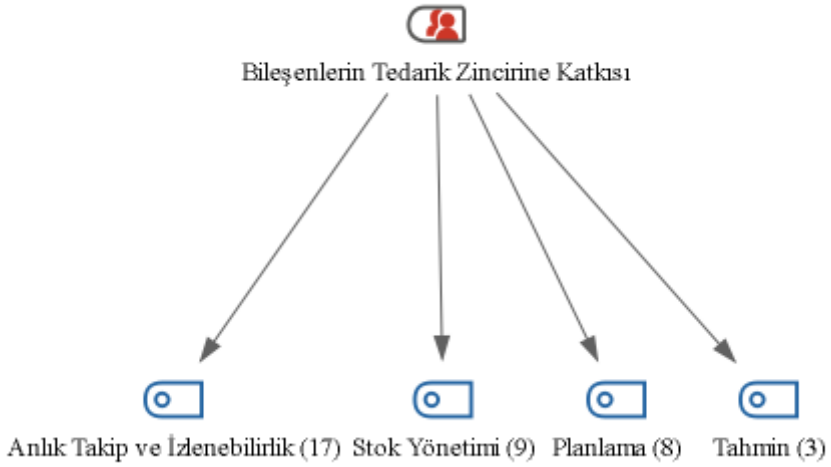
"Bunun kullanılma amacı müşterilerin ve işletmenin kısa zamanda doğru bilgiye ulaşmasıdır. Bu süreçte bizlerde hatayı en düşük seviyede tutmaktayız." (Katılımcı 2)

"Bu sistemler en çok işin üretim kısmında bize katkı sağlasa da operasyonlarımızı yönetme konusunda da epey kolaylık sağlamakla beraber tedarik zinciri sürecindeki tüm müşterilerimizle iletişimimiz güçlenmiş ve üretimde sağlanan hız ile tüm müşterilerimize daha hızlı geri dönüşler sağlamamız konusunda bize oldukça katkı sağlamıştır." (Serdal)

"Sistemsel aksaklıklar yaşanmıyor ve maliyet en aza indirgenmiş oluyor, birbiri ile iletişim halinde olan bu sistemler sayesinde veriler istenilen herkese anında ulaşıyor ve iş akışı en hızlı şekilde sağlanmış oluyor." (Özlem)

Endüstri 4.0 araçlarının kullanımlarının yaygınlaşmasıyla, üretim sürecinde yapılan hatalarda azalmalar yaşanmış buna bağlı olarak da hizmet kalitesinde artış görülmüştür. Ayrıca müşteri ile sürekli temas halinde kalarak memnuniyet sağlanmıştır.

4.3. Bileşenlerin Tedarik Zincirine Katkısı



Şekil 18. Bileşenlerin Tedarik Zincirine Katkısı Kategori (Tema) Deseni

Bileşenlerin Tedarik Zincirine Katkısı kategorisi, *anlık takip ve izlenebilirlik, stok yönetimi, planlama ve tahmin* kodlarından oluşmaktadır.

Kodlar arasında en sık *anlık takip ve izlenebilir (f: 17)* kodu tekrarlamıştır. Bu koda ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"Üretim sektöründe olduğumuz için kullandığımız bilişim sistemleri bize üretimi yapılan ürünlerin daha kolay izlenilebilmesi ve takibinin yapılabilmesi gibi süreçler hakkında detaylı bilgiler vermektedir." (Serdal)

"Yeri geldiğinde taşınan ürünlerin hangi şehir ve ilçeye gönderilecekse malın bekleme durumu varsa hangi şehirde ki uygun antrepoda bekletilmesi mal ve hizmet için uygun yer ve şartların olması gibi süreçlerin takibini kolaylaştırması gibi faydaları bulunmaktadır." (Emirhan)

"Müşterilere sunulan dijital arşivleme sistemi isen tüm açılan ve kapanan beyannamelere anında erişim, istenilen döneme ait faturaların görüntülenmesi ve indirilmesi, süreçlerin anlık takibinden oluşmaktadır." (Elif)

"Dijital olan her şeyin gelişmesi ile bizde zaten olabildiğince bu durumdan faydalandık üst kısımlarda saydığım gibi yapay zekâ ve dijital arşivleme sayesinde sorunları daha hızlı tespit edip onları ortadan kaldırıyoruz ardından biten bütün işlerde hızlıca müşterilerimize ulaşıyoruz eğer ki dijital ortamdan bir aktarım yapılamayacak düzeyde ise otomobil, motosiklet ile elden teslimi gerçekleştiriyoruz." (Baran)

Endüstri 4.0 araçların kullanımlarıyla, üretimleri anlık takip edilebilerek üretim sürecine hakim olunmuştur.

Bu kodun ardından en sık tekrarlayan kodlar *stok yönetimi, planlama ve takip* kodlarıdır. Bu kodlara ilişkin yönetici görüşlerinden bazılar aşağıda sıralanmıştır:

"Stok yönetimimiz konusunda bize geçmiş raporları sunarak geleceğe yönelik üretim planlarımızı yapmamız ve kaç adet üretmemiz gerekiyor sorusuna cevap bulabilmemiz bilişim sistemleri sayesinde mümkündür." (Serdal)

"Stok yönetimi sürecinde ise ürünlerin takibi ve anlık durumları bilişim sistemleri sayesinde tespit edilmekte ve çalışanlarımız için gerekli verilere anlık ulaşma konusunda yarar sağlamaktadır. Böylece müşterilere geri dönüş konusunda hız ve şeffaflık sağlamaktadır." (Katılımcı 4)

"Özellikle stok yönetimde gözle görülür bir şekilde iyileşme durumu oldu. Ürünlerin kontroller ve takip edilmesi açısından bizler için çok önemli kolaylıklar sağladı ve bilgi kirliliğinin önüne geçilmesini sağladı." (Murat)

"Tedarik zinciri kapsamında işletmeler özellikle büyük veri analizi, nesnelerin interneti ve bulut bilişim sistemlerinden faydalanmaktadırlar. Özellikle e-ticaret yani online hizmet veren işletmelerde belirli bir bölgeden sipariş edilen ürünlere ilişkin her türlü bilgiler toplanabilmekte ve işletmeler saydığım sistemler sayesinde bu verileri kendi gereksinimlerine göre sınıflandırabilmekte ve rahatça ayırt edebilmektedir." (Atilla)

"Üretim aşamasında sağladığı faydalar maliyet konusunda ön görülebilir bir tahmin ve bununla beraber daha düşük maliyetler olduğundan bahsedebiliriz." (Katılımcı 2)

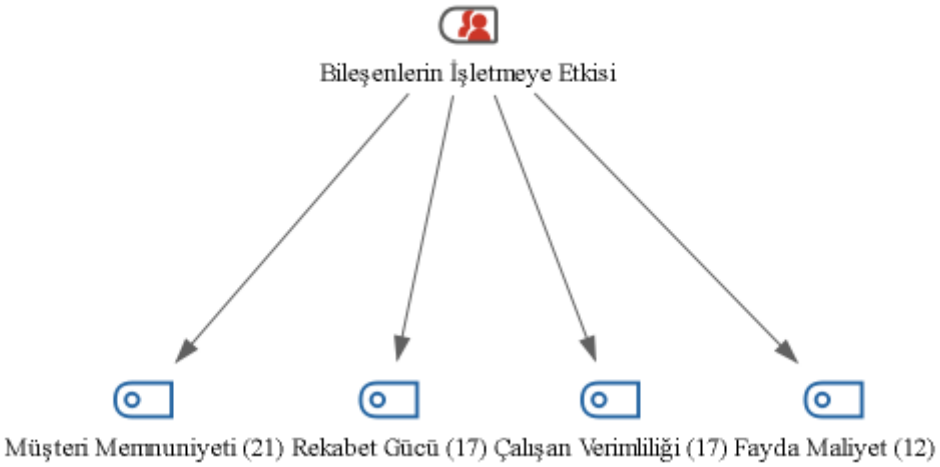
"Planlama konusunda yapılan analizler doğrultusunda operasyonlarımızın süresi ve bize maliyeti hakkında tahminlerde bulunabilmekteyiz." (Serdal)

"Bulut bilişim sistemi sayesinde müşterilerde aldığımız ve sistemimize kaydedilen geri dönüşlerin özellikle planlama ve tahmin kısmında çok fazla işe yaradığını söyleyebilirim." (Çağatay)

"Yani yazılımlar; planlama olsun, depolama olsun, üretim olsun, sevkiyat olsun bütün süreçler kendine özgü algoritmalar tarafından takip edilmekte ve insan faktörü olmaksızın bu süreçlerde kullanılmaktadır." (Ali Rıza)

Bu araçlar sayesinde, daha etkin bir şekilde planlamalar yapma imkanına erişilmiş ve stok yönetimi daha fazla kontrol altında tutulmuştur. Aynı zamanda girdi/çıktı maliyetlerinin eksiksiz hesaplanmasını sağlayarak yıl sonunda işletmeler için çok daha net tabloların ortaya çıktığını da analizler neticesinde ifade edebiliriz.

4.4. Bileşenlerin İşletmeye Etkisi



Şekil 19. Bileşenlerin İşletmeye Etkisi Kategori (Tema) Deseni

Bileşenlerin İşletmeye Etkisi kategorisi, *müşteri memnuniyeti, rekabet gücü, çalışan verimliliği ve fayda maliyet* kodlarından oluşmaktadır.

Kodlar arasında en sık *müşteri memnuniyeti* (f: 21) kodu tekrar etmiştir. Bu koda ilişkin yönetici görüşleri aşağıda verilmiştir:

"Lojistik sektöründe Endüstri 4.0 uygulamalarını kullanan tüm firmaların müşterilerden olumlu geri dönüşler aldığını düşünüyorum. Kendi işletmemiz açısından maliyetlerin azalmasıyla birlikte süreçler hızlanmakta ve müşterilere daha çabuk geri dönüşler sağlanmaktadır. Böylelikle müşterileri memnuniyetinde artış olmakta ve olumlu geri dönüşler almaktayız." (Katılımcı 1)

"Tabi ki etkiledi. Bireysel olarak müşterilerimize ve partnerlerimize bunu sormasak da hata payımız azaldığı için ve pek tabi süreçleri daha hızlı yönetebildiğimizden ötürü eskiden yaşadığımız sorunları yaşamamaktayız. Dolayısıyla geçmişe yönelik sorunlar azaldığı için bu da müşteri memnuniyetinde artışa ve olumlu geri dönüşlere sebep oldu diyebilirim." (İpek)
"Bu durum müşterilerimizi pozitif etkiledi, tedarik zinciri boyunca tüm süreçlerin takibi, hata oranın oldukça düşmesi, zaman tasarrufu gibi etkenler iş

dünyamızın en önemli bileşenleridir. Müşteri tarafından en olumlu dönüş bu bileşenlerin olumlu yönde ilerlemesi ve daha fazla mal ve hizmeti dağıtıma sürmesi şirketimiz bu dağıtımın bir parçası olması kârlılığını artırmasıdır." (Emirhan)

Özellikle gümrük işlemleri sırasında evrakların anında görüntülenmesi ve müşterilerin, istedikleri rapor ve belgelere istedikleri zamanda ulaşabiliyor olması evrakların asıllarına ulaşmak için müşterilerin beklemeli olduğu süreci ortadan kaldırmıştır. Bu da olumlu yönde geri dönüşlere sebep olmuştur. (Elif)
"Özellikle pandemi döneminde online kullanım konusunda çok büyük faydaları oldu. Bulut bilişim içerisindeki datalar sayesinde müşterilerimiz hakkında daha fazla bilgiye sahip olmakta ve onlara daha iyi bir hizmet vermekteyiz. Bu da müşteri memnuniyetinde olumlu geri dönüşlere yol açmaktadır." (Çağatay)

"Müşterilerimiz oldukça memnun kalmıştır bunların nedenlerin başında ise hızlı iletişim ve oluşabilecek her sorunu ortadan kaldırdığımız gerçeğidir. İnsanlar genellikle beklemeyi sevmez ve bizde hiçbir müşterimizi bu sayede bekletmiyoruz, eksiksiz raporlama, talep analizleri ile ürünleri müşterilerle hızlıca buluşturabiliyoruz. Dolayısıyla müşteri memnuniyeti hususunda epey olumlu geri dönüşler alıyoruz."(Baran)

Endüstri 4.0 araçları kullanımı sonucu, müşteriler almış oldukları hizmetten memnun kalmışlardır. İşletmelerin müşterilerin ihtiyaçlarına anlık reaksiyon verebilmesi, hatasız ürünler/hizmetler sağlayabilmesi müşteri memnuniyetini ve dolayısıyla da karlılığı artırmaktadır.

Bu kodun ardından en sık tekrarlayan kodlar, *rekabet gücü (f: 17), çalışan verimliliği (f: 17) ve fayda maliyeti (f: 12) kodlarıdır.* Bu kodlara ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"Yeniliğe açık olması, verimliliğin artması zamandan tasarruf etmesi gibi avantajları mevcut. Bunlar dışında başka bir önemli konu ise güven. Ülkemizde çok sayıda işletme bunu kullanmamakta. Bu yüzden alanda öncü ve lider olmak için elimizden geleni yapıyoruz. Böylece rekabet ortamında ciddi avantajlar elde ediyoruz." (Katılımcı 3)

"Endüstrü 4.0 uygulamalarını kullanmaya başladığımızdan beri rakiplerimizden en az bir adım önde olduğumuzu söyleyebilirim. Kullandığımız uygulamalar sayesinde rakiplerimizle benzer hizmetlerimizi müşterilerimize daha kaliteli ve daha ucuz bir şekilde sunmaktayız. (Serdal)

"Bu sistemlerin entegrasyonlarının sağlandığı departmanlarda hız, kalite, hata oranlarında azalma ve maliyetlerden ciddi ölçüde kaçış sağlanması, bunlar sayesinde bulunduğumuz sektörde güçlenmemiz ve rekabet gücümüzün yükselmesi durumları ortaya çıkmakta." (Selçuk)

"Endüstri 4.0 sayesinde elde ettiğimiz avantajlarla beraber pazar payında büyüme sağlayabildik, müşterilerimizden aldığımız olumlu geri dönüşler, referanslar sayesinde kendimize daha kalıcı yer edinebildik, bu da rakiplerimize karşı bizi öne alan en büyük avantajlardan." (Özlem)

"Şirketimiz endüstri 4.0 sayesinde oldukça hızlı aksiyon alabilmektedir müşteri günlerce beklemek gibi sorunlar ile karşılaşmıyor, bu müşteride fazlaca pozitif bir etki bırakmakta olup şirketimizin imajını artırmaktadır, bu durumda tanınırlığı artırdığı gibi yeni müşterilere hizmet verme imkânı sunmaktadır." (Emirhan)

"Endüstri 4.0 süreci şirketimizi rakiplerimizden bir adım öne taşımıştır. Teknolojiden yararlanarak yürüttüğümüz operasyonlarımız süreci epey hızlandırmış ve maliyet miktarını oldukça düşürmüştür. Rakiplerimiz ile karşılaştırıldığında benzer hizmeti daha kaliteli bir şekilde daha ucuza ve daha çabuk yürütmemiz rekabet gücümüzü arttırmaktadır." (Adem)

"Olumlu bir tablo olduğunu rahatça söyleyebilirim. Endüstri 4.0 bize hız, esneklik ve karlılık kattı. Kısa vadede bile gözle görülür bir değişim olduğunu söyleyebilirim. Maliyetlerimiz azaldı. Operasyonlarımızdaki anlık takip sistemleri sayesinde hata payımız azalmakla beraber gelecek için daha rahat planlamalar yapmaktayız." (Katılımcı 6)

"3D yazıcılar olmadan bir ürünün prototipini çıkarmak ve dolayısıyla ölçümünü ve kurulumunu yapmak çok zor ve zahmetli. Bu ve bunun gibi sürecimizi kolaylaştıran ve bize hız, esneklik ve anında yanıt verebilme konforu sağlayan sistemler sayesinde elbette müşteri memnuniyetimizde artış hatta ve hatta müşterilerimizde artış söz konusu." (Fatih)

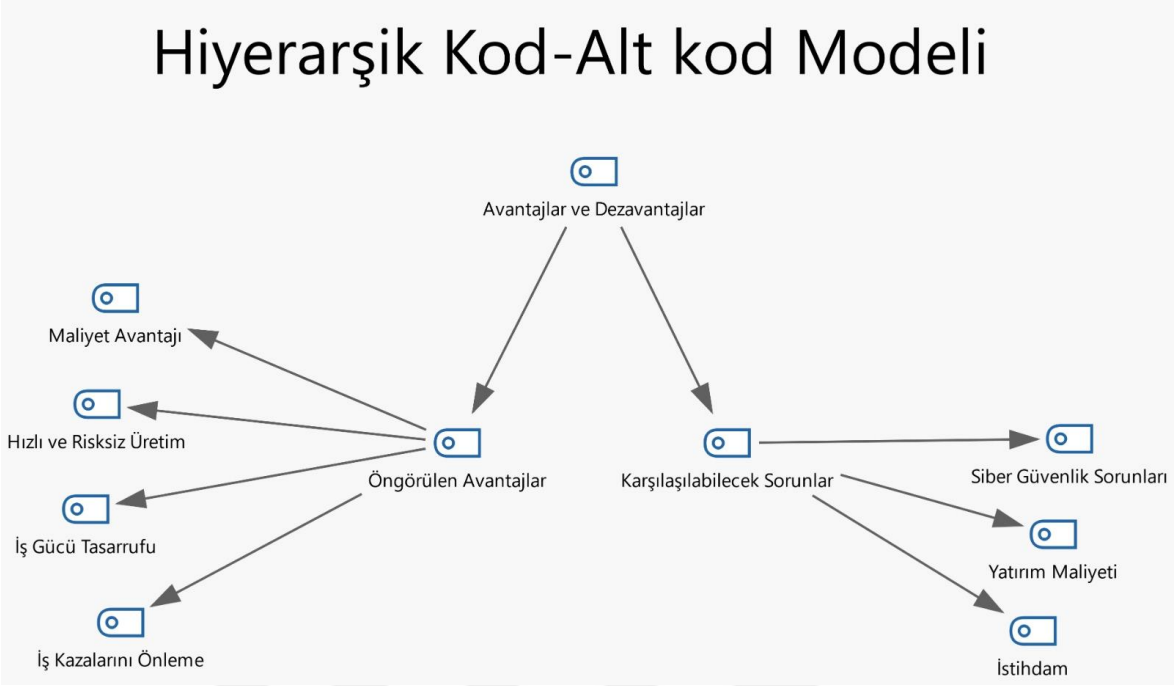
"Örneğin bu tarz sistemler sayesinde yüklemelerin takibini daha kolay yapıyoruz ve müşterilerimizin de kolay bir şekilde erişimini sağlıyoruz. Bunun yanı sıra; depolama faaliyetlerinden taşıma faaliyetlerine kadarki süreçte oluşabilecek hataların en aza indirgenmesi söz konusu." (Serkan)

"Şu anda çalışanlarımız açısından ciddi problemlerle karşılaştığımız bir durum henüz yaşamadık, aksine iş gücünden elde ettiğimiz tasarruf sayesinde çalışanlarımız ekstra emek ve uğraş harcamak zorunda kalmadıkları için, yeni fikirler, müşteri memnuniyeti, pazar payını arttırma gibi oldukça önemli konularda daha fazla motivasyon bularak, yaratıcı fikirler sunabilmek adına oldukça verimli zamanlar bulabilmekteler." (Özlem)

"Çalışan verimliliği konusunda ise genel anlamda kendi işlerini de kolaylaştıran bir yapı olduğu için hem hata payları azalmakta, hem de daha az uğraş ve diğer işlere daha fazla enerji harcama imkânı da doğmaktadır. Dolayısıyla çalışan verimliliğini kesinlikle pozitif etkilemektedir." (İpek)

Endüstri 4.0 araçların kullanımı işletmeye olumlu yansımaları olmuş ve diğer rakiplerine karşı rekabet gücü elde etmişlerdir. Ayrıca çalışanların işlerinin kolaylaşması sonucu çalışan verimliliğinde artış yaşanmıştır. Yine bu araçlar içinde yapılan maliyetler belirli süre sonra işletmelere olumlu yansıma şeklinde geri dönüş verdiği için fayda maliyeti sağlamıştır.

4.5. Avantajlar ve Dezavantajlar



Şekil 20. Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Avantajları ve Dezavantajları MAXMaps Kod Haritası

Avantajlar ve Dezavantajlar, **öngörülen avantajlar** ve **karşılaşılabilecek sorunlar** olmak üzere iki alt kategoriden oluşmaktadır. Öngörülen avantajlar kısmında maliyet avantajı, hızlı ve risksiz üretim, iş gücü tasarrufu, iş kazalarını önleme kodları kullanıcıların verdiği yanıtlar doğrultusunda ortaya çıkan kodlardır. Bunları incelediğimizde:

Öngörülen avantajlar kategorisi, *maliyet avantajı, hızlı ve risksiz üretim, iş gücü tasarrufu ve iş kazalarını önleme* kodlarından oluşmaktadır.

Kodlar arasında en sık *maliyet avantajı (f: 11)* kodu tekrar etmektedir. Bu koda ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

> *"Adaptasyon sürecinden sonra hata payımızın azalması ve operasyon süreçlerimizin hızlanması müşterilerimiz tarafından da olumlu bir karşılık bulmuştur. Bu da maliyet unsuru konusunda çekinmememiz gerektiğini gösteren önemli bir kıstastır." (Katılımcı 4)*

"Özellikle Türkiye'nin gelişmekte olduğu sanayi alanında fiyat avantajı yakalaması uzun vadede dış ticaret açığını giderip mali refaha ulaşmasını sağlayabilir." (Elif)

"Özellikle fiyatların ucuzlamasına da oldukça katkısı olacaktır uzun vadeye bakıldığında ekonominin refah seviyelerine gelmesine de oldukça yardımı olacaktır." (Baran)

Endüstri 4.0 bileşenlerin kullanılmasında öngörülen avantajların başında, maliyet avantajı gelmektedir. Yöneticiler hata paylarının azalmasıyla maliyetlerin düşürdüklerini ifade etmektedirler. Gerek tedarik, gerek üretim sürecinde insandan kaynaklı hata paylarının minimize edilmesi beraberinde maliyet avantajını da getirmektedir.

Bu kodun ardından *hızlı ve risksiz üretim, iş gücü tasarrufu ve iş kazalarını önleme* kodları tekrarlamaktadır. Bu kodlara ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"İşçi temelli hataların ortadan kaldırılması, insan gücünü en aza indirip makine gücünün kullanılması ve üretimde esneklik gibi birçok avantajı mevcuttur." (Katılımcı 2)

"Operasyonlarda zaman tasarrufu sağlaması, dijitalleşme ile birlikte pek çok süreçte insan rolünün azalması ve bu doğrultuda hata payındaki düşüş." (Katılımcı 1)

"Elbette kullandığımız sistemler de çalışanlarımızın iş yüklerini hafifletmekte ve müşterilerle olan iletişimlerinde daha net ve şeffaf bilgiler verebilmektedirler." (Atilla)

"Ülkemizdeki firmalar için kesinlik ile daha esnek ve daha hızlı çalışma şartları getireceğinden üretim kapasiteleri artacak ve daha fazla kontrol şansı sunacaktır." (Murat)

"Türkiye gibi gelişmekte olan ve iki kıtayı birbirine bağlayan lojistik ülkesi olan ülkemiz için endüstri 4.0'ı bir zıplaması tahtası olarak görmekteyim, yabancı

ortaklarımızın ürün ve hizmetlerinin tedarik zinciri boyunca bir aksaklık olmadan zamanında ve güvenli bir şekilde teslim edilmesi ülkemize büyük ölçüde döviz girmesine vesile olacaktır, tedarik zinciri şirketlerimizin endüstri 4.0 enstrümanlarının sayesinde hata oranı düşecek verimlilik artacak, yabancı iş ortakları ile senkronize bir şekilde çalışma gerçekleştirebilecektir." (Emirhan)
"Endüstri 4.0 sayesinde bir tek ülkemiz değil eğer ki dünya da açılırsa gelişmekte olan ülkelerin de ekonomisinde refah oranının artacağını ve üretimin daha da çoğalacağını ön görüyoruz." (Baran)

Kullanılan bileşenlerin hızlı üretim yapabilmelerinden dolayı daha hızlı ve düşük riskte üretim yapılmıştır. Ayrıca daha az insan gücüne ihtiyaç duyulmasından dolayı, iş gücünde tasarruf edilmiş ve iş kazalarında azalmalar yaşanmıştır. Katılımcılar da bu hususların üzerinde durup analizi kuvvetlendirmiştir.

Karşılaşılabilecek sorunlar kategorisi, *istihdam, yatırım maliyeti ve siber güvenlik sorunları* kodlarından oluşmaktadır.

Kodlar arasında en sık *istihdam (f: 21)* kodu tekrarlamaktadır. Bu koda ilişkin yönetici görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

"İşsizlik, gelecek kaygısı gibi dezavantajları her zaman duyulacak kavramlardandır. Bu sistemi anlayacak bir toplumun oluşturulması çok zor bu da bir gerçektir." (Katılımcı 7)

"En büyük problem işsizlik olacaktır. İnsanların yerini makinaların almasından söz ediyoruz. Şirketlerin tamamı insansız olacak demiyoruz fakat belli iş gruplarını çıkartıp yerine endüstri 4.0'ın getirdiği meslek gruplarından insanlar tercih edilecektir." (Katılımcı 5)

"Robotların üretimi devralmasıyla insan gücüne duyulan gereksinim azalacak ve robotlar bir anlamda insanları işlerinden kovacaktır. Bu hal yalnızca fabrikalardaki mavi yakalılar için değil, beyaz yakalılar için de bir risktir. Zira yapay zekâ ile robotları kodlayabilen robotlar ve dizayn yapabilen robotlar

üretimi devralacaktır. Endüstri 4.0 ile insanlar için yeni meslekler meydana çıkacağı düşünülse bile çoğalan dünya nüfusu nedeniyle bu durum, yine de işsizliğe çare olamayacaktır." (Serdal)

"Endüstri 4.0 için en çok eleştirel bakılan nokta insanoğlunu işsiz bırakacak olması yakın gelecekte böyle bir sorun olacağını öngörmekle birlikte insanoğlunun doğası gereği yeni iş kolları yaratarak gerekli istihdamı sağlayacağını düşünmekteyim, çünkü endüstri 4.0 ile birlikte gelen yüksek verimlilik düşük verimlilik ile gün boyu çalışan insanların daha verimli bir şekilde yeni iş kollarında çalışmaya itecektir." (Emirhan)

"Üretim alanlarında kullanılan endüstri 4.0 teknolojileri şu anda çok yaygın olmasa da ve kullanan işletmelerin bu teknolojileri %100 kapasitede kullanmasa da ileride bu durumun daha yaygın kullanıldığı durumlarda insan gücüne ihtiyaç duyulmayacaktır. Bazı durumlarda bazı sorunları makinalarla veya yapay zekâ ile çözmek gerçekten imkânsızdır. Benzersiz sorunları ancak tecrübeli bireyler çözebilir. Bu noktada işletmelerin %100 kapasitede bu teknolojiyi kullanılmasını desteklemiyorum." (Ahmet)

Endüstri 4.0 araçlarıyla bir çok işin bu araçlar ile yapılması, zamanla insan gücünü yerini almış ve istihdam sorunu gündeme getirmiştir.

Bu kodun ardından *yatırım maliyeti ve siber güvenlik sorunları* kodları gelmektedir. Bu kodlara ilişkin yönetici görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

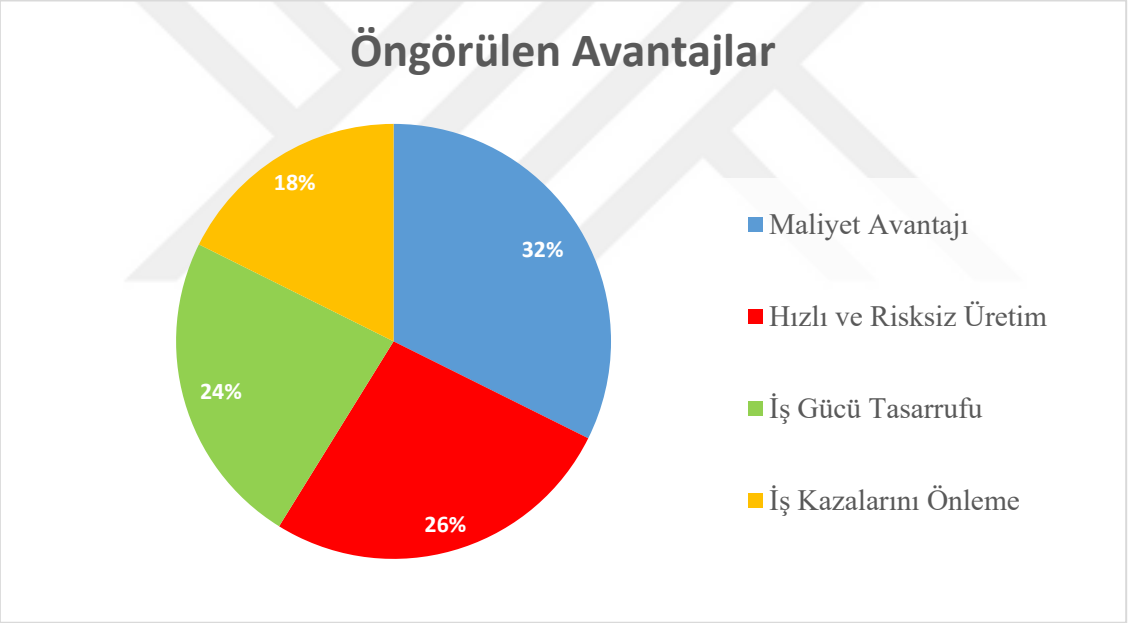
"Bu tarz yatırımların maliyetleri vs. düşünüldüğünde global çapta firmalar ile ülkemizdeki firmalar arasındaki makasın açılmasına sebep olacaktır. Bizim güçlü olduğumuz pazarlarda onların da söz sahibi olabileceği bir döneme evrilmekteyiz." (Serkan)

"Endüstri 4.0'a geçişin maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle bu geçişi yapacak olan işletmelerin gerekli maliyet hesabını doğru yapamaması ve bunun sonucunda iflas etmeleri." (Selçuk)

"Teknolojiye yatırım ilk başlangıçta yüksek maliyet gerektirmektedir. Endüstri 4.0 devriminde bir sorunla karşılaşıldığında yine maliyet konusunda yüksek rakamlar çıkabilmektedir. Bu durumda şirketin mali yapısının beklenmeyen yüksek maliyetleri karşılayacak durumda olması gerekmektedir." (Elif)

"Endüstri 4.0 ile bir anlamda her şey internete bağlı olacağından siber güvenlik konusunda yeterince önlem almamış şirketler kişisel veri ve ticari sırların korunumunda ciddi hedef haline geleceklerdir." (Adem)

Bu araçları kullanmak için bazı yatırımlar yapılmakta bu durum sonucunda ciddi yatırım maliyetleri oluşabilmektedir. Ancak zamanla bazı korsan kişiler tarafından saldırı yapılabilmekte ve bu da siber güvenlik sorununu oluşturmaktadır.



Şekil 21. Öngörülen Avantajlar Daire Grafiği

Şekil 20'de gördüğümüz üzere katılımcıların öngörülen avantajlar kapsamında en çok üzerinde durduğu konu Endüstri 4.0 bileşenlerinin sağladığı "maliyet avantajı" olmuştur. %26'lık bir oranla hızlı ve risksiz üretim , %24'lük bir oranla iş gücü tasarrufu ve son olarak %18'lik bir oranla iş kazalarını önleme konuları katılımcıların bir diğer üzerinde durduğu konulardır.

Maliyet Avantajı: Stokların etkin kullanımı, hata payının azalması ve dolayısıyla iadelerin yaratacağı maliyetlerin ortadan kalkması, büyük veri ve analiziyle tahmin ve planlama süreçlerinde işletmelerin daha etkili sonuçlar elde etmesi de uzun vadede karlılık

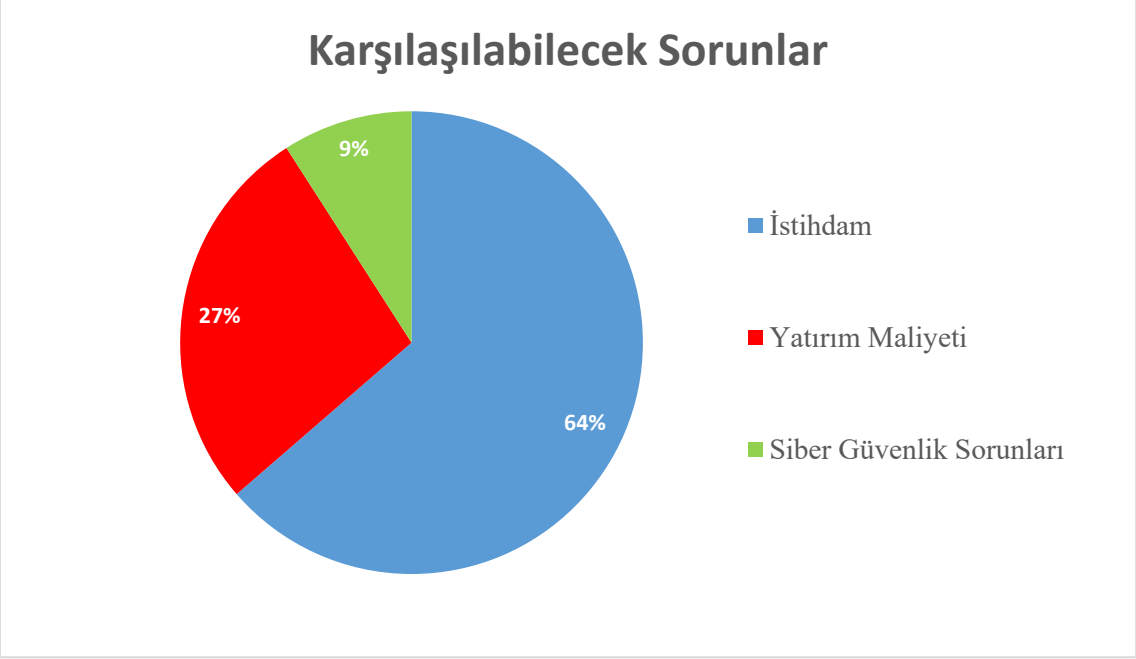
göstergesidir. Kıt kaynakların etkin kullanımı ve iş gören maliyetlerinde yaşanan daralma ise üzerinde durulan bir başka maliyet avantajından biridir.

Hızlı ve Risksiz Üretim: Endüstri 4.0 bileşenlerinin aktif kullanımı ile üretimde insan faktörü minimize edileceği için daha hızlı ve hata payı daha düşük bir üretim söz konusudur.

İş Gücü Tasarrufu: Birbirine entegre sistemler sayesinde işletmelerde bazı pozisyonlarda çalışan gereksinimi ortadan kaybolacaktır. Akıllı fabrikalar buna en büyük örneklerden biridir. Lojistik süreçlerinde akıllı depo ve elleçleme sistemlerindeki iç gücünden ve gümrük tarafında ise dijital arşivleme sayesinde evrak yığıntısından ve bundan sorumlu iş gücünden tasarruf etmek mümkündür.

İş Kazalarını Önleme: Özellikle sahada çalışan ve fiziksel iş yükü fazla olan mavi yakalı iş görenlerin, iş kazası geçirme ihtimali beyaz yakalı çalışanlara oranla daha yüksektir. Endüstri 4.0 bileşenlerini kullanan ve iş kazalarına mahal verecek statüdeki işleri otonom sistemlerle gerçekleştiren işletmeler bu kazaların önüne geçecektir.

Dezavantajlar kısmında ise karşılaşılabilecek sorunlar ele alınmış ve bunlar katılımcıların verdiği yanıtlar doğrultusunda; siber güvenlik sorunları, yatırım maliyeti ve istihdam olarak ele alınmıştır.



Şekil 22. Karşılaşılabilecek Sorunlar Daire Grafiği

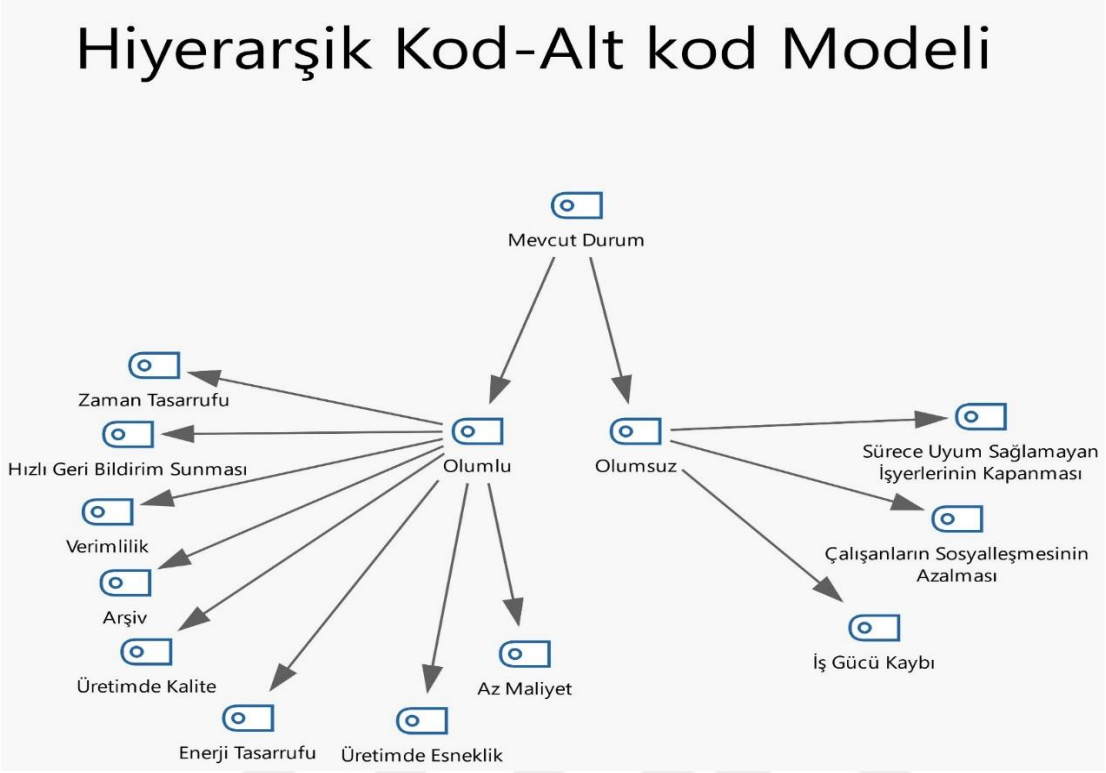
Yapılan görüşmeler doğrultusunda Şekil 21'de görüldüğü gibi Endüstri 4.0 kapsamında ve katılımcıların verdiği cevaplar doğrultusunda; karşılaşılabilecek sorunlar kategorisinin başında %64'lük bir oranla "İstihdam" gelmektedir. Bunlar sırasıyla; %27'lik bir oranla "Yatırım Maliyeti" ve %9'luk bir oranla "Siber Güvenlik Sorunları" şeklindedir.

Siber Güvenlik Sorunları: Günümüzde özellikle büyük ölçekli işletmeler başta olmak üzere pek çok işletme siber güvenlik önlemleri almakta ve bunlar için yazılımcılarla çalışmaktadır. İşletmeler verilerini ve işletme içi kıymetli bilgilerini (muhasebe, envanter kayıtları, satın alma, dijital arşivler vb.) kendi sistemlerinde muhafaza etmekte ve bunları korumak için siber güvenlik desteği almak durumundadırlar. Ancak sanal bir ortamda bilgilerin muhafazası gerçekleştiği için bu da bazı siber riskleri beraberinde getirmektedir. Siber güvenlik sistemleri geliştikçe, bilgisayar/bilişim korsanlığı da bununla beraber gelişmekte ve işletmelerin verilerini her zaman bir risk altında saklamalarına sebep olmaktadır. Sürekli geliştirmeye yönelik çözümler arayıp, güncel tutmak işletmeler açısından daha güvenilir olacaktır.

Yatırım Maliyetleri: Endüstri 4.0 bileşenleri birçok açıdan özellikle uzun vadede işletmelerin karlılığı ve sürdürülebilirliği açısından fayda sağlasa da ciddi miktarlarda yatırım maliyeti de gerektirmektedir. En başında ülkeler alt yapılarını Endüstri 4.0'a uygun hale getirmeli ve sonrasında işletmeler bu doğrultuda aksiyonlar alarak yatırımlarını bu tarafa kaydırmalıdır. Bu süreçler ise başından sonuna kadar emek ve sermaye gücü gerektirmektedir. Ancak günümüzde alternatifler çoğaldığı için ulaşılabilirliği bundan seneler öncesine kadar daha kolaydır ve gün geçtikçe orta ve küçük ölçekli işletmelerinde endüstri 4.0 bileşenlerinden faydalanacağı öngörülmektedir.

İstihdam: Endüstri 4.0 sistemlerinin yaygınlaşması ve yoğun kullanımıyla birlikte işsizliğin artacağı ve yoğun bir şekilde özellikle mavi yaka statüsündeki çalışanların işten çıkarılabileceği düşüncesi kaygıya ve endişeye sebebiyet vermektedir. Katılımcıların bazıları bu düşünceyi desteklerken, bazıları ise yeni istihdam alanlarının açılacağını ve zaman geçtikçe bu alanların genişleyeceğini ifade etmektedir.

4.6. Mevcut Durum



Şekil 23. Mevcut Durum Kategori (Tema) Deseni

Mevcut durum kategorisi, *olumlu* ve *olumsuz* olmak üzere iki koddan oluşmaktadır.

Kodlar arasında en sık *olumlu (f: 28)* kodu tekrar etmiştir. Bu koda ilişkin yönetici ifadeleri şu şekildedir:

> *"Avantajları aslında saymakla bitmez çünkü en basitinden sanayi devriminden bahsediyoruz. Son nesil teknoloji cihazlar ve makinalar işletmeleri her zaman bir adım önde tutar. Bizim açımızdan verimlilik, üretimde esneklik, az maliyet gibi avantajlarının olduğunu söylemek mümkün." (Katılımcı 5)*

> *"İşletmemiz açısından oldukça olumlu bir tablo ile karşılaşmaktayız, zaman ve iş gücü tasarrufu bizim için oldukça önemli bir konuydu çünkü ekstra zaman isteyen, çok fazla uğraşma gerektiren işler dahi bilgisayar sisteminde oldukça kısa süre içerisinde olabilecek en doğru şekilde gerçekleşiyor ve ulaşması gereken her birime çaba sarf etmeden ulaşabiliyor, bu da fayda analizinde bizim için en önemli nokta." (Özlem)*

"Düşük bütçelerle bile olsa hızlı iş ve yüksek verim ile performansı olabildiğince arttırması ve kendisine rakip olanlara göre daha fazla verim vermesi diyebilirim. Bunun yanı sıra anlık raporlanması ve belgelenmesi de kendisini öne geçiriyor." (Baran)

"Elbette oldu. En önemlisi müşterilerimizin verilerini daha güvenli bir şekilde saklıyoruz. İsteklerine daha çabuk yanıt verebiliyor ve operasyon dizaynlarını daha rahat bir şekilde oluşturabiliyoruz. Müşterilerimizle aramızda daha sıkı bir güven ilişkisi olduğunu söyleyebilirim." (Atilla)

"Almanya'da ki bir fabrikamızda hata oranı bir milyonda on ikiye düşmüştür. Bu neredeyse 0 hata demektir. Bunu Endüstri 4.0 yani dijitalleşme başardı. Bu müşteri memnuniyeti açısından aldığı ürüne olan güveni veya hizmete olan güveni artırmak anlamında ve verilen sözleri yerine getirmek anlamında müşteriyi en mutlu edebilecek iki faktördür. Üretimde maliyetlerin azaltılması, fiyat hassasiyeti olan müşteriler için son derece kritiktir ve tercih edilebilirliği artırmaktadır." (Ali Rıza)

"Bu sistem sayesinde iş hacmimizin büyüklüğünden kaynaklı olarak maliyetlerimiz diğer rakiplere kıyasla daha düşük oluyor. Müşterilerimiz daha hızlı, daha kaliteli bir hizmeti sektördeki diğer opsiyonlara göre daha az maliyetle elde ettiği için bizleri tercih ediyorlar. Bu da işletmemizi günden güne büyütmeye devam ediyor." (Ahmet)

İşletmeleri faydalandıkları bileşenler diğer rakiplerinden önde tutmuş ve müşteri ihtiyaçlarına daha çabuk karar yanıt verilme imkanı elde edilmiştir. Diğer bir yandan verilerin daha güvenli ortamlarda saklandığı, üretim süreçlerinde hata paylarının sıfıra yakın bir seviyeye indirildiği de vurgulanmaktadır. Esneklik sayesinde operasyon süreçlerinin çok daha hızlı ilerlediği, nesnelerin interneti, bulut bilişim, sistem entegrasyonu ve büyük veri analiziyle bilişim süreçlerini kuvvetlendiren işletmelerin işlerinin oldukça kolaylaştığı ve siber güvenlik hizmetleriyle çok daha güvenli bir hale geldiği de katılımcılar tarafından vurgulanmaktadır.

Bu kodun ardından *olumsuz (f: 8)* kodu gelmektedir. Bu koda ilişkin yönetici görüşleri şu şekildedir:

"Bu robotlaşma nedeniyle çalışanların, çalışma saatlerinde sosyalleşme durumlarındaki azalma, küçük çapta kalan ve bu büyüme sürecine ayak uyduramayan işyerlerinin kapanma ihtimalleri bu sürecin en büyük dezavantajları olarak görülebilir." (Özlem)

"Yatırım maliyetleri yüksek olacaktır. Ölçekleri küçük olan firmalarda fazla bir değer yaratılmayacaktır. Küçük işletmeler kapanacak, büyükler daha büyüyecektir. İş gücü kaybı olacaktır. Kalifiye işçi talebi olacak ve eleman bulunamayacaktır." (Atilla)

"Sürekli değişen ve gelişen bu teknolojik ortamda gerekli önlemler ve yenilikler alınmadığı takdirde bu teknolojileri tercih etmeyen işletmeler hizmet hızında ve kalitesinde aksaklıklar yaşayacak veya bu teknolojileri kullanan işletmelere rekabet edemeyecek hale gelebilir." (Ahmet)

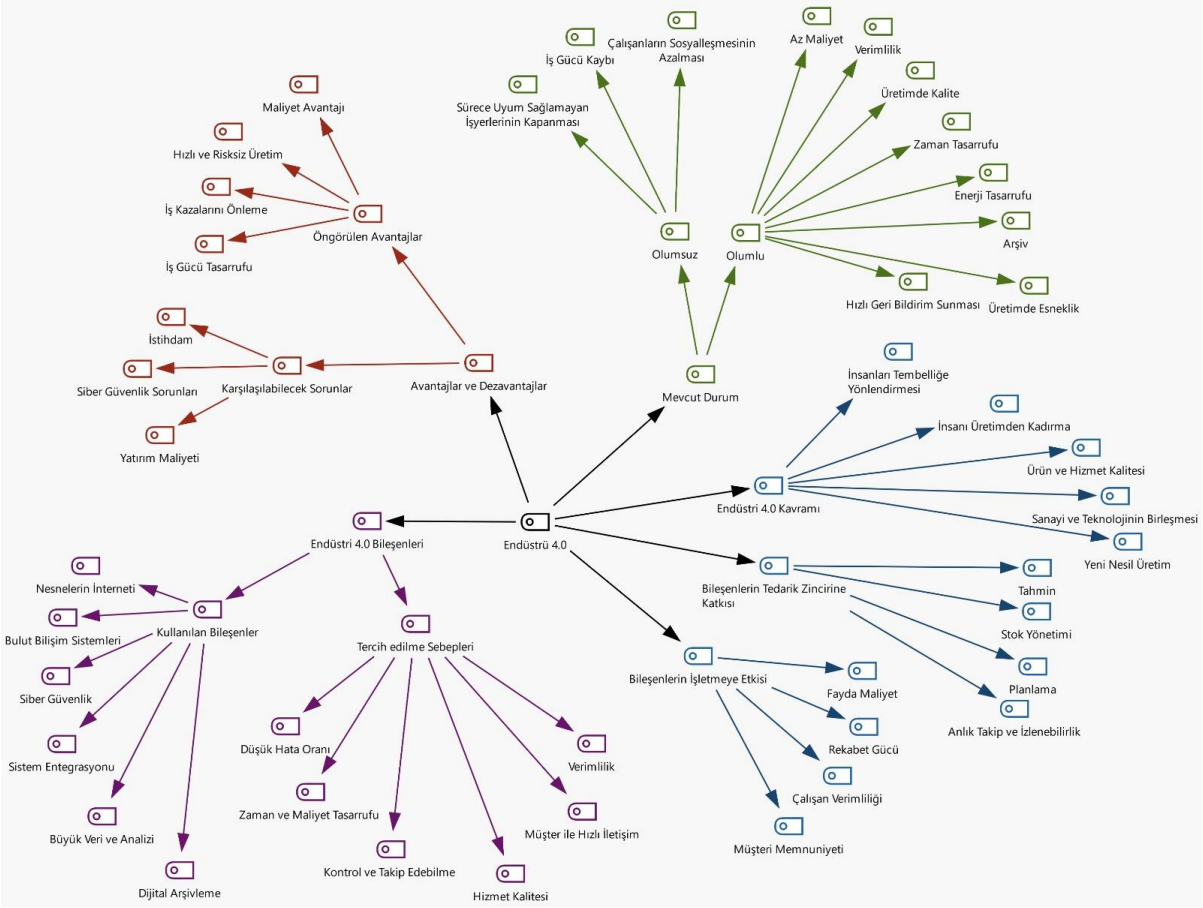
Mevcut durum kodu altında katılımcıların, çalıştıkları işletmelerin faydalandığı bileşenlerden yaptığı çıkarımları ve gözlemleri sonucunda edindikleri somut fikirleri baz alınmakla beraber bunun yanı sıra konuyla ilgili düşünceleri ve algıları da değerlendirilmiştir. Mevcut durum, kodlama süresince elde edilen verilerin toplandığı ve olumlu/olumsuz olarak kategorize edilerek elde edilen cevapların bir havuzda toplandığı bir kodu temsil etmektedir. Mevcut durum kodu altında olumlu ve olumsuz olarak iki alt kod oluşturulmuş ve olumlu kodlar altında; zaman tasarrufu, hızlı geri bildirim sunması, verimlilik, arşiv, üretimde kalite, enerji tasarrufu, üretimde esneklik ve az maliyet alt kodları, sık rastlanan yanıtlar olmuştur. Olumsuz olarak ise; sürece uyum sağlamayan işyerlerinin kapanması, çalışanların sosyalleşmesinin azalması ve iş gücü kaybı alt kodlarının katılımcılar tarafından ön plana çıkarıldığını görmekteyiz.

Zaman tasarrufu; endüstri 4.0 ile bütünleşmiş üretim sistemlerinin meydana getirdiği hız ve pratiklik, bu kodun katılımcılar tarafından sıklıkla ifade edilmesindeki başlıca sebeptir. Hızlı geri bildirim sunması; üretici, toptancı, perakendeci, dağıtıcı, pazarlamacı ve nihai tüketici arasındaki bilgi akışın çok daha hızlı sağlanması ve işletmelerin geri dönüşlere

anında yanıt verebilmesi bu kodu ön plana çıkaran en büyük faktördür. Verimlilik; özellikle üretim tarafında hata payının minimize edilmesi, hızlı ve esnek bir üretim anlayışı ve stokların verimli olarak kullanılması kapsamında ortaya çıkan bir diğer alt kod olmuştur. Arşiv; dijital arşivlemeye geçerek evrak yığınından kurtulmak ve verilerin sanal ortamda daha derli toplu, daha az riskli bir şekilde saklandığı için katılımcılar tarafından üstünde durulan bir diğer faktör olmuştur. Üretimde kalite; bu alt kodu incelediğimizde ise verimlilik kodunun içeriğinde olduğu gibi burada da minimum insan gücü ve optimum düzeyde otonom sistemler sayesinde hata payının minimize edilmesi, büyük veri ve analizi ile yapılan pazar araştırmalarında daha kaliteli hammaddelerin veya ara/yan parçaların tespit edilerek elde edilebilmesi ve dolayısıyla müşteriye ürünün veya hizmetin düzgün bir şekilde ulaşması şeklinde tanımlayabiliriz. Enerji tasarrufu ve az maliyet kodlarını incelediğimizde ise özellikle sanayi tarafında kullanılan entegre cihazların ve büyük iş makinalarının akıllı üretim destekleri sayesinde daha kısa sürede üretim fonksiyonlarını yerine getirdiklerini, yeşil enerji tüketimi projesi kapsamında daha sürdürülebilir ve dönüştürülebilir bir enerji kullanımı vadettiğini ifade edebiliriz. Üretime direkt etki etmeyen fakat üretime yardımcı giderlerde (kira, ısınma giderleri, iş gören maaşları vs.) tasarruf yönünden de son derece önemli bir aşama kaydedildiğini söylemek mümkündür.

Bu endüstrileşme sürecine uyum sağlayamayan işletmeler zamanla iflas etme tehlikesiyle karşı karşıya kalabilmektedirler. Öte yandan endüstrinin gelişimine ayak uyduramayan küçük ve orta ölçekli işletmelerin gelecekte sıkıntılarla karşılaşabileceğini ve dolayısıyla büyük bir istihdam sorununun da yaşanabileceği vurgulanmıştır. Bazı katılımcılar iş görenlerin firmaların da desteğiyle kendisini eğitmesi ve bu sürece adapte olması gerektiğini ve bunun çok zor olmayacağını söylerken bazıları ise bu sürecin endişe verici olduğunu ifade etmektedir.

Endüstri 4.0 Ana Kod ve Alt Kodlarına İlişkin MAXMaps Haritası



Şekil 24. Endüstri 4.0 Ana Kod ve Alt Kodlarına İlişkin MAXMaps Haritası

Şekil 23'de gördüğümüz kod haritasını incelediğimizde gerçekleştirilen 24 mülakat Endüstri 4.0 ana kod ve alt kodlarıyla beraber toplam 313 kod elde edilmiştir. Endüstri 4.0 Kavramında, alt kodlarla birlikte toplam 12 kod belirlenmiştir. Endüstri 4.0 Bileşenleri, alt kodlarıyla beraber toplam kod sayısı 94'tür. Bileşenlerin tedarik zincirine katkısı, alt kodlarıyla beraber toplam kod sayısı 37'dir. Bileşenlerin işletmeye etkisi ana kodunu incelediğimizde ise alt kodlarıyla beraber kod sayısının 67 olduğunu görmekteyiz. Avantaj ve Dezavantajlar kısmında ise alt kodlarla beraber toplam kod sayısının 67 olduğunu ifade edebiliriz. Son olarak mevcut durum ana kodunun ise alt kodlarıyla beraber toplam 36 koddan oluştuğunu görmekteyiz.

Endüstri 4.0 kavramının alt kodları olarak; yeni nesil üretim, ürün ve hizmet kalitesi, sanayi ve teknolojinin birleşmesi, İnsanı üretimden kaldırma, insanların tembelliğe yönlendirmesi kodları ağırlıklı sonuç vermektedir.

Endüstri 4.0 kapsamında işletmelerde kullanılan bileşenler kapsamında; bulut bilişim sistemleri, nesnelerin interneti, büyük veri ve analizi, siber güvenlik, sistem entegrasyonu ve

dijital arşivleme kodları katılımcıların verdiği yanıtlar doğrultusunda ön plana çıkmaktadır. Bu bileşenlerin tercih edilme sebeplerini incelediğimizde ise; zaman ve maliyet tasarrufu, kontrol ve takip edebilme, düşük hata oranı, hizmet kalitesi, müşteri ile hızlı iletişim ve verimlilik kodlarının ön plana çıktığını ifade edebiliriz.

Bileşenlerin tedarik zincirine katkısı kapsamında ise; planlama, tahmin, stok yönetimi ve anlık takip ve izlenebilirlik kodları ile açıklandığını ve bu kavramların katılımcılar tarafından sıklıkla vurgulandığını görmekteyiz.

Bileşenlerin işletmeye etkisini ele aldığımızda; müşteri memnuniyeti, rekabet gücü, fayda maliyet ve çalışan verimliliği alt kodlarının sıklıkla katılımcılar tarafından vurgulandığını ifade edebiliriz.

Avantajlar ve dezavantajlar ana kodu ise iki ayrı başlık altında incelenmiştir. Öngörülen avantajlar kapsamında; iş gücü tasarrufu, hızlı ve risksiz üretim, maliyet avantajı, iş kazalarını önleme kodları ön plana çıkarken dezavantajlar yani karşılaşılabilecek sorunlar kısmında ise yatırım maliyeti, siber güvenlik sorunları ve istihdam şeklinde yanıtlar aldığını görmekteyiz.

Mevcut durum değerlendirmesi ise iki ayrı başlık altında incelenmiştir. Olumlu kodunun alt kodları şu şekildedir; zaman tasarrufu, hızlı geri bildirim sunması, verimlilik, arşiv, üretimde kalite, enerji tasarrufu, üretimde esneklik ve az maliyet şeklindedir. Olumsuz kodunda ise katılımcıların verdiği yanıtlar doğrultusunda ön plana çıkan alt kodlar ise; iş gücü kaybı, çalışanların sosyalleşmesinin azalması, sürece uyum sağlamayan işletmelerin kapanma riski şeklindedir.

4.7. Araştırmada Elde Edilen Kelime Bulutu



Şekil 25. Araştırmada Elde Edile Kelime Bulutu

Şekil 24'te görüldüğü üzere oluşturulan kelime bulutu analizinde mülakat gerçekleştirilen katılımcıların "Bulut Bilişim Sistemleri", "Kontrol ve Takip Edebilme", "Stok Yönetimi", "Planlama" ve "Sistem Entegresyonu" kavramlarından sıkça bahsettiğini ve ön plana çıkardığını söyleyebiliriz. İşletmeler özelinde bulut bilişim sistemleri ve sistem entegrasyonunun kullanımının hakim olduğu çıkarımı yapılabilirken, aynı zamanda Endüstri 4.0'ın etkin bir planlama sürecinde, stok yönetiminde ve kontrol/takip sağlayabilme konularında da işletmelere ciddi bir fayda getirdiğini ifade edebiliriz. Öne çıkan diğer kelimeler ise "Çalışan Verimliliği", "Zaman ve Maliyet Tasarrufu", "İstihdam" ve "Anlık Takip ve İzlenebilirlik" şeklindedir. Burada ise önceki analizler doğrultusunda da çoğunlukla katılımcıların Endüstri 4.0 Bileşenlerinin çalışan verimliliği üzerinde olumlu bir etki yarattığını ve işletmelerin zaman ve maliyet tasarrufu konusunda da ciddi bir yol kat ettiklerini vurgulamışlardır.

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün popüler kelimesi haline gelen "küreselleşme" yalnızca insanların dilinde popüler olmamakla beraber Dünya'da da etkilerini gün geçtikçe daha çok hissettiren ve yaşantımıza dair pek çok şeyi değiştirebilecek kadar güçlü bir olgudur. Ülkeler son yıllarda yerelliklerini yavaş yavaş terk ederek Dünya'ya açılmakta ve ekonomiden politikaya kadar bütün süreçlerini uluslararası bir hale getirme çabası içindedirler. Bu çaba nihayetinde sınırları ortadan kaldıran, daha ulaşılabilir alanlar açan ve neticesinde insanların hayatlarını kolaylaştırmayı hedefleyen bir anlayıştan beslenmektedir. Belirli ve alışılagelmiş kalıpların dışına çıkılması, bakış açılarının ve düşünce yapılarının değişmesi ve gelişmesi bu anlayışın insanlara vadettiği soyut kavramlardır.

Tüm bunlara paralel olarak ise geçmişten günümüze endüstriyel alanda da değişim ve dönüşümler meydana gelmiştir. Teknolojinin gelişmesi, insanların bakış açılarının değişmesi ve her geçen gün daha kolayı talep etmesi üzerine ihtiyaçlar değişmiş ve dolayısıyla da sistemler değişmiştir. Sanayi devrimleri, insanların ihtiyaçlarını karşılamak ve ülkeler açısından belirli bir ekonomik denge oluşturmak amacıyla ortaya çıkmış ve günümüze kadar büyüyerek, gelişerek ve belli dönemler içerisinde radikal farklılıklar yaratarak gelmiştir. Üstüne hep bir daha fazlasını katarak ilerleyen bu süreç, günümüzde artık çok daha fazlasını koymak ve "küreselleşen" dünyada insanların ihtiyaçlarına belli bir dönem sonunda değil artık anlık reaksiyonlar vermek zorunda. Bunun ise en büyük yolu teknolojiyi geliştirmeye yönelik çabalar ve teknolojiye yatırım yapmaktır. Bu durum dünyanın büyük bir kısmı için ciddi bir külfet olsa da ancak rekabet açısından makas aralığını kapatabilmek ve ekonomiyi güçlendirebilmek adına tek seçenektir diyebiliriz. Bu noktada, araştırmanında konusu olan Endüstri 4.0 yani dördüncü sanayi devrimi diye adlandırdığımız olgu ise hayatımıza girmiş ve gün geçtikçe adından söz ettiren bir devrim haline gelmiştir.

Üretim süreçlerinin otonom hale geldiği, nesnelerin birbiriyle etkileşim içine geçebildiği, verilerin çok daha kolay bir şekilde analiz edilebildiği, siber fiziksel sistemlerin süreçleri minimize ettiği, insanların ihtiyaçlarına daha kısa sürelerde yanıt verebilecek bir sistemin geliştirilmesi mevcut durumda kaçınılmazdı. Endüstri 4.0; resmi başlangıcı 2011

yılında Almanya'da bir fuarda ortaya çıkmış ve dört sene içerisinde milyarlarca Euro yatırımlar alacak kadar önemsenmiş ve ciddi yatırımlar yapılmış bir devrimdir. Zaman içinde akıllı fabrikalar oluşturulup, tam kapasiteli fiziksel sistemlerle harekete geçen otonom robotlar üretim kapasitelerini yukarı çekmiş, hata payını azaltmış ve işletmelerin fayda/maliyet açısından oldukça sağlıklı tablolar çıkarmasını sağlamıştır. Sadece üretim alanında değil; lojistik gibi operasyonel süreçlerde, yazılımda, raporlama ve veri analizlerinde de işletmelerin ve insanların işini oldukça kolaylaştırmakta ve alternatif çözümleri de beraberinde getirmektedir. Tedarik zinciri gibi karmaşık süreçleri bile çok daha basit bir hale getirmekte, ürünün üreticiden nihai tüketiciye hem en kısa sürede hem de hatasız bir şekilde teslim edilmesinde Endüstri 4.0 uygulamaları büyük rol oynamaktadır. İşletme performansı değerlendirme kriterlerinin, Endüstri 4.0'a entegre çalışan işletmelerin bu zamana kadar nasıl bir tablo ortaya koyduğu da tedarik zinciri süreçleriyle beraber bu araştırmada işlenen bir diğer konudur. Endüstri 4.0 denildiğinde akla gelen pek çok tanım olmasına rağmen Endüstri 4.0'ın işletmeler kapsamında etkileri, orta ve uzun vadede verdiği sonuçlar Endüstri 4.0 sistemlerine entegre çalışmalar yapmayı düşünen işletmeler için önem arz etmektedir. Tedarik zinciri ve işletme performansı, Endüstri 4.0'ın işletmeler kapsamında etkilediği faktörlerdir. Bu araştırma doğrultusunda Endüstri 4.0 ile bütünleşmiş tedarik zinciri süreçleri ve işletme performansı hakkında fikir sahibi olmak ve doğuracağı sonuçları ortaya koymak hedeflenmektedir.

Ulusal literatürü incelediğimizde Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine değerlendirilmesine ve bu algıyı ölçmeye yönelik çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Araştırmanın literatürdeki bu eksikliği gidereceği ve literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

Araştırma nitel bir çalışma çerçevesinde yürütülmüş ve mülakatlar yapılandırılmış mülakat tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Endüstri 4.0'ın kapsadığı tedarik zinciri süreçleri ve işletme performansındaki değişimler hakkında bilgiler edinmek isteyen işletmelere ve insanlara genel anlamda bir fikir vermek ve Endüstri 4.0'a karşı algıyı ölçmek araştırmanın temel amacını ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulgularını incelediğimizde çeşitli işletmelerde yüksek mevkilerde çalışan ve Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibi olup, Endüstri 4.0 bileşenlerinden faydalanan 24 kişinin fikirleri alınmış, bu fikirler üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Genel hatlarıyla bulguları incelediğimizde bize işletmelerin

büyük maliyetleri göze alıp, neden bu bileşenlerden faydalanmak istediklerini ve bu isteklerinin sonucunda, bileşenlerin aktif kullanımından günümüze kadar geçen sürede ortaya ne gibi sonuçların çıktığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Verileri incelediğimizde Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri süreçleri kapsamında en çok zaman ve maliyet tasarrufu, kontrol ve takip edebilme, düşük hata oranı, hizmet kalitesi ve müşteriden anlık reaksiyon gibi hususlar ön plana çıkmaktadır. Aslında literatüre de baktığımızda Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri yönetimi süreçlerinde de temelde hedeflediği ve çözmek istediği problemler bunlardır. Bu çerçevede örtüşen sonuçlar olduğunu söylemek mümkündür. Tedarik zinciri konusunda ayriyeten stok yönetiminin doğru planlanması, elde edilen anlık veriler sayesinde tahmin süreçlerinin kolaylaşması ve hızla aksiyon alma gibi faydalarının olduğunu da katılımcıların cevaplarından çıkarmak mümkündür.

Bileşenlerin işletme performansı açısından değerlendirilmesi kapsamında ise yapılan araştırma doğrultusunda; müşteri memnuniyeti en çok ön plana çıkan husus olmakla birlikte rekabet gücü, çalışan verimliliğinin artması ve "uzun vadede" fayda/maliyet gibi işletmeler için son derece kritik bir konunun ön plana çıktığını görmekteyiz. Avantajlar ve dezavantajlar kısmını incelediğimizde ise katılımcıların verdiği cevaplar doğrultusunda; iş kazalarının önlenmesi, uzun dönemde maliyet avantajı sağlanacağı, hızlı ve risksiz üretim ve işgücü tasarrufu gibi olgularında araştırma kapsamında katılımcılar tarafından değinilen günümüzde gerçekleşen ve gelecekte de üstüne koyarak devam etmesi beklenen konular olduğunu tespit etmekteyiz. İnternetle son derece entegre bir sistem olması ve verilerin tamamen internet ortamında muhafaza edilmesi, siber güvenlik konusunda bazı çekinceler yaratmaktadır. Siber güvenlik sistemleri her ne kadar gün geçtikçe gelişse de tehditler de gün geçtikçe daha kuvvetli ve daha sık yaşanmaya devam etmektedir. Katılımcılar tarafından karşılaşılabilecek sorunlar arasında en çok bahsedilen konulardan bir diğeri ise yatırımlar konusunda tereddüt edilmesi. Bunun en büyük sebebi yoğun teknoloji veya pahalı yazılımlar gerektirdiğinden dolayı bir çekince olduğu ve kısa vadede maliyetlerin karşılanamayacağı düşüncesinin baskın olduğunu veriler doğrultusunda söyleyebiliriz. Henüz ülkemizde gerekli altyapının olmaması ve bilinçlendirmek, teşvik etmek adına radikal adımların hala atılmamış olması işletmelerin böyle düşünmesine sebep olarak sunulabilir. Bunun dışında karşılaşılabilecek diğer sorunlar arasında ileriye yönelik bir istihdam probleminin doğabileceği, yalnızca nitelikli iş gücünün kendine bu sistem içerisinde yer bulabileceği ve

mavi yakalı çalışanlara ihtiyaç kalmayacağı yönündedir. Bazı katılımcılar ise zıt bir şekilde insanların bu süreçlere gerekli eğitimlerle entegre olabileceğinden ve Endüstri 4.0'ın yeni iş kolları geliştireceğinden bahsederek istihdam probleminin yaşanmayacağı görüşündedir. Ancak veriler ışığında çoğunlukla istihdam probleminin doğacağı ön görüsünün baskın olduğunu ifade edebiliriz. Mevcut durumu başlığı altında değerlendirdiğimizde ise katılımcıların, çalıştıkları işletmelerin faydalandığı bileşenlerden yaptığı çıkarımları ve gözlemleri sonucunda edindikleri somut fikirleri baz alınmakla beraber bunun yanı sıra konuyla ilgili düşünceleri ve algıları da değerlendirilmiştir. Mevcut durum, kodlama süresince elde edilen verilerin toplandığı ve olumlu/olumsuz olarak kategorize edilerek elde edilen cevapların bir havuzda toplandığı bir kodu temsil etmektedir. Mevcut durum kodu altında olumlu ve olumsuz olarak iki alt kod oluşturulmuş ve olumlu kodlar altında; zaman tasarrufu, hızlı geri bildirim sunması, verimlilik, arşiv, üretimde kalite, enerji tasarrufu, üretimde esneklik ve az maliyet alt kodları, sık rastlanan yanıtlar olmuştur. Olumsuz olarak ise; sürece uyum sağlamayan işyerlerinin kapanması, çalışanların sosyalleşmesinin azalması ve iş gücü kaybı alt kodlarının katılımcılar tarafından ön plana çıkarıldığını görmekteyiz.

Araştırmanın amacı bu konuyu incelemek isteyen insanlara Endüstri 4.0 hakkında genel bilgiler vererek bir fikir oluşturmaktır. Aynı zamanda bu alana yatırım yapmayı düşünen işletmelere ise bu yolda fikirler vermek ve sektörde yıllarını harcamış, Endüstri 4.0 hakkında çalışmalar yapmış insanların deneyimlerini, tahminlerini ve bakış açılarını iletmektir. Bir diğer yandan bu konuyla ilgili bilimsel çalışma yapmak isteyenlere kaynak sunmak amaçlanmıştır. Ülkemizdeki işletmeler son sekiz yıllık verileri incelediğimizde bu alana daha çok yatırım yapsalar bile henüz yeterli bir seviyede olmadığımızı söyleyebiliriz. Ancak genel olarak bilinenlerin aksine olumlu bir yönde ilerleme olduğunu ve işletmelerin de artık Endüstri 4.0 tarafına yavaş yavaş yatırımlar yaptığını söyleyebiliriz. Özellikle rekabet içinde olduğumuz ülkeler bu sisteme tamamen entegre olmuşken, ülkemizin de bu alana yatırımları hızlandırması ve katma değer sağlaması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Ak, D. (2018). Endüstri 4.0'ın Çalışma İlişkileri ve Emek Sürecine Etkileri Üzerine Bir İnceleme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı. Antalya.

Akçi, Y. (2012). Çevre Belirsizliği Altında Rekabet Stratejileri İle Tedarik Zinciri Stratejilerinin Firma Performansına Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı,Kütahya.

Ali, Ö. (2019). Pazarlama Yetkinliğinin İşletme Performansına Etkisi: Nevşehir'deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Nevşehir.

Alper, A. E. ve Alper, Ö. (2020). Industry 4.0 Revolution and It's Impacts on Labor Markets, Ç.Ü. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 20, Sayı 3, 452.

Arslan, A. (2020). Dördüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 4.0) Emek Piyasaları Üzerindeki Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Tezi, İstanbul.

Aşık, N. A. (2016). Özyeterlilik ve işle bütünleşmenin çalışanların iş performansına etkisi: Otel işletmelerinde bir araştırma. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(32), 24-34.

Ataman, G. (2002). Tedarik Zinciri ve Yönetimi: Değişim Mühendisliği ve Dış Kaynaklardan Yararlanma İlişkisi Üzerine Bir İrdeleme. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi,* Cilt 5, Sayı 17, SS:35.

Aydoğan, M. (2020). İstihdam Markası ve İşletme Performansı Faktörlerinin İş Tatmini Üzerine Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. İstanbul.

Aygün, O. (2020). Uluslararası Ticaret Perspektifinde Sanayi Devrimlerinin Yoksulluğa Etkisi: Afrika Ülkelerine Yönelik Bir İnceleme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Anabilim Dalı, Zonguldak.

Baltacı, Ali. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel Bir Araştırma Nasıl Yapılır?. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 5(2), 368-388.

Barutçu, H. C. (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: Bosch Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Batal, S. ve Tuğlu, K. (2018). Endüstri 4.0 ve Yeni Teknolojiler Karşısında Yerel Yönetimlerde Yaşanan Değişimler, *AVRASYA Uluslararası Araştırma Dergisi.* Cilt:6 Sayı:14

Beamon, B. M. (1998). Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods. *International Journal of Production Economics*, 55, (1998), SS: 283.

Bedük, M. (2009). Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletme Performansı Üzerindeki Etkisi: Örnek Olay Çalışması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim ve Organizasyon Anabilim Dalı, Konya.

Berg, B. L. ve Lune, H. (2019). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.* (Arı, Asım, Çev.) Konya: Eğitim Yayınevi.

Bilimsel Araştırma Yöntemleri, (2013). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi.

Bilmez, E. (2010). Tedarik Zincirinde Yer Alan İşletmeler Açısından Pazar Yönlülüğün Önemi ve Bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Eskişehir

Bozdam, Ş. (2019). Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamalarının Tedarik Zinciri ve İşletme Performansı Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Konya.

Bulut, E. (2019). Endüstri 4.0'ın Gelişimi, Türkiye ve Dünya Üzerindeki Olası Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Aydın.

Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7), 55-77.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Pegem Akademi: Ankara.

Cesur, K. (2010). Tekstilde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tedarikçi Performans Değerlendirmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Chiabert, P., Bouras, A., Noel, F., & Rios, J. (2018). *Product Lifecycle Management to Support Industry 4.0.* Turin: Springer.

Cingöz, A. (2011). Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi ve Stratejik İnsan Kaynakları Yönetiminin Örgütsel Performans ve İç Girişimcilik Üzerindeki Etkileri: Kayseri İmalat Sanayinde Bir Araştırma, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim ve Organizasyon Anabilim Dalı. Kayseri.

Coşkun, E. (2020). Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı Kullanımının İşletme Performansına Etkisi: Örnek Olay Çalışması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Konya.

Çanakçıoğlu, M. ve Demirbaş, M. (2009). "Performans Ölçüm Yöntemleri ile Kurumsal Karne Yaklaşımı", *İktisat Fakültesi Mecmuası,* 59/2, s. 213-238

Çelik, A. (2020). Türkiye'de Teknolojik Yatırımların Ekonomik Büyüme ve İhracat Üzerindeki Etkisi: Sanayi 4.0 Bağlamında Bir Uygulama, *Sakarya İktisat Dergisi,* Cilt 9, Sayı 1, SS:4

Çelik, N. (2019). Sanayinin Geleceği Endüstri 4.0 ve İş Sağlığı ve Güvenliği, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı. İstanbul.

Çetinkaya, G. (2020). Dördüncü Sanayi Devriminin Kamu Harcamaları Üzerine Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Anabilim Dalı, İstanbul.

Çiçekdağı, M. ve Karaman, A. (2020). Otel İşletmelerinde Tedarik Zinciri Yönetimi Stratejileri: Konya İli Örneği, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 24 (3), 1255-1273.

Davutoğlu, N. A. (2020). *Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel ve Sistematik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi*. Cilt: 2, N: 1, SS: 178

Deliktaş, S. (2019). Lojistik Hizmet Sağlayıcılarının İşletme Performansına Etkisi: Görgül Bir İnceleme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetim ve Pazarlama Bilim Dalı, Niğde.

Denek, Ç. (2019). Bahcesehir University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Industrial Engineering, *How To Change Warehousing Processes with Industrial Revolution 4.0*, SS:12.

Duman, A. (2019). Endüstri 4.0 ile Akıllı Üretimin İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Vestel Buzdolabı Fabrikası'nda Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Manisa.

Duruk, H. (2019). Endüstri 4.0'ın İnsan Kaynakları Yönetimine Etkileri, Yalova Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı. Yalova.

Düzgün, K. (2019). Kontratlar ile Tedarik Zinciri Koordinasyonu: Üç Kademeli Bir Tedarik Zinciri Simülasyonu, Erciyes Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Kayseri.

EBSO (2015). Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek. http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi40_88510761.pdf (erişim tarihi: 10.06.2021)

Ege Bölgesi Sanayi Odası (2015). *Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek*!, İzmir, SS:5

Eker, B. (2020). Folklorik İcra Pratikleri ve Geleneksel Müzik Repertuvarları Üzerinde Kemanın Müzikal İkonografisi: 20. Yüzyıl Müziğinde Kemana Atfedilen Folklorik Kimlikler. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı, İstanbul.

Ekincioğlu, O. (2019). Lojistik Yöneticilerinin Endüstri 4.0'ın İşletme Düzeyindeki Etkilerine İlişkin Görüşleri Üzerine Nitel Bir Araştırma: Bursa Örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Finans Anabilim Dalı, Manisa.

Ekrem, S. (2020). İnovasyon Stratejileri ve Çalışan Motivasyonunun, İşletme Performansına Etkileri: Sivil Havacılık İşletmesinde Bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Elagöz, İ. (2006). Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımının Maliyet Hesaplama Çalışmalarına Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir.

Erdoğan A. H. (2014). Ürün-Tedarik Zinciri Stratejilerinin Eşleştirilmesi ve Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisinde Sipariş Kesişim Noktasının Belirlenmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Antalya.

Esener, O. (2021). Beyaz Eşya Sektöründe Yalın Tedarik Zinciri Modeli Geliştirme ve Uygulama Analizi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Esmer, A. H. (2019). Dış Ticaret Firmalarının Endüstri 4.0 Uygulama ve Süreçlerine Dair Nitel Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, Uluslararası Ticaret Anabilim Dalı, Sakarya.

Fatma, K. (2019). Karizmatik Liderlik Özelliklerinin İşletme Performansı Üzerindeki Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Fırat, P. (2021). İşyeri Ergonomisi ve İş-Yaşam Dengesinin İşletme Performansına Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Anabilim Dalı. Kütahya.

Filiz, D. (2006). İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerlendirme Yöntemleri: Ankara İli Mobilya Sektöründe Bir Çalışma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.

Görener, A. (2013). Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt:5, Sayı:3, 47-62, SS: 51

Güldoğan, A. (2022). ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemine Sahip Olan İşletmelerde Sürekli İyileştirmenin Üretim Performansı ve İşletme Performansına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Güleren, M. C. (2017). Nesnelerin İnterneti Konseptinin Benimsenmesini Etkileyen Faktörler: Model Önerisi ve Testi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Güneş, B. (2019). Siber-Fiziksel Sistemler Üzerinde Bütünleşik Siber Güvenlik Risk Değerlendirmesi: Bir Konteyner Liman Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Hasan, Ş. (2020). Kaynak Temelli Yaklaşım Bağlamında Öğrenen Örgüt Kültürünün İşletme Performansına Etkisi: Denizli Tekstil Sektörü Örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Anabilim Dalı. Edirne.

Haznedar, B. (2006). İnsan Kaynakları Yönetimi Uygulamalarının Firma Performansına Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Gebze

Hergül, B. (2020). Medya ve Kültürel Çalışmalar Anabilim Dalı, Dördüncü Sanayi Devrimi Sürecinde İnsansız Hava Araçlarıyla Medyada Haber Toplamaya Yönelik Yöntem Geliştirme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.

Hooley J. G., G. E. Greenley, J. W. Cadogan, J. Fahy, (2005), "The Performance Impact of Marketing Resources", *Journal of Business Research,* Vol.58 No.1,18-28.

Ivancevich J.M, Konopaske R., (2010). *Human Resource Management 12th ed*. Boston: Irwin McGrawHill, 2010: s.174.

İlhan, İ. (2019). Tekstil Üretim Süreçleri Açısından Endüstri 4.0 Kavramı, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(7), 811.

İsa, G. (2020). Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İş Gücü Verimliliği Ve İşletme Performansına Etkileri Tekstil Sektöründe Bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Anabilim Dalı. Kahramanmaraş.

İsmail, Ç. (2019). Kobi'lerde Ar-Ge ve İnovasyon Faaliyetlerinin İşletme Performansı Üzerine Etkileri: Mersin İli Özelinde Bir İnceleme. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Mersin.

İyigün, İ. ve Görgün, Ö. F. (2019). Endüstri 4.0: Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Teknoloji Kullanımı Eğilimleri, *Ekev Akademi Dergisi ICOAEF Özel Sayısı*.

Kahraman, F. (2017). Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Ana Bilim Dalı, Çalışma İlişkileri Bakımından Dördüncü Sanayi Devrimi ve Sivas İlinde Farkındalık Üzerine Alan Araştırması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.

Kamber, E. (2019). Türkiye'de Endüstri 4.0 Farkındalığı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Alanya.

Kamber, E. ve Sönmeztürk B. Gülin (2019) Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* Cilt: 11, N: 30. SS: 883

Kanten, P., Gümüştekin, G. ve Durmaz, M. (2018). Öfke Yönetimini Etkileyen Öncüller: Hemşeriler Üzerine Bir Nitel Araştırma. 6. Örgütsel Davranış Kongresi, Isparta.

Karataş, Z. (2015). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Manevi Temelli *Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 62-80.

Kaya, T. (2020). Sanayi Devrimleri Işığında Türkiye'de Tekstil Sektörü ve Çalışanları Üzerine Bir İnceleme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.

Kayapınar, S. (2017). Nesnelerin İnterneti ile Kapalı Döngü Tedarik Zincirinde Müşteri Davranışlarının Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, SS:25. Ankara.

Kazdağli, H. (2015). *Dördüncü Sanayi Devrimi'ne Girerken İktisat Eğitimi*, Ekonomi-tek Volume, 4, (3), 9-67.

Kılıç, L. (2020). Şişecam Enerji Yönetim Sisteminde Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti Uygulaması, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, *Politeknik Dergisi,* 23(4), SS:1168.

Kırkayak, F. (2019). Karizmatik Liderlik Özelliklerinin İşletme Performansı Üzerindeki Etkileri, İstanbul Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Koçak, C. (2019). Dördüncü Sanayi Devrimi: "Endüstri 4.0" ve Bir Cam Ambalaj Fabrikası Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, SS: 2. Gebze.

Koçak, C. (2019). Dördüncü Sanayi Devrimi: "Endüstri 4.0" ve Bir Cam Ambalaj Fabrikasında Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı. Gebze.

Koçarslan, H. (2020). Tedarik Zinciri Yönetimi Açısından Serbest Bölgelerin İşlevi, *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi,* 5 (12), SS: 122.

Lebas, M., 1995, "Performance Measurement and Performance Management", *International Journal of Production Economics*, Vol: 41, No: 9.

Lummus, R R, Vokurka, R J. (1999). *Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines*. Industrial Management & Data Systems, 99(1), SS: 11-17.

McFarlane, D. C., Giannikas, V., Wong, A., and Harrison, M. G., (2012). *Intelligent products in the supply chain-10 years on, In Information Control Problems in Manufacturing*. 14(1), SS: 655-660.

Mehmet, Ö., Arzu A., Serkan, Y. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü SanayiEndüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye, *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi • Marmara University Journal of Political Science* • Cilt 6, Sayı 2, Eylül 2018.

Merve, K. (2020). BIST Sürdürülebilirlik Endeksinde Yer Alan ve Endüstri 4.0'ı Benimsemiş Firmaların Finansal Performanslarının Araştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Bartın.

Miller, D.B., Gatlin J., Glisson, W.B., Yampolskiy M., McDonald, J.T. (2019). "Investigating 3D Printer Residual Data", *52nd Hawaii International Conference On System Sciences.*

Mohamed, A. Y. (2016). Eğitimin Çalışan Performansı Üzerine Etkileri (Hormuud Telecom, Somali) Örneği, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı. İstanbul.

Mustafa, K. (2020). Kobilerde İnovasyon Algısının İşletme Performansına Etkisi, Ümraniye İmes Osb Örneği. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Gelişim Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.

Mutlu, M. (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarına İlişkin Algılar: Otomotiv ve Tekstil Sektörü Üzerinde Bir Araştırma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Bursa.

Muzaç, M. (2022). Aile İşletmelerinde Kurumsallaşmanın İşletme Performansı Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Çankırı.

MÜSİAD. (2017). *Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu*. İstanbul.

Nacak, O. (2019). Türkiye'deki Enerji İşletmelerinin Performanslarını Etkileyen Tedarik Zinciri Uygulamaları Üzerine Nitel Bir Araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. İzmir.

Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*. Pusula 20 Teknoloji A.Ş: İstanbul.

Özen, H. (2019). Endüstri 4.0 ve Eğitim: Bir Türkiye Perspektifi, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 7(5), 105

Özer, E. (2016), Kalite Uygulamalarının İşletme Performansı Üzerine Etkisi: İnşaat Sektöründe Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. İstanbul.

Özkan, M., Al, A. ve Yavuz, S. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye, *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi,* Cilt 1, Sayı 1. SS:5

Öznur, S. (2017). Soğuk Zincir Lojistiğinde Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı, İzmir.

Öztürk, M. G. (2018). Integration of Logistics to Industry 4:0: A Logistics Firm Case. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, İzmir.

Pamuk, N. S. (2019). Endüstri 4.0 Sürecinin Teknoloji Kabul Modeli ve Teknolojik Yatkınlık Endeksi Çerçevesinde Davranışsal Açıdan İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Ankara.

Pınar, Y. (2019). Toplam Kalite Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi Arasındaki İlişkinin Operasyonel ve İşletme Performansına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü. Sakarya.

PWC, (2016). *Industry 4.0: How Digitization Makes the Supply Chain More Efficient, Agile, and Customer-focused*. SS: 6

S.Hwang J. (2016), *The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): Intelligent Manufacturing*, SMT Magazine, SS: 11.

Say, S. (2010). Küresel Tedarik Zinciri Yönetiminde Beklentiler, Sorunlar ve Çözüm Önerileri: Konya İlinde Faaliyet Gösteren İşletmelere Yönelik Bir Çalışma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, Konya.

Seyhan, Ç. (2019). Lojistik 4.0: Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Uyarlanması Üzerine Bir Araştırma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Uluslararası İşletmecilik Bilim Dalı, İstanbul.

Siemens Türkiye (2020). Endüstri 4.0 Yolunda http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40/Default.html#p=1 adresinden alındı (Erişim Tarihi 07.12.2019)

Soylu, A. (2018) Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* Sayı 32, SS:46.

Şengel, A. (2022) Retro Pazarlama Perspektifinden Marka Gençleştirme Stratejisi: Bir Olgubilim Çalışması. Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Reklamcılık Anabilim dalı. İzmir.

Şişman, B., Doğan, M. ve Ağca, V. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Boyutuyla Kurumsal Sürdürülebilirlik ve Finansal Performans İlişkisi: Bist Sürdürülebilir Endeksinde Yer Alan Firmalarda Araştırma, *AİBU Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:16, Sayı:1, SS: 78

Tan, K.C. (2001). A framework of supply chain management literatüre. *European Journal of Purchasing & Supply Management 7*, SS: 39-48.

Tarım, M. (2004). "Sağlık Organizasyonlarında Performans Ölçme ve Dengeli Puan Cetveli (Balanced Scorecard)", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi,* 7 (2), s. 233-248

Taşkın, S. (2020). Etkinlik Lojistiği: Lojistik Firmaları Üzerine Nitel Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı, Çanakkale.

Topçu, E. (2017). Tedarik Zinciri Entegrasyonunun Müşteri Tatmini ve İşletme Performansı Üzerine Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Sakarya.

Torğul, B. (2015). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Nesnelerin İnterneti ile Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Yeni Bir Model Önerisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. SS:24. Konya.

Tuğlu, M. E. (2017), Endüstri 4.0'ın Bir Alüminyum Döküm Fabrikasında Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul.

Tuna, H. (2019). Siber Fiziksel Üretim Sistemleri ve İnovasyon Tabanlı Bir Tasarım Uygulaması: Teka VTC Üretim Hattı Örneği, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilgi Yönetimi Anabilim Dalı, İzmir.

Turan, K. (2018). Dördüncü Sanayi Devriminin Uluslararası İlişkilere Sosyoekonomik Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı, SS:54. İzmir.

Tutar, S. (2018). Endüstri 4.0'ın Muhasebeye Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Sakarya.

Tülay, Ö. (2019). Pazarlama Kültürü ve Strateji Arasındaki Uyumun İşletme Performansı Üzerindeki Etkisi: Batı Akdeniz Bölgesi İmalat İşletmelerinde Bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Anabilim Dalı. Isparta.

Türköz, Ö. (2007). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Gereksinim Planlaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

TÜSİAD Sanayi 4.0 (2016).Türkiye' nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. Yayın Numarası: TÜSİAD-T/2016-03/576.

TÜSİAD. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*. Mart. İstanbul.

Tüzemen, A. (2017). Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Tedarik Zincirinde Oryantasyonun Risk ve Belirsizlik Üzerindeki Etkisi: Erzurum'daki Süt ve Süt Ürünleri Tedarik Zinciri Üyeleri Üzerinde Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.

Uğur, K. (2010). Performans Değerlendirme Yöntemleri Ve Çok Uluslu Bir Teknik Destek Kurumunda Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Ulusoy, G. (2019). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi SS:7, 43, 16. İstanbul.

Uzun, H. (2020). Endüstri 4.0 Bağlamında; Sendikaların Geleceği "Sendika 4.0", *Journal of Academic Value Studies,* 6(1), 79.

Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management.* New York, Palgrave Macmillan, SS: 68

Yalpa, Ö. (2020). Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Endüstri 4.0 ve Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İşletme Fonksiyonları Üzerine Olası Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, SS:23, 9. Osmaniye.

Yankın, F. B. (2018). Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı, *Trakya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Fakültesi E-Dergi,* Cilt 7, Sayı 2. SS:18

Yazgan, H. İ. (2017). Tedarik Zinciri ve Bilgi Sistemleri Stratejilerinin Tedarik Zinciri Performansına Etkisi: İhracat Yapan İşletmeler Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Düzce.

Yıldırım, A. (1999). *Nitel Araştırma Yöntemlerinin Temel Özellikleri ve Eğitim Araştırmalarındaki Yeri ve Önemi*. 23(112), 7-17.

Yıldırım, Ö. (2019). Dijital Tedarik Zincirinden Blok Zincir Teknolojisine Paradigma Sıçraması ve Dijital Paralar, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı, Gaziantep.

Yıldız A. (2018). *Endüstri 4.0 İle Bütünleştirilmiş Dijital Tedarik Zinciri*. BMIJ, (2018), 6(4): 1215-1230.

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 546-556.

Yıldız, E. (2019). Çalışma Sermayesi Yönetiminin İşletme Performansı Üzerine Etkisi: BIST Bilişim Sektörü Üzerine Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İşletme Anabilim Dalı. Bingöl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bingöl.

Yılmaz, F. (2017). Endüstri 4.0 – İş Sağlığı ve Güveliği Entegrasyonu: İmalat Sektörü Üzerine Bir İnceleme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Uşak.

Yılmaz, Ö. (2022). Öğretmenlerin Farklılaştırılmış Öğretim Hakkındaki Görüşleri: Bir Olgubilim Araştırması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Temele Eğitim Anabilim Dalı. İstanbul.

Zerenler, M. (2003). Kriz Dönemlerinde İşletmelerde Üretim Süreci Esnekliğinin Şirketlerin Performans ve Yaşam Sürelerine Etkileri, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Konya.

Zorlu, H. G. (2018). Lojistik İşletmelerinde Uygulanan Endüstri 4.0 Destekli Stok Kontrol Sistemlerinde Verimlilik, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Lojistik Anabilim Dalı. İstanbul.

EKLER

EK 1: GÖRÜŞME SORULARI

Enes DOLU (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi)

1. Katılımcılara Yönetilen Demografik Özelliklere Ait Görüşme Soruları

1. Cinsiyetiniz?

( ) Erkek ( ) Kadın

2. Yaşınız?

( )18-25 ( )26-35 ( )36-45 ( )46-55 ( )56 ve üstü

3. Eğitim durumunuz?

( )İlkokul ( )Ortaokul ( )Lise ( )Yüksekokul ( )Üniversite ( )Lisansüstü

4. Çalıştığınız firmada hizmet süreniz?

( )0-5 yıl ( )6-10 yıl ( )11-15 yıl ( )16 yıl ve daha fazlası

5. Sorumlu olduğunuz departman ve göreviniz nedir?

2. Katılımcılara Yönetilen Mülakat Soruları

1. Endüstri 4.0 kavramı size neyi çağrıştırmaktadır?

   Cevap:

2. İşetmenizde Endüstri 4.0 bileşenlerinden (nesnelerin interneti, büyük veri ve analizi, siber fiziksel sistemler, yapay zeka ve otonom robotlar, sistem entegrasyonu, 3D yazıcılar, bulut bilişim sistemleri, siber güvenlik, akıllı fabrikalar, artırılmış gerçeklik ve simülasyon) hangileri kullanılmaktadır ve kullanılan sistemler neden tercih edilmektedir? Açıklar mısınız?

   Cevap:

3. Tedarik zinciri kapsamında işletmenizde hangi Endüstri 4.0 bileşenlerinden yararlanmaktasınız? Yararlandığınız bileşenler tedarik zinciri sürecine ne gibi katkılar sağlamaktadır?

   Cevap:

4. Sizce Endüstri 4.0'ın ülkemizdeki işletmelere sağlayacağı avantajlar nelerdir?

   Cevap:

5. Sizce Endüstri 4.0'ın ülkemizdeki işletmeler kapsamında getireceği dezavantajlar nelerdir?

   Cevap:

6. Endüstri 4.0 uygulamaları işletmenizde faaliyette olduğu dönemden bu yana müşteri memnuniyetini nasıl etkiledi? Müşteri memnuniyetinde artış ve olumlu geri dönüşler oldu mu?

   Cevap:

7. İşletmenizde; planlama, üretim, tahmin ve stok yönetimi gibi süreçlerde bilgi (bilişim) sistemlerinin sağladığı faydalardan bahseder misiniz?

   Cevap:

8. Endüstri 4.0 sürecine geçişiniz, sektördeki rekabet gücünüzü nasıl etkilemektedir? Rakipleriniz karşısında ne gibi avantajlar sağlıyorsunuz?

   Cevap:

9. İşletmenizin kaynaklarını Endüstri 4.0 sistemine adapte etmeden önce ne gibi endişeleriniz ve olumsuz düşünceleriniz vardı? (Maliyet, altyapı eksikliği vs.)

   Cevap:

10. İşletmenizde Endüstri 4.0 uygulamaları ile sunulan hizmetler kapsamında fayda maliyet analizi yaptığınızda nasıl bir tabloyla karşılaşmaktasınız?

    Cevap:

11. İşletmenizde Endüstri 4.0 kapsamında kullanılan teknolojik uygulamalar çalışanların verimliliğini nasıl etkilemektedir? Çalışanlar üzerinde gelecek kaygısı ve endişe yaratmakta mıdır?

    Cevap: