

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
LOJİSTİK YÖNETİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN ETKİSİNDEKİ
SANAYİ İŞLETMELERİNİN SATIN ALMA ve
LOJİSTİK FONKSİYONLARINA YÖNELİK BİR
ARAŞTIRMA

Çiler ÇALLI

Danışman
Doç. Dr. Didem ÖZER ÇAYLAN

İZMİR - 2021

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Dördüncü Sanayi Devriminin Etkisindeki Sanayi İşletmelerinin Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonlarına Yönelik Bir Araştırma” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

..../..../.....

Çiler ÇALLI

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Dördüncü Sanayi Devriminin Etkisindeki Sanayi İşletmelerinin Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonlarına Yönelik Bir Araştırma

Çiler ÇALLI

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Lojistik Yönetimi Programı

Teknolojik gelişme hızının son derece arttığı 21. yüzyılda işletmelerin hayatta kalabilmeleri için bu hıza ayak uydurmaları gerekmektedir. Bu çalışma, sanayi işletmelerinin dördüncü sanayi devrimi unsurlarına hangi düzeyde hâkim olduğunu belirlemek, literatürde belirtilen etkilerin reel ile ilgisini anlamak ve adaptasyon sürecinde yaşananları tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Nitel araştırma yönteminden fenomenoloji deseni kullanılmış, ZOOM iletişim programı aracılığı ile internet üzerinden yüz yüze yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler içerik analizi tekniğiyle incelenmiş ve MAXQDA programı kullanılarak kodlarla değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda dördüncü sanayi devrimi unsurlarından en çok hangilerini kullandıkları, kullanım nedenleri, yerleri ve çıktıları, adaptasyon süreçleri, yapılan yatırımın geri dönüşü, covid-19 etkileri, uygulayan işletmelerin özellikleri ve önerileri gibi toplamda 10 temaya ulaşılmış ve bunların her biri tek tek bulgular ve tartışma bölümünde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0), Sanayi İşletmeleri, Tedarik Zinciri Yönetimi, Satın Alma ve Lojistik.

ABSTRACT

Master's Thesis

A Research on the Procurement and Logistics Functions of Industrial Enterprises under the Impact of Fourth Industrial Revolution

Çiler ÇALLI

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Maritime Business Administration

Logistics Management Program

In the 21st century, where the speed of technological development is increasing, businesses need to keep up with this speed in order to survive. This study was carried out in order to determine at what level industrial enterprises dominate the elements of the fourth industrial revolution, to understand the relevance of the effects specified in the literature with the real, and to determine what happened in the adaptation process. A qualitative research method, phenomenology design was used, and semi-structured interviews made face to face over the internet via the ZOOM communication program was evaluated with codes using the MAXQDA program, which was analyzed with content analysis technique. As a result of the evaluations, a total of 10 themes such as which of the elements of the fourth industrial revolution are used the most, reasons for use, places and outputs, adaptation processes, return on investment, covid-19 effects, characteristics and suggestions of the implementing companies have been reached, and each of them has been individually examined.

Keywords: Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0), Industrial Enterprises, Supply Chain Management, Procurement and Logistics.

**DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN ETKİSİNDEKİ SANAYİ
İŞLETMELERİNİN SATIN ALMA ve LOJİSTİK FONKSİYONLARINA
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
EKLER LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE YARATTIĞI DEĞİŞİM

1.1. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ	2
1.1.1. Sanayi ve Teknoloji Kavramları	2
1.1.2. Teknoloji ve Sanayi Devrimleri	2
1.1.2.1. Teknoloji Devrimleri	3
1.1.2.2. Sanayi Devrimleri ve Gelişim Süreçleri	6
1.1.3. Dördüncü Sanayi Devrimi	8
1.1.3.1. Dördüncü Sanayi Devrimi ve Kavramsal Boyut	9
1.1.3.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Çıkış Nedeni	10
1.1.3.3. Devrimin Yarattığı Fırsatlar ve Tehditler	10
1.1.4. Dünyada Bazı Ülkelerde Dördüncü Sanayi Devrimi Algısı	12
1.1.5. Türkiye ve Dördüncü Sanayi Devrimi	14

1.2. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN UNSURLARI	16
1.2.1. Akıllı/Özerk Robotlar	16
1.2.2. Simülasyon	17
1.2.3. Yatay ve Dikey Entegrasyon	17
1.2.4. Nesnelerin İnterneti (IoT)	18
1.2.5. Siber Güvenlik	19
1.2.6. Bulut Bilişim	19
1.2.7. 3 Boyutlu (3D) Yazıcılar	20
1.2.8. Arttırılmış Gerçeklik	22
1.2.9. Büyük Veri	23
1.2.10. Diğer Unsurlar	24
1.3. EKONOMİK FAALİYETLER VE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN YARATTIĞI DEĞİŞİM	26
1.3.1. İşletmeler	26
1.3.2. Ekonomik Faaliyetler	27
1.3.2.1. Birincil Sektör (Tarım Sektörü)	27
1.3.2.2. İkincil Sektör (Sanayi Sektörü)	28
1.3.2.3. Hizmet Sektörü	29
1.3.3. Dördüncü Sanayi Devriminin Yarattığı Değişim	31

İKİNCİ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, SATIN ALMA VE LOJİSTİĞE ETKİLERİ

2.1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN TANIMI VE KAVRAMLARI	33
2.1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Tarihçesi	37
2.1.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin İş Süreçleri	42
2.1.2.1. Müşteri İlişkileri Yönetimi	43
2.1.2.2. Müşteri Hizmet Yönetimi	43
2.1.2.3. Talep Yönetimi	43
2.1.2.4. Sipariş İşleme	44

2.1.2.5. İmalat Akış Yönetimi	44
2.1.2.6. Tedarikçi İlişkileri Yönetimi veya Satın Alma	44
2.1.2.7. Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme	45
2.1.2.8. İade Yönetimi	45
2.1.3. Tedarik Zincirinde Satın Alma ve Lojistiğin Yeri	46
2.2. SANAYİ DEVRİMLERİNİN SATIN ALMA VE LOJİSTİK ÜZERİNE ETKİLERİ	47
2.2.1. Birinci Sanayi Devriminin Etkileri	47
2.2.2. İkinci Sanayi Devriminin Etkileri	48
2.2.3. Üçüncü Sanayi Devriminin Etkileri	48
2.2.4. Dördüncü Sanayi Devriminin Etkileri	49
2.2.4.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Üzerinde Etkileri	50
2.2.4.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Satın Alma Üzerinde Etkileri	51
2.3. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ UNSURLARININ SATIN ALMA VE LOJİSTİK FONKSİYONLARINA ETKİLERİ	54
2.3.1. Akıllı/Özerk Robotlar	54
2.3.2. Simülasyon	55
2.3.3. Yatay ve Dikey Entegrasyon	56
2.3.4. Nesnelerin İnterneti (IoT)	56
2.3.5. Siber Güvenlik	58
2.3.6. Bulut Bilişim	58
2.3.7. 3 Boyutlu (3D) Yazıcılar	60
2.3.8. Arttırılmış Gerçeklik	60
2.3.9. Büyük Veri	61
2.3.10. Diğer Unsurlar	62
2.4. COVID-19 PANDEMİSİNİN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE SATIN ALMA ve LOJİSTİK FONKSİYONLARINA ETKİLERİ	64

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
SANAYİ İŞLETMELERİNİN SATIN ALMA VE LOJİSTİK
FONKSİYONLARINA YÖNELİK NİTEL BİR İNCELEME

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI	65
3.2. KAPSAMI	66
3.3. METODOLOJİ	67
3.3.1. Araştırmanın Yöntemi	67
3.3.1.1. Araştırmanın Deseni	67
3.3.1.2. Veri Analiz Yöntemi	67
3.3.1.3. Ön Çalışma	68
3.3.1.4. Ön Çalışmanın Sonuçları	68
3.3.2. Nitel Araştırma	70
3.3.3. Katılımcı Profili	71
3.4. NİTEL ARAŞTIRMA ANALİZİ	71
3.5. BULGULAR VE TARTIŞMA	72
3.5.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Tanımına İlişkin Bulgular	73
3.5.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Unsurlarına İlişkin Bulgular	73
3.5.3. Dördüncü Sanayi Devriminin İşletme Bünyesinde Kullanıldığı Alanlara İlişkin Bulgular	80
3.5.4. Dördüncü Sanayi Devriminin İşletmelerde Kullanım Nedenlerine İlişkin Bulgular	85
3.5.5. Dördüncü Sanayi Devrimi Çıktılarına İlişkin Bulgular	87
3.5.6. Tam Adapte Olan İşletmelerin Özelliklerine İlişkin Bulgular	93
3.5.7. Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyonuna İlişkin Bulgular	98
3.5.8. Dördüncü Sanayi Devrimi Yatırımlarının Geri Dönüşüne İlişkin Bulgular	103
3.5.9. Covid-19 Pandemisinin Etkilerine İlişkin Bulgular	104
3.5.10. Katılımcıların Önerilerine Dayanan İfadeler	108
3.6. ÇALIŞMANIN GÜÇLÜ YANLARI VE KISITLARI	111
3.7. GELECEĞE YÖNELİK ÖNERİLER	111
3.8. BULGULARIN GENEL DEĞERLENDİRMESİ	112

SONUÇ	115
KAYNAKÇA	116
EKLER	



KISALTMALAR

ACATECH	Alman Bilim ve Mühendislik Akademisi (National Academy of Science and Engineering)
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
BCG	Boston Danışmanlık Grubu (Boston Consulting Group)
BSTB	Türkiye Cumhuriyeti Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CBDDO	Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi
CRM	Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management)
CRP	Sürekli İkmal Planlaması (Continuous Replenishment Program)
CPS	Siber Fiziksel Sistemler (Cyber Physical Systems)
CSCMP	Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyoneller Birliği (Council of Supply Chain Management Professionals)
DFKI	Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi (Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz)
ECR	Etkin Müşteri Cevabı (Efficient Customer Response)
EPO	Avrupa Patent Ofisi (European Patent Office)
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planing)
Eurostat	Avrupa İstatistik Ofisi (European Statistics)
GFK	Bilgiden Büyüme (Growth from Knowledge)
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GTIP	Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu
HMD	Başa Monteli Gösterge (Head Mounted Display)
IaaS	Hizmet Olarak Altyapı (Infrastructure as a Service)
IBM	Uluslararası İş Makineleri (International Business Machines)
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (The Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IFR	Uluslar arası Robot Federasyonu (International Federation of Robotics)
IoT	Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
ISDP	Güvenlik ve Kalkıma Politikası Enstitüsü (Institute for Security & Development Policy)

ISIC	Amerikada Tüm Ekonomik Aktivitiler için Uluslar arası Standart Sanayi Sınıflaması (International Standard Industrial Classification of all Economic Activities of the United Nations)
ISO500	Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu
JIT	Tam Zamanında (Just in Time)
KOBI	Küçük ve Orta Boyutlu İşletme
KPMG	Klynveld Peat Marwick Goerdeler
LPWA	Düşük Güçlü Geniş Alan Ağı (Low-Power Wide-Area Network)
MINT	Matematik, Bilgisayar, Doğa Bilimleri ve Teknoloji (Mathematics, Informatics, The Natural Science and Technology)
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması (Materials Resource Planning)
MTSO	Mersin Ticaret ve Sanayi Odası
NACE	Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması (European Classification of Economic Activities)
NIST	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology)
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OEM	Orijinal Ürün Üreticisi (Original Equipment Manufacturer)
OLAP	Çevrimiçi Analitik İşleme (Online Analytical Processing)
PaaS	Platform Hizmeti (Platform as a Service)
P&G	Procter and Gamble
PISA	Uluslar arası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment)
PLC	Programlanabilir Mantık Kontrolü (Programmable Logic Controller)
QR	Hızlı Cevap (Quick Response)
RFID	Radyo Frekansı Kimlik Sistemi (Radio Frequency Identification)
SaaS	Hizmet Olarak Yazılım (Software as a Service)
TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TCMEB	Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı
TDK	Türk Dil Kurumu

TMS	Ulaşım Yönetim Sistemleri (Transportation Management Systems)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
UNCTAD	Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Trade and Development)
WB	Dünya Bankası (World Bank)
WEF	Dünya Ekonomik Forumu (The World Economic Forum)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
WMS	Depo Yönetim Sistemleri (Warehouse Management Systems)
VR	Sanal Gerçeklik (Virtual Reality)
3D 3	Boyutlu (3 Dimensions)

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: NACE Kod Listesi	s.31
Tablo 2: Sanayi, Tedarik Zinciri Yönetimi, Satın alma ve Lojistik Gelişim Evreleri	s.53
Tablo 3: Katılımcı Profil Tablosu	s.71



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Son 250 Yıldaki Beş Teknolojik Devrim	s.4
Şekil 2: Yayılım Örüntüsü	s.5
Şekil 3: Teknolojik ve Sanayi Devrimleri Birleşimi	s.8
Şekil 4: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurları	s.16
Şekil 5: 3B Teknoloji İlerleme Eğrisi (2015)	s.21
Şekil 6: 3B Teknoloji İlerleme Eğrisi (2018)	s.22
Şekil 7: İmalat Sanayinde KOBİ ve Büyük Ölçekli İşletmelerin Teknoloji Düzeylerine Göre Yüzde Oranları (2019)	s.29
Şekil 8: Gadrey'in Hizmetler Üçgeni	s.30
Şekil 9: Tedarik Zinciri Yönetimi Organizasyon Şeması	s.34
Şekil 10: Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi	s.36
Şekil 11: Tedarik Zinciri Yönetimi Tarihçesi	s.40
Şekil 12: Satın Alma Evrimi	s.41
Şekil 13: Tedarik Zinciri Yönetimi Model Karşılaştırması	s.42
Şekil 14: Tedarik Zinciri Yönetimi İş Süreçleri	s.45
Şekil 15: Kavramsal Model	s.66
Şekil 16: Dördüncü Sanayi Devrimi Konusunda Bilgi Düzeyi	s.69
Şekil 17: Dördüncü Sanayi Devriminin Sanayi İşletmelerinin Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonlarına Etkileri	s.72
Şekil 18: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurlarının Katılımcılar Tarafından Kullanım Sıklığı	s.74
Şekil 19: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurları Kod Bulutu	s.79
Şekil 20: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurlarının İşletmede Kullanım Yerleri	s.81
Şekil 21: Dördüncü Sanayi Devrimi Kullanım Nedenleri	s.85
Şekil 22: Dördüncü Sanayi Devrimi Çıktılarına İlişkin Kod Bulutu	s.88
Şekil-23: Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonları için Dördüncü Sanayi Devrimi Çıktıları	s.91
Şekil-24: Tam Adapte Olan İşletmelerin Özellikleri	s.94
Şekil 25: Tam Adapte Olan İşletmelerin Özelliklerinin Kod Bulutu	s.98

Şekil 26: Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyonu	s.99
Şekil 27: Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyon Süreç Modeli	s.101



EKLER LİSTESİ

Ek 1: Ön Çalışma Soruları

ek s. 1

Ek 2: Nitel Çalışma Soruları

ek s. 2



GİRİŞ

Bir işletmenin ana fonksiyonlarından biri olan tedarik zinciri yönetimi farklı şekillerde olsa da küçük büyük tüm işletmelerde bulunmaktadır. Satın alma bir işletmenin masraf oluşmadan kar elde edilebilen, lojistik ise müşteri memnuniyetini arttırıcı etkiye sahip fonksiyonlarıdır. Bu iki fonksiyondaki dördüncü sanayi devrimi unsurlarının kullanımı bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde sanayi devrimleri ve teknolojik devrimler açıklanmış ve bunların ilişkilerine değinilmiştir. Ayrıca dördüncü sanayi devrimi unsurları tek tek detaylandırılmıştır.

İkinci bölümde tedarik zinciri yönetimi satın alma ve lojistik fonksiyonları ile birlikte dördüncü sanayi devrimi unsurlarının kullanımları ve sektörlerden bahsedilerek günümüzün ana gündemi olan covid-19'un etkilerine de değinilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde yapılan ön çalışma ve ön çalışmanın detayları verilmiş ardından nitel araştırma yöntemi ve bulguları değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda da sonuçlar ve öneriler getirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE YARATTIĞI DEĞİŞİM

1.1. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ

İçinde bulunduğumuz asır başında başlayan ve dijital devrim üzerinde yükselen dördüncü sanayi devriminin başlangıcında (Schwab, 2017: 16) ve beşinci teknoloji devriminin yayılma aşamasında bulunmaktayız (Kaya, 2017). Aşağıdaki bölümlerde sanayi ve teknoloji kavramları açıklanarak bu iki devrimin nasıl şekillendiğine değinilmiş ve ortak bir tabloda birleştirilmiştir.

1.1.1. Sanayi ve Teknoloji Kavramları

“Ham maddeleri işlemek, enerji kaynaklarını yaratmak için kullanılan yöntemlerin ve araçların bütünü” (TDK, 2020) olarak tanımlanan sanayi başka bir deyişle “özellikle özel bir alan ya da fabrikada satış için mal üretme sürecini içeren işletme ya da aktiviteler”dir (Cambridge, 2020). Her türlü işletmenin gerçekleştirdiği her türlü ekonomik faaliyet olarak değerlendirilen sanayi (Koç ve diğerleri, 2017: 16) sektör olarak 2019 verilerine göre Türkiye’de %25,3’lük istihdam yaratmıştır (TÜİK, 2020a) ve 2020 yılında gayri safi yurtiçi hâsıla içinde 25,26’lık paya sahiptir (TÜİK, 2021).

En yalın şekliyle sanayi, teknolojinin ekonomik aktivite ile birleşmesidir (Günay, 2002: 11). Uygulamalı bilimin bir ürünü olan teknoloji (Günay, 2002: 10) ise “Bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi” (TDK, 2020) olarak tanımlanabilir.

1.1.2. Teknoloji ve Sanayi Devrimleri

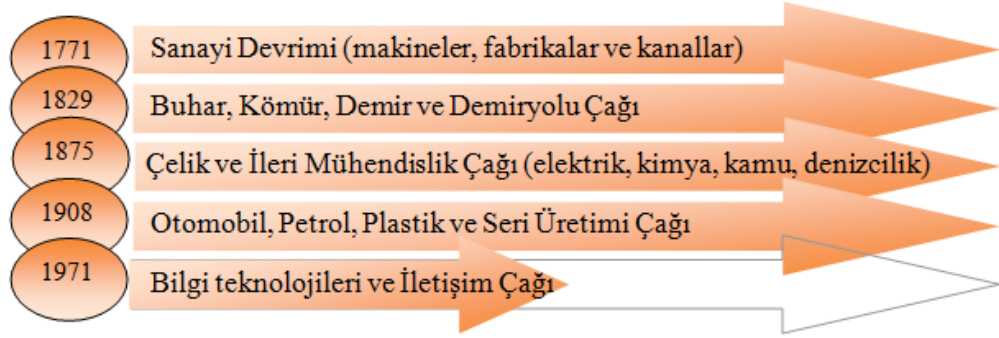
Bu bölümde Prof. Carlota Perez’in üzerine çalıştığı teknoloji devrimleri ile sanayi devrimleri detaylandırılacaktır.

1.1.2.1. Teknoloji Devrimleri

Prof. Carlota Perez, yeniliklerle uzun dalgalar arasındaki ilişkinin mekanizmasını ortaya koymuş ilk ekonomist olan Schumpeter'in (Börü ve Demiröz, 2019: 252) izinden giderek geçtiğimiz yaklaşık 250 yılı incelemiş ve "Teknoloji Devrimleri Teorisi"'ni geliştirmiştir (Kaya, 2017). Perez (2009: 8) teknoloji devrimlerini, birbirine bağlı teknolojilerin oluşturduğu ana grup, ilişkili köklü yenilikler seti ya da sistemlerin sistemi olarak tanımlarken bu ana grubun devrim niteliğini almasını sağlayan iki temel özellikten bahsetmiştir. Bunlardan ilki katılımcı sistemlerin teknolojilerinin ve pazarlarının birbirine güçlü bir şekilde bağlı ve bağımlı olması, ikincisi de ekonominin geri kalanını derinden dönüştürme kapasitesidir. Perez'in vurguladığı beş teknolojik devrimin özeti şöyledir (Perez, 2009: 9);

1. Sanayi devrimi; İngiltere'de 1771 tarihinde Arkwright'in Cromfort'ta su değirmeni yapması ile başlamıştır.
2. Buhar ve demiryolu çağı; 1829'da yine İngiltere'de Liverpool-Manchester demiryolu için "roket" buhar motorunun testi ile başlayıp Avrupa ve Amerika'ya yayılmıştır.
3. Çelik, elektrik ve ileri mühendislik çağı; 1875'te Pitsburg Pensilvanya'da çelik fabrikasının açılması ile başlamış ve Almanya ile Amerika daha başarılı olup İngiltere'yi geçmiştir.
4. Otomobil, petrol, plastik ve seri üretim çağı; 1908'de Detroit'te T-model Ford fabrikasının kurulmasıyla Amerika'da başlamış ve Avrupa'ya yayılmıştır.
5. Bilgi teknolojileri ve iletişim çağı; 1971'de Intel'in Santa Clara Kaliforniya'da ilk mikroişlemciyi açıklaması ile başlamış ve Avrupa ve Asya'ya yayılmıştır.

Şekil 1: Son 250 Yıldaki Beş Teknolojik Devrim



Her biri üretimde potansiyel sıçrama ve icatlar için yeni yönlerle birlikte tekno-ekonomik ve sosyo-kurumsal değişiklik getirir.

Kaynak: Denning, 2017'den Türkçeleştirilmiştir.

Her devrimin içinde değişimin ilerlemesinde rol oynayan ana endüstriler üç kategoriye ayrılır. Birinci kategori, ucuz girdi ile üretilen yaygın uygulanabilirliğe sahip “harekete geçirici branşlar” (günümüzden örnek: yarı iletkenler); ikinci kategori girdilerin en çok kullanılan ve görülen teknolojinin örnek ürünleri olan “taşıyıcı branşlar” (günümüzden örnek: bilgisayarlar, cep telefonları) ve üçüncü kategori ise teknolojinin etkisini şekillendiren ve tüm endüstriler için pazar sınırlarını genişleten “altyapılar”dır (günümüzden örnek: internet) (Perez, 2009: 13).

İlk defa 1984 yılında Perez tarafından kullanılan, “tekno-ekonomik paradigma” kavramı, yeni teknolojiler yayıldıkça gelişen ekonomideki etkilerini farklılaştırır ve sosyo-kurumsal yapıları değiştirir (Perez, 2009: 14). Teknolojik devrimle ilişkili olan tekno-ekonomik paradigma o dönemdeki hakim olan teknoloji konusundaki sağduyuyu anlatır (Börü ve Demiröz, 2019: 256). Teknolojik devrimler kendi tekno-ekonomik paradigmasını yaratır, yeni altyapıların pazarları genişletmesi ve yaygın yeni teknolojilerle birlikte tüm faaliyet ve sektörlerde verimlilikte sıçrama yaratır (Perez, 2012: 214). Perez, teknoloji devrimin başlayıp, onun tekno-ekonomik paradigmasının yayılması ile ekonominin çok ötesinde etkiler yaratan bu sürece büyük gelişme dalgası adını vermiştir (Börü ve Demiröz, 2019: 257). Dalgalar, her biri toplamda yaklaşık 40-60 yıl süren S eğrisi çizerek kurulma ve yayılma aşamalarından oluşan bir süreci ifade eder (Perez, 2011: 20).

Kurulma aşamasının başında eski tekno-ekonomik paradigmanın artık eskisi kadar üretim artışı ve karlılık sağlamadığı için yatırım yapmak istemeyen ve elinde para bulunan sermaye sahipleri, yeni teknolojilere yatırım yaparak yeni teknolojilerin yayılmasını sağlarlar. Yeni tekno-ekonomik paradigma iş dünyasının her alanına yayılırken ortaya çıkan yeni altyapılar yeni teknolojilerin kullanımını kolaylaştırır. Yeni teknolojiyi kullanan işletmelerin artması ve hızlı zenginleşmesi eski teknolojiyi kullanan işletmelerin ve dolayısıyla çalışanlarının gelirlerinin düşmesine neden olur ve finansal gerileme dönemi başlar. Finansal gerileme dönemi kurulma ve yayılma aşamaları arasında toplumsal huzursuzluğun arttığı, finansal yapılanma ihtiyacının doğduğu dönemdir. Toplumda ve ekonomide reform ihtiyacı ile yayılma aşaması başlayan bu aşamada yeni tekno-ekonomik paradigma toplumun tüm katmanlarına yerleşmiştir. Dalganın son 20-30 yılına denk gelen bu dönemde gelir dağılımı düzenlenir, finansal piyasalarda ve kurumlarda düzenlemeler yapılır. Yayılma aşamasının sonlarına doğru teknolojik doyumlukla birlikte işletmelerin karlılık ve üretim hızları düşer ve yeni teknolojilere ihtiyaç duyularak yeni bir dalgaya geçilir (Perez, 2010: 2; Kaya, 2017; Börü ve Demiröz, 2019: 258).

Şekil 2: Yayılım Örüntüsü

Yeninin yükselişi Öncekinin düşüşü	Yeni iş refahı	DÖNÜM NOKTASI Gerileme	"Altın Çağ" refahı	Olgunluk ve yeninin fikir aşaması
1.	Kanal Çılgınlığı	1797-1800	Büyük İngiliz Atılımı	
2.	Demiryolu Çılgınlığı	1848-50	Viktorya Dönemi Kalkınması	
3.	Çoklu Küresel Çıkışlar: Yıldızlı Çağ	1890-96	Avrupa'da Güzel Dönem ve İlerleme Çağı	
4.	1920'li Yıllar	1929-45	Savaş Sonrası Altın Çağ	
5.	İnternet Şirketlerinin Çıkışı/ Küresel Kumarhane	2000-03 2008-20??	Sürdürülebilir, Küresel, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BIT) Çağı?	


Buradayız
Bugün 1930'larla paralel durumdayız

Kaynak: Denning, 2017'den Türkçeleştirilmiştir.

1.1.2.2. Sanayi Devrimleri ve Gelişim Süreçleri

Bulunan teknolojik gelişmelerin sanayide/üretimde kullanılması sonucunda ortaya çıkan sanayi devrimi kavram olarak ilk kez Arnold Toynbee tarafından kullanılmıştır (Bezanson, 1922: 343). Sanayi devriminde patentlerin rolü olduğunu savunanlar olduğu gibi bu görüşe karşı çıkanlar da vardır (Yayla, 2014: 231-236). 1710'lu yıllarda İngiltere'de yılda 3 patent onaylanırken 1780'li yıllarda bu rakam 54'e çıkmıştır (Rostow, 1973: 258). En güncel veri olan 2020 senesinde 44.293 patent sayısı ile %25'lik bir paya sahip olan Amerika'yı 25.954 patent ile Almanya takip etmektedir. Birinci sanayi devrimini gerçekleştiren İngiltere ise 5.715 patent ile dokuzuncu sırada yer almaktadır. Türkiye ise bir önceki seneye göre %26,1'lik bir artışla 594 patent almış ve 24.sırada yer almıştır (EPO, 2021)

Avrupa kıtasında 17. ve 18. yüzyılda, özellikle İngiltere dışındaki imparatorluklarda nadir olsa da icatlar vardı ancak bu icatlar merkantilist politikalarla desteklenmediği için teknik bir yeniliğe yol açmamıştır. Bilimin iktidarlarının gücünü arttıracaklarını düşünen hükümetler, İngiltere'de hükümetin seçkin kesimi (The Royal Society) desteklemesi gibi, bilim merkezlerini desteklemeye başlarlar (Rostow, 1973:259).

Birinci Sanayi Devrimi: Bilim adamlarının araştırma ve deneylerde kullanmak üzere bazı gereçlere gereksinim duymaları ve alet yapımcılarıyla çalışmaları James Watt'ın buhar makinesini sanayide kullanılacak şekle çevirmesi (1764) gibi sonuçlar doğurmuştur (Rostow, 1973: 261; Bozkurt, 2014: 7). Buharlı motorun icadı, sömürgelerden gelen pamukların yoğun kumaş talebini karşılamasını sağlayan Edmund Cartwright'ın su gücüyle çalışan ilk dokuma tezgâhını 1785'te keşfetmesini sağlar (Britannica, 2020). Bu keşif de birinci sanayi devriminin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Kagermann ve diğerleri, 2013: 13; Fırat S. ve Fırat O., 2017a: 11; Genç, 2018: 237). Makine kırılcılığı olarak adlandırılan Ludizm bu dönemde dokuma tezgâhları yüzünden işsiz kalan işçiler tarafından ortaya çıkmıştır (Kaygın ve diğerleri, 2019: 1067). Demiryolu ağının yayılması bu döneme bir ivme kazandırmıştır (Tutar ve diğerleri, 2018:198). Kömür, demir ve buharın yaygın kullanımı (Perez, 2009:

12) sayesinde taşımacılık mekanikleşmiştir (Çiçekli, 2018; Yılmaz ve Duman, 2019b: 192).

İkinci Sanayi Devrimi: Başlangıcı elektrikli seri üretim (Tekin, 2018: 252) ile 1870 olarak kabul edilen ikinci sanayi devrimine (Mokyr, 1999:1) Henry Ford tarafından kurulan montaj hattı hız kazandırmıştır. Almanya ve Amerika'nın başı çektiği (Gökten, 2018: 882) ve 1973 petrol krizine kadar devam eden tek tipe dayalı seri üretim (Alçın, 2016:20) sistemi, üretim maliyetlerini düşürerek verimliliği arttırmıştır (Tutar ve diğerleri, 2018:198). Elektrik, çelik, bakır, alüminyum ve petrol kaynaklarının kullanımı sayesinde demir yolları ve hava taşımacılığı artmış ve konteynır taşımacılığı başlamış olan bu dönem, yük taşımanın otomasyonu olarak adlandırılır (Çiçekli, 2018; Yılmaz ve Duman, 2019b: 192). Ulaşımın kolaylaştığı bu dönemde küreselleşmenin ilk adımları atılmıştır. Taylor'ın (2002: 29) hazırladığı ve 1800 yılından beri uluslar arası ticaretin gayri safi yurtiçi hâsılaya oranını gösteren tabloda uluslar arası ticaretin gelişiminin 1870'den sonra arttığı, birinci dünya savaşıyla birlikte düşüşe geçtiği ve ikinci dünya savaşından sonra tekrar artışa geçtiği gözlemlenmektedir.

Üçüncü Sanayi Devrimi: 1969'da programlanabilir mantık kontrolü (PLC) bilgisayarların sanayide (Soylu, 2018: 44) özellikle imalat, tasarım ve planlamada (Xu ve diğerleri, 2018: 2942) kullanılması ile birlikte başlayan Çin, Japonya ve Güney Kore gibi ülkelerin hızlı kalkındığı üçüncü sanayi devriminde üretim süreçleri otomasyona bağlanmıştır (Gökten, 2018: 882). Bu dönemde küresel tedarik zinciri ve yazılımlar sayesinde planlanıp kontrol edilebilen depolar, forkliftler, otomatik hatlar ya da robotlar tarafından sağlanan fabrika içi taşıma ve üretime başlamadan planlanan taşıma ve teslimat süreleriyle lojistik yönetim sistemi geliştirilmiştir (Çiçekli, 2018; Yılmaz ve Duman, 2019b: 192).

Schwab (2017: 11) son on yılda ortaya çıkan gelişmelerin yeni bir sanayi devrimini işaret etmesinin nedenlerini, sistemlerin bütünsel dönüşümü, genişlik ve derinlik bakımından çok çeşitli teknolojileri bir araya getirmesi ve diğer devrimlerin aksine üstel bir hızla gelişmesine dayandırmıştır.

Sanayi devrimlerinin teknolojinin sanayide kullanılması ile oluştuğu göz önüne alınırsa, Prof. Carlota'nın Şekil 2'deki Yayılım Örüntüsü tablosuna sanayi devrimlerini yerleştirebiliriz. Aşağıda yer alan Şekil 3'deki tabloda da gördüğümüz üzere genelde sanayi devrimleri teknolojik devrimlerin yayılma dönemlerinde ortaya çıkmaktadır ve bugün de beşinci teknoloji devrimi olan Bilgi Teknolojileri Devriminin yayılma aşamasında ve dördüncü sanayi devriminin başında bulunmaktayız (Şekil 3).

Şekil 3: Teknolojik ve Sanayi Devrimleri Birleşimi



Kaynak: Denning, 2017 ve Sağiroğlu, 2018'deki bilgilerden birleştirilmiştir.

1.1.3. Dördüncü Sanayi Devrimi

Brynjolfsson ve McAfee (2013:10), Watt'ın buluşuyla başlayan birinci sanayi devrimiyle yakalanan ivme gibi bir ivmenin de dördüncü sanayi devrimi ile yakalanacağını düşündüğü için buna da ikinci makine devrimi adını vermiştir. Kısaca insanların, makinelerin ve ürünlerin birbirleriyle direkt bağlanması olarak tanımlayabileceğimiz (Plattform I4.0, 2021) dördüncü sanayi devrimini, kavramsal boyut, çıkış nedenleri, yarattığı fırsatlar ve tehditler üzerinde durularak dünyadaki bazı ülkelerdeki dördüncü sanayi devrimi algısına değinilecektir.

1.1.3.1. Dördüncü Sanayi Devrimi ve Kavramsal Boyut

Dünya genelinde gelişmiş ekonomilerin bilişim ve iletişim teknolojilerindeki son gelişmeleri kullanarak endüstriyel üretimde verimlilik ve etkinliği arttırmak için arayış hareketi vardır (Baena ve diğerleri, 2017: 73).

En yalın haliyle gömülü sistemlerden siber fiziksel sistemlere teknolojik dönüşüm (GTAI, 2013: 6) olarak adlandırabileceğimiz dördüncü sanayi devrimi, akıllı ürünler ve üretim süreçleri üzerine odaklanmış (Brettel ve diğerleri, 2014: 38) gelecekte başkalarıyla rekabet edebilme stratejisi (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 469) olarak tanımlanmıştır.

En çok Almanya'nın yayın çıkardığı ve dünyada çıkan yayınların %700 arttığı (Esmaeilian ve diğerleri, 2020: 3) dördüncü sanayi devriminde ana tasarım ilkeleri birlikte işlerlik, bilinç (Qin ve diğerleri, 2016:175) ve iş birliğidir (Lu, 2017: 4). Nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişime geçerek (Soyak, 2017: 74) değer zinciri boyunca otonom kararlar alabilmesini sağlayan bu yapıda (Soylu, 2018: 45) ürün, etkili ve modüler imalat sisteminde kendi imalatını kontrol eder (Lasi ve diğerleri, 2014: 239).

Değişen işletim çerçevesi koşulları nedeniyle önemli değişikliklere ihtiyaç duyan büyük bir “uygulama çekmesi” ile endüstriyel uygulamada istisnai bir “teknolojik itim” gibi iki yönü olan dördüncü sanayi devriminde (Lasi ve diğerleri, 2014: 239) amaç daha esnek, daha düşük maliyetli, daha hızlı, daha kaliteli ve verimli üretimin (Kılıç ve Alkan, 2018: 32) yanı sıra çalışma hızını ve güvenilirliğini arttırmak ve sürdürülebilir rekabet üstünlüğü sağlamak olarak sıralanabilir (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1679). Verimlilik artışı için üretim sisteminde; (1) bilgi teknolojilerinde küreselleşme, (2) bilginin sürekli güncel olan tek kaynaktan alınması, (3) otomasyon ve (4) işbirliği gibi ön koşullar gereklidir (Schuh ve diğerleri, 2014: 52).

Diğer sanayi devrimleri üretim süreçlerinde hızlanmaya yardımcı olurken; son müşteri gereksinimlerinin devamlı değişmesine yönelik yeni sistemlerin geliştirilmesini sağlayabilen (Akben ve Ös, 2019; 351) dördüncü sanayi devriminin kuralları hala yazılmaktadır (Davies ve diğerleri, 2017: 1289).

1.1.3.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Çıkış Nedeni

Dünyanın ekonomi merkezi haritasını çıkaran Mckinsey 2000 ve 2010 yılları arasında ekonomi merkezinin hızlı değişimini ortaya sermiş ve 1980’lerde Japonların yükselmesiyle yön değiştirerek batıdan doğuya doğru yönelen dünyanın ekonomi merkezi 2000’lerde Çin’in ataklarıyla en hızlı ivmesini yapmıştır. 2010-2025 tahmini de bu ivmenin aynı yönde ve hızla devam edeceğini göstermektedir (Mckinsey, 2012: 17).

Alman Bilim ve Mühendislik Akademisinin (Acatech) 2009 tarihli “İlerleme için Strateji” isimli raporunda, MINT (matematik, bilgisayar, doğa bilimleri ve teknoloji) meslek alanlarındaki uzmanlaşmanın azalmasının Almanya’yı tehdit edecek boyutta olan durumunun Alman ekonomik gücünün artmasında ve sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynadığı belirtmiştir (Acatech, 2009: 5). Öğrencilerin bu alanları tercih etmeme nedenlerini saptayarak üniversitelere ve iş dünyasına bazı tavsiyelerde bulunmuştur (Acatech, 2009: 7). Bununla birlikte OECD raporlarından yaptığı çıkarımlar ile emekliye ayrılanların yerini dolduracak yeterli sayıda genç bilim insanı ve mühendis olmayacağını saptamıştır (Acatech, 2009: 10).

1910’da dünya sanayi çıktısının %16’sını üreten (Malanciuc, 2018:103) Almanya, talebe uygun kişiselleştirilmiş ürünü, verimliliğini arttırarak piyasaya hızlı bir şekilde vermesi durumunda (Genç, 2018: 236), Çin ve Hindistan gibi ülkelerin üçüncü sanayi devrimiyle birlikte ucuz iş gücü ve hammaddeye yakınlık sayesinde kazandıkları üstünlüğü yine kendisinin yeniden alabileceğini öngörmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016: 57-58). Ayrıca yaşlanan nüfusuyla (WB, 2020) Almanya çalışanını daha az yorarak aktif iş yaşamında daha uzun süre kullanabilmek için robot kullanımını, dolayısıyla dördüncü sanayi devrimi bir çözüm olarak görmektedir (Nuroğlu E. ve Nuroğlu H., 2018b: 330).

1.1.3.3. Devrimin Yarattığı Fırsatlar ve Tehditler

Boston Consulting Group (BCG) 2015 senesinde yaptığı çalışmada gelecek 10-20 yıl içerisinde dördüncü sanayi devrimi uygulamaları sayesinde

Üretim işletmelerinde; işçi maliyetinin %30, lojistik maliyetinin ise %50 oranında azalacağı tahmininde bulunmuştur (Rüßmann ve diğerleri, 2015:9). Yine 2015 yılında McKinsey 122 tedarik zincirinde yaptığı araştırmaya göre dördüncü sanayi devrimi gelirde %23, verimlilikte ise %26'lık bir artış sağlayacaktır (Szoza, 2017: 406).

Üretimde esnekliğin, hızın, kalitenin (Soyak, 2017: 75) verimliliğin ve birliğin artmasının (Oesterreich ve Teuteberg, 2016: 135) ve daha iyi müşteri ilişkileri kazandırmasının (Dev ve diğerleri, 2020: 2) yanı sıra işlemlerin basitleşerek, stokların iyileşmesi ve tedarik zincirinin şeffaşlaşması (zkan ve diğerleri, 2018: 10-11) maliyet (Stncioiu, 2017: 76) ve teslimat sürelerinde düşüş ile birlikte küçük parti boyutlarıyla zelleştirme (Shafiq ve diğerleri, 2015: 1149) dördüncü sanayi devriminin getireceği fırsatlar olarak sayılabilir.

Bunun yanında, Benedikt ve Osborne'nun (2013: 48) yaptığı çalışmalarda 702 meslek grubu içerisinden dördüncü sanayi devriminden en çok etkilenecek iş grubunun taşımacılık, lojistik ve üretim alanlarında kas gücü ile çalışan mavi yakalılarının olduğu görülmüştür. Almanya'da yapılan bir çalışma sonucuna göre, bir işletmenin dördüncü sanayi devrimi vizyonunu gerçekleştirme ve uygulaması için gerekli srenin 4 ila 10 yıl arasında (ortalamada yaklaşık 7 yıl) olması beklenmektedir (Glas ve Kleemann, 2016: 61). Başka bir çalışma ise birçok dördüncü sanayi devrimi unsurunun uygulama testi yapıldığı halde, tam olarak dördüncü sanayi devrimine geçiş yapılamadığı ve teknoloji hazır olsa dahi büyük işletmelerde dördüncü sanayi devrimi uygulamasının 5 ila 10 yıl gibi bir süre alacağı ortaya çıkmıştır (Patel ve diğerleri, 2019: 26).

Günümüzden farklı olarak; gelecekte bilişim, üretim ve lojistik ile birlikte, ekonomi ve yönetim bilgisi daha çok gelişmiş disiplinlerarası çalışan ihtiyaı olacaktır (Glas ve Kleemann, 2016: 62).

Türkiye'de faaliyet gösteren lojistik işletmeleri ile yapılan çalışmada büyük bir kısmını küçük ve orta ölçekli işletmelerin oluşturduğu sektörde temel ihtiyaçlarının (1) nitelikli iş gücü, (2) doğru yatırım ve teknoloji yönetimi ile birlikte (3) sektöre ait süreç ve verilerin doğru analiz edilebilmesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Öztemel ve Grsev, 2018: 152).

Hukuki altyapı eksikliği nedeniyle gelecekte birçok ihlaller yaşanabilecektir. Örneğin 3 boyutlu baskı ile ilaç ya da silah yapılması ile ilgili ne tür düzenlemeler getirileceği önemlidir. Ayrıca Fortune 500 listesindeki işletmelerin %97'sinin dijital bilgilerinin çalınması, verilerin nasıl korunacağı sorununu akla getirmektedir (Özsoylu, 2017: 56).

1.1.4. Dünyada Bazı Ülkelerde Dördüncü Sanayi Devrimi Algısı

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler üretim ve sanayide rekabeti ve verimliliği arttırmak için bilişim ve iletişim teknolojilerinin avantajlarının sanayide kullanılması gerekliliğini öngörmüş ve bunu geliştirmek için projeler üretmişlerdir (Posada ve diğerleri, 2015:1). Bu ülkelerden ve projelerden bazıları aşağıdaki gibidir.

Almanya: Almanya'da Endüstri 4.0 ismiyle 2011 Hannover fuarının açılışında Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi (DFKI) direktörü Wolfgang Wahlster tarafından dile getirilen bu hareket, aslında 2005 yılında SmartFactoryKL'in Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi (DFKI) tarafından kurulması ve böylesi teknolojileri araştırması ve geliştirmesi ile başlar (DFKI, 2020). Alman hükümetinin araştırma girişimcilerine 200 milyon Euro fon ayırdığı (Hermann ve diğerleri, 2016: 3929) Endüstri 4.0 için Ekim 2012'de bir çalışma grubu kurulur ve bu grup uygulanabilme önerilerini hükümete sunarak Nisan 2013'de nihai raporunu açıklarlar (Sabancı Üniversitesi, 2017: 5). Yine aynı yıl Almanya dijital, mekanik mühendislik ve elektrik elektronik birlikleri tarafından "Endüstri 4.0 Platformu" kurulur ve her ölçekten işletme ile durum değerlendirme anketleri, alt yapı kurma projeleri gibi çalışmalar yapılmaya başlanır (Nuroğlu E. ve Nuroğlu H., 2018a: 529).

Amerika: İleri Üretim Ortaklığı "Advanced Manufacturing Partnership" isimli hareket, 24 Haziran 2011'de Başkan Obama tarafından lanse edilmiş ve üniversiteler, federal hükümetler ve sanayi kuruluşları teknolojiye yatırım yaparak yüksek kalite sanayi meslekleri yaratmak ve ülkenin küresel rekabetini genişletmek için birlikte çalışmaya davet edilmiştir (The White House, 2013). Sonraki 9 ay boyunca 12 sanayi işletmesi, 6 üniversite ve sayısız devlet

müessesesi temsilcileri Amerikan sanayisinin bugün ve gelecekteki sorunlarını araştırmış, analiz etmiş ve tartışmışlardır (Kracke, 2012).

Amerikan hükümeti bu alanda yapılan araştırma çalışmalarını 2 milyar dolar bütçeyle desteklemiştir (Hermann ve diğerleri, 2016: 3930).

Çin: 2015'te Çin Başbakanı Li Keqiang “Made in China 2025”’i resmen duyurmuş ve bu girişimin 13. beş yıllık plan, “Internet Plus” ve “Kuşak ve Yol Girişimi” ile birlikte Çin üretiminin dönüşüm ve modernizasyonunu hedefleyen bir girişim olduğunu vurgulamıştır (ISDP, 2018: 3-6).

Fransa: “Geleceğin Endüstrisi” isimli hareket beş temel üzerine inşa edilmiştir. Bunlar (1) hareket eklemeli üretim, nesnelerin interneti ve arttırılmış gerçekliğin de dâhil olduğu gelişmiş teknolojiler (2) küçük ve orta ölçekli işletmelerin yeni teknolojiye uyumu için desteklenmesi, (3) yoğun eleman eğitimi, (4) sanayi standartları çerçevesinde uluslararası işbirliklerini güçlendirmek ve (5) Fransız endüstrisini geleceğin sanayisine yükseltmektir (Rojko, 2017: 78).

Avrupa Birliği: Avrupa birliği “Geleceğin Fabrikaları” ismini verdiği projeye yıllık 500 milyon Avro para ayırmış ve belirlediği altı alandaki araştırma ve buluş önceliklerine çeşitli oranlarla bu bütçeyi paylaşmıştır. En yüksek payı %25 ile uyarlanabilir ve akıllı üretim sistemleri almıştır. Bunu, %20’şer pay ile ileri üretim süreçleri ve etkin kaynak kullanan, dijital ve sanal fabrikalar izlemektedir (European Commission, 2020: 99)

Hindistan: 1990’ların ortasında başlayan e-devlet girişimleri 2006 yılında daha kapsamlı ulusal plana dönüştürülerek tarım, eğitim, sağlık vb alanlarda 31 proje oluşturulmuş ve bunların 24’ü gerçekleştirilmiştir. Eylül 2014 yılında başbakan tarafından açıklanan “Make in India” girişimi, ülkenin tasarım ve üretim merkezi olması için büyük elçilikler ve konsolosluklar vasıtasıyla belirlenen 25 sektöre Hindistan’da yatırım yapma kolaylığı sağlamış ve bu durum Hindistan’ın güvenilirliğini her zamankinden daha güçlü hale getirmiştir (Makeinindia, 2021). Ayrıca “Dijital Hindistan” programı 26.11.2014 tarihli toplantı ile oluşturulmaya başlanmış (Digital India, 2021) ve Temmuz 2015’te Başbakan Narendra Modi tarafından açıklanmıştır (Gupta ve diğerleri, 2020: 147).

Japonya: Dünyada nüfusu en hızlı yaşlanan toplum olan Japonların endüstriyel seviyelerini sürdürmeleri zorlaşmaktadır (Ferrer, 2018). “Innovation 25” isimli (Stăncioiu, 2017: 74) projenin ilk toplantısı Ekim 2006’da yapılmış ve “daha uygun, rahat ve güvenli bir hayat” olarak tanımlanan (Japankantai.go, 2021) proje Başbakan Shinzo Abe tarafından Şubat 2007’de açıklanmıştır (Ferrer, 2018). (1) Küresel öneme sahip çevre ve enerji sorunlarını geliştirmiş Japon teknolojilerinin yatırımlarından yararlanarak çözmek; (2) bir sonraki nesle yatırım yapılması ve (3) üniversite sisteminde reform yapılması, projenin üç politikası olarak belirlenmiştir (Kurokawa, 2007: 6).

1.1.5. Türkiye ve Dördüncü Sanayi Devrimi

Türkiye’de ise çalışmalarına 2016’daki “Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu’nun” 29. Toplantısında Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile birlikte TÜBİTAK’ın görevleri belirlenerek başlayan “Milli Teknoloji Hamlesi ve Dijital Türkiye” hareket 24 Ocak 2019’da Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan tarafından açıklanmıştır (CBDDO, 2019). Bu kapsamda TÜBİTAK tarafından teknolojik Ar-Ge desteği almış yaklaşık 1000 işletmeye anket uygulanmış, farkındalık oranı %22, dijital olgunluk seviyesi endüstri 2 ile 3 arasında olarak belirlenen sanayimizin dünyadaki seviyeyi yakalayıp geçebilmesi için 10 teknolojik hedef belirlenmiştir (TÜBİTAK, 2016: 3-4). Mülakat ve anketler aracılığı ile (Özçelik ve diğerleri, 2019: 4) bir işletmenin belirlenmiş bir hedefle ilgili sürecini ya da olgunluğunu (Schumacher ve diğerleri, 2016: 162) değerlendirmek amacıyla çeşitli kıstas ve seviyelerden (çogunlukla beş seviye) oluşan araçlardan oluşan (Baki ve Serdar, 2020: 768) dijital olgunluk seviyesinin yanı sıra Acatech 2020 yılında revize ettiği “Endüstri 4.0 Olgunluk Endeksi” raporunda her işletmenin dört temel alanı için 6 gelişme basamağı belirlemiştir (Schuh ve diğerleri, 2020).

“Dijitalleşme seviyesi”, dijital dönüşüm ve dördüncü sanayi devrimi olgunluğu için en uygun ölçüttür (Caiado ve diğerleri, 2021: 2).

Dünya Ekonomik Forumu'nun hazırladığı Küresel Bilgi Teknolojisi Raporunun 2016 verilerine göre, Türkiye tüm alt bileşenler ve indeksler bazında 139 ülke arasında 48. sıradadır. Bu raporun Türkiye ile ilgili yorum kısmında iş ve yenilik ortamı açısından sıralamanın en üstteki üçte birde olduğu ve bunun ileriye doğru ivme kazanma ve sıçrama yapabilmede iyi bir temel teşkil edeceği belirtilmiştir (Fırat S. ve Fırat O., 2017a: 18).

“2019 Küresel Rekabet Gücü Raporu”nda bilgi ve iletişim teknolojilerine uyum konusunda geçen seneye göre 4,3 puan artarak 141 ülke arasında 69. sırada (WEF, 2019: 20) yer alan Türkiye, bilimsel yayında 36., patent başvurusunda 50. ve Ar-Ge harcamalarının GSYH'ya oranı konusunda da 40. sırada yer almaktadır (WEF, 2019:565).

Soyak'a göre (2017: 78) telekomünikasyon sanayinde içsel teknolojik yetenek geliştirme potansiyelini yanlış özelleştirme politikalarıyla kaybederek üçüncü sanayi devriminin gerisinde kalan Türkiye için en önemli nokta eğitim anlayışının değişmesidir. OECD ülkeler arasında Çin, Güney Kore, Japonya gibi ülkelerin ilk beşte yer aldığı, üç yılda bir yapılan PISA 2012 sonuçlarına göre, sondan üçüncü olan Türkiye (Genç, 2018: 242) 2018 sonuçlarında ise 77 ülke arasında 40. sıraya çıkmıştır (TCMEB, 2019: 38). Sener ve Elevli (2017:36) çalışmalarında ülkemizin dördüncü sanayinin gerisinde kalmaması için bir “Akademi Endüstri 4.0” kurulmasını ve bunun nasıl uygulanacağını açıklamışlardır

Coğrafi konumu ve üretim maliyet indeksi nedeniyle avantajlı olan Türkiye (TÜSİAD, 2016: 36) sensör üretimine önem vererek rakip ülkelere bir fark yaratabilir (Koca, 2018: 250). Türkiye, Almanya ve Çin ile beraber iş eğitimi ve staj konusunda birlikte çalışabilir ve devlet özel sektöre Ar-Ge maliyetleri için teşvik vererek (Genç, 2018: 241-242) “inovasyon teşvik mekanizmaları” tesis edebilir (Soyak, 2017: 80).

McKinsey'ye göre (2020: 35-37) Türkiye’de önümüzdeki on yıl içinde sosyal ve teknolojik bilgilere sahip işçi talebi artacak ve özellikle imalat sektöründe teknolojik bilgiye sahip işçi talebi %75’in üzerinde olacaktır.

1.2. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN UNSURLARI

Çalışmanın bu bölümünde TÜSİAD'ın BCG (2016: 25) ile birlikte hazırladığı “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0” isimli raporunda belirttiği dördüncü sanayi devrimin unsurları; akıllı/özerk robotlar, simülasyon, yatay ve dikey yazılım entegrasyonu, nesnelerin interneti (IoT), siber güvenlik, bulut bilişim, eklemeli üretim/3 boyutlu (3D) yazıcılar, artırılmış gerçeklik ve büyük veri (Şekil-4) dikkate alınmıştır. Dokuz unsur ve bunların oluşturduğu diğer unsurlar aşağıda detaylandırılmıştır.

Şekil 4: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurları



Kaynak: Roche, 2019'den Türkçeleştirilmiştir.

1.2.1. Akıllı/Özerk Robotlar

Endüstride “ultimate” isimli, 1961 senesinde General Motors’da baskı işlemlerinde kullanılan ilk robot, insan faktörüne bağlı çalışmaktaydı (Özsoylu, 2017: 54). Servis ve endüstriyel olarak iki gruba ayırabileceğimiz (Fırat S. ve Fırat O., 2017b: 217) robotların endüstriyel olanlarının 2018’de 2,44 milyona ulaşan sayısının Uluslararası Robot Federasyonu (IFR) tarafından 2022’de 4 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (IFR, 2019: 12). Ancak COVID-19 ile yaşanan Covid-19 pandemisinde IFR 2020 yılındaki raporunda önümüzdeki

yıllar için endüstriyel robot sayı tahminlerde bulunmamış ve 2021 senesinin iyileşme senesi olacağını bazı ülkelerde iyileşme sürecinin 2023'e kadar sürebileceği belirtilmiştir (IFR, 2020: 20). Robotların en çok kullanıldığı endüstriler otomotiv ve elektrik/elektronik iken, en yoğun kullanıldığı ülke Singapur'dur (IFR, 2020: 14-17). 2011 senesinde sanayide 10.000 kişiye düşen robot yoğunluğunun dünya ortalaması 50 iken 2018 senesinde bu sayı 99'a (IFR, 2019: 16) 2019 senesinde de 113'e çıkmıştır (IFR, 2020: 17).

1.2.2. Simülasyon

Siemens bir donanım üreticisiyle birlikte işleme süreci hazırlanma süresini %80 azaltan sanal bir makine geliştirmiştir ki bu makine verilerini fiziksel makinelerden toplayarak parçaların işlenmesini simüle etmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016: 27). Uzay bilimleri ve havacılık gibi karmaşık ve teknoloji yoğun ürünlerde gerçek hayatta hem maliyetli hem tehlikeli veya zor olan denemeler, sanal âlemde bir kopyası yani dijital ikizi yaratılarak kolay ve ucuz şekilde test edilmesi imkânı sağlayan (Nuroğlu H. ve Nuroğlu E., 2018b: 333) simülasyon teknolojisinin önemli noktaları; tekrarlanabilirlik, hassasiyet ve geçerliliktir (Zhang ve diğerleri, 2017: 154).

1.2.3. Yatay ve Dikey Entegrasyon

Sistemler üretken akış içinde bir bütün olarak analiz edildiği için dördüncü sanayi devrimi vizyonunu gerçeğe dönüştürmek ve hedefe ulaşmak için atılacak ilk adımdır (Paschou ve diğerleri, 2018: 150). Kendi kendine üretim yapmak için ürünlerin tüm makineler ve diğer fonksiyonlarla iletişime geçmesi (Bakan ve Şekkeli, 2018: 24), işletme içinde universal veri entegrasyon ağlarının geliştirilmesi ile işletmelerin, ünitelerin, mevkilerin birlikte daha uyumlu çalışması (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1682) olarak tanımlayabileceğimiz yatay ve dikey sistem entegrasyonu; servislerin ve nesnelerin internetine uygulanmıştır (Stock ve Seliger, 2016: 537). Özsoylu'ya göre (2017: 60) uygulayan işletmelerde müşteri şikâyetleri ve öneri/talepleri hızlıca

değerlendirilebileceği için özellikle kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşacak, verimlilik ve hız artacaktır.

1.2.4. Nesnelerin İnterneti (IoT)

İnternet başlardaki kullanımı dijital ortamda bilgiye ulaşılması ve bu bilginin aktarımıyken şimdilerde bilginin insan müdahalesi olmadan (Öğünç, 2018: 1654) nesnelerin interneti ağına bilgi toplama cihazları olan sensörler yardımıyla nesnelerin işlerini kendilerinin yönetmesi söz konusudur (Soylu, 2018: 46).

Cambridge üniversitesindeki bir grup araştırmacının kahvenin durumunu bilebilmeleri için kahve makinesine taktıkları kamera ile bilgisayarlarına gelen periyodik görüntü ile 1991’de kullanılmaya başlanan (López-De-Armentia ve diğerleri, 2012: 869) nesnelerin interneti, kavram olarak ilk defa Kevin Ashton’un 1999’da yaptığı bir konuşmada kullanılmıştır (Ashton, 2009: 1).

Nesnelerin interneti; herhangi bir zaman ve mekânda (Özkan ve diğerleri, 2018:12) günlük hayattaki nesnelerin (Toker, 2018: 54) yerel bir ağa veya internete bağlı (Bulut ve Akçacı, 2017: 55) değişik yerlerden verilerin toplanabilmesi, arttırılabilmesi ve düzenlenebilmesini anlatan (Alçın, 2016: 25) çeşitli platformların mümkün kıldığı (Tutar ve diğerleri, 2018: 200) teknolojik bir kavramdır (Bakan ve Şekkeli, 2018: 21).

İnternet ve birbirlerine bağlı nesnelerin sayısı ile ilgili yapılan ileri tarihli tahminlerin (Evans, 2011: 3) gerçekçi olmadığını Kasım 2020’de yayımlanan “Hücresel Nesnelerin İnterneti Bağlantısı ve Düşük Güçlü Geniş Alan Ağı Piyasa Takipçisi 2010-2025 (2020 4. Çeyrek güncel)” “Celluar IoT Connectivity and LPWA Market Tracker 2010-2025 (Q4/2020 update)” raporu göstermektedir. 2020 için 50 milyar nesnenin internete ve birbirine bağlı olacağı tahmin edilirken, Covid-19 pandemisi döneminde nesnelerin interneti piyasasında büyüme devam ettiği halde bu tahmin 21,7 milyar nesne olarak revize edilmiştir. Bu nesnelerin %54’ünü akıllı ev cihazları, birbirine bağlanabilen sanayi ekipmanları vb gibi sadece internete değil birbirine de bağlanabilen cihazlar oluşturmaktadır. IoT Analytics işletmesinin 2025 tahmini %75’i birbirine bağlı

cihazlar olmak üzere toplam 41,2 milyar cihazın internete ve birbirine aktif bağlı olacağı yönündedir (Lueth, 2020: 1).

Ekonomik potansiyeliyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılan nesnelerin internetinin ekonomik açıdan 2025 yılında dünya ekonomisinin %11'ine ulaşılacağı tahmin edilmektedir (Tsiatsis ve diğerleri, 2019: 4).

1.2.5. Siber Güvenlik

Hala birbirlerine bağlı olmayan yönetim ve üretim sistemleri kullanan birçok işletmenin (TÜSİAD ve BCG, 2016: 28), üretimdeki her yerin birbiriyle emniyetli bilgi alış verişi yapabilmesi, farklı tesislerin iletişime geçebilmesi, aktarılan verilerin güvenliğinin sağlanması, üretimde optimizasyonun temel anahtarlarından (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1683). Kurumsal bilgi güvenliğini korumak için var olan teknolojiler endüstriyel uygulamaların güvenlik ve emniyetini sağlamada yetersiz kalabilir (Xu ve diğerleri, 2018: 2954). 2019 yılında küresel IoT için kötücül yazılım %5 artarak 34,3 milyon saldırı olmuş, bir sanayi çalışmasına göre de 2023 yılında küresel IoT siber güvenlik pazarı 35,2 milyon doları geçecektir (Sonicwall, 2020: 34). İşletmelerin siber sigorta konusunu benimsemesinde önemli bir artış yaşanırken diğer önemli güvenlik iyileştirmelerinin yokluğu organizasyonlarda sınırlı risk azalımı sağlayabilir (Maurer ve diğerleri, 2021: 29).

Ayrıca büyük veri ve bulut bilişim gibi unsurların yaygınlaşmasıyla artan veri güvenliği ihtiyacı olarak tanımlayabileceğimiz siber güvenlik (Nuroğlu H. ve Nuroğlu E., 2018b: 335) sadece siber uzayın kendisinin korunması değil, siber uzayın fonksiyonlarının ve siber uzay vasıtasıyla ulaşılacak değerlerin de korunmasıdır (Von Solms ve Van Niekerk, 2013: 101).

1.2.6. Bulut Bilişim

İlk defa Google ve IBM işbirliğinin açıklamasında kullanılan bulut bilişimin (Lohr, 2007) yaygınlaşması kitle iletişim araçları sayesinde olmuştur (Dubey ve Jain, 2014: 43).

Bulut bilişim, durmaksızın üretilen büyük verinin sabit diskler yerine online tabanlı platformlara depolanmasını sağlar (Nuroğlu H. ve Nuroğlu E., 2018b: 335), işletme içi bilişim teknoloji uzmanlığı ihtiyacını azaltır (UNCTAD, 2019: 7) ve hizmetlerin güvenilirliğini artırır (Schuldt ve diğerleri, 2010: 308).

Mekân ve cihaz ayırt etmeksizin istenildiği zaman veriye ulaşma, veriyi aktarma ve paylaşmanın hem hızlı hem de basit olmasını sağlayan bulut bilişim, en yenilikçi teknolojilerden biridir (Demirkaya ve Sarpel, 2018: 239). Önceden yapılmış büyük yatırımlara gerek olmadan hizmet ve altyapılara hızlı erişim sağlaması bulut bilişimin en tipik avantajlarından biridir (Gomez ve diğerleri, 2015: 5). Bilgiyi üreten ve tüketenin aynı fiziksel çevrede olma gerekliliği bulunmamaktadır (Vemula ve Zsifkovits, 2016: 230).

“NIST (National Institute of Standards and Technology)” bulut bilişimin ana niteliklerini; talep edildiğinde kendine hizmet eden, geniş şebeke erişimi, kaynak havuzu, hızlı elastikiyet ve ölçülü hizmet olarak sıralamıştır. “Yazılım hizmeti (SaaS)”, “platform hizmeti (PaaS)” ve “altyapı hizmeti (IaaS)” bulut bilişimin ana servis modelleridir ve bulut altyapısı özel, genel, topluluk ve hibrit dağıtım modelleri ile sağlanır (Mell ve Grance, 2011: 6).

Türkiye’deki, yarısının bulut bilişimi kullandığı, on lojistik işletmesiyle yapılan görüşmelerde; bulut bilişim kullanım nedenlerinin başında maliyeti düşürmek ve sürekli değişen teknoloji gereksinimleriyle yarışabilmek yer alırken bulut bilişimin kullanılmama nedenleri olarak da mahremiyet ve veri mülkiyetine verilen önem gösterilmektedir (Aktepe ve Saatçioğlu, 2017: 16).

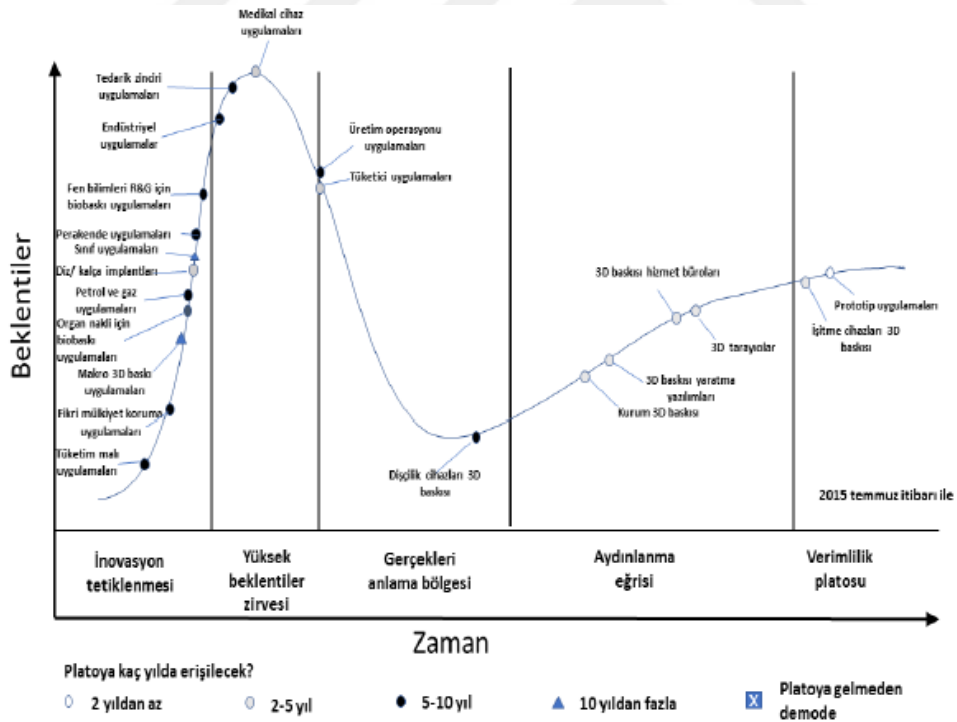
1.2.7. 3 Boyutlu (3D) Yazıcılar

İlk olarak 1984 yılında kullanılan ve uzun süre hak ettiği ilgiyi göremeyen (Tutar ve diğerleri, 2018: 200), en, boy ve yükseklik içeren üç boyutlu tasarım ve üretim (Ünal ve Saygılı, 2019: 5) olarak adlandırabileceğimiz bu teknoloji, Akyüz’e göre, (2019: 126) fazla üreterek maliyeti düşürmeye gerek kalmadan az üreterek maliyetin düşürülmesine imkân sağlayacaktır. Ürün fiyatının üretimden önce hesaplanabileceği (Turan ve Şahin, 2018: 99) esnek, düşük maliyet ve stoksuz üretim sistemlerini destekleyen bu yöntemle yazılım sayesinde eritilmiş

çok ince tabakalardan oluşan malzemeler birbirinin üstüne gelecek şekilde yerleştirilerek fiziksel bir nesne oluşturulur (Soylu, 2018:46). Hiçbir delme, kesme ve zımparalama işlemi gerektirmeden karmaşık yapıdaki nesneler de kolaylıkla üretilebilir (Taşkın ve Çallı, 2015: 2).

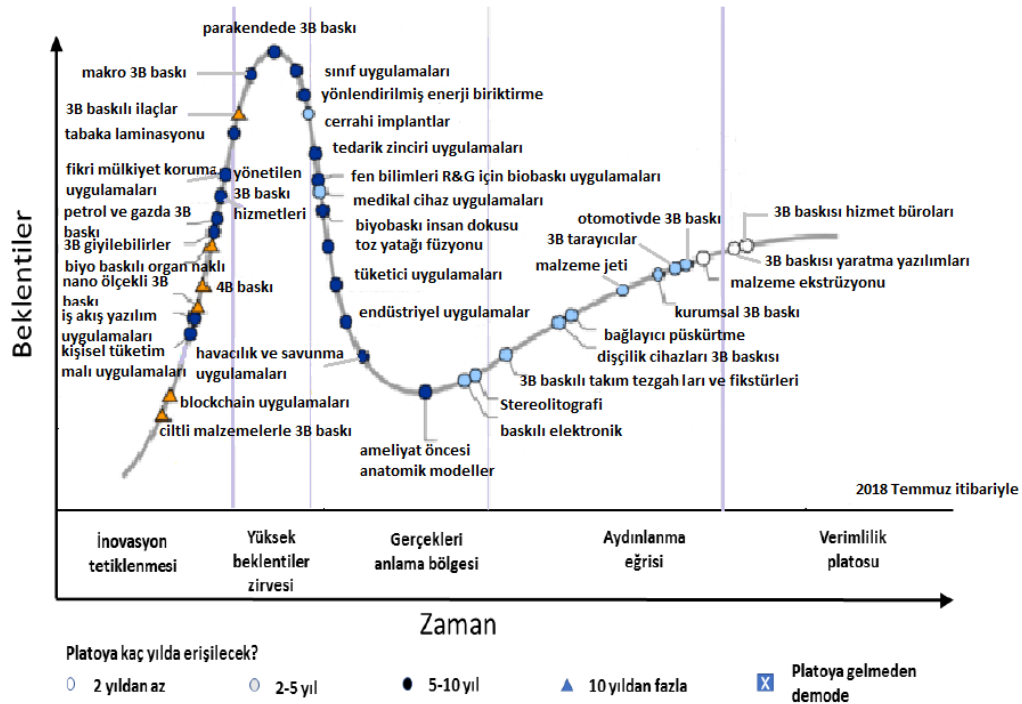
Talebi üzerine müşteriye en yakın yerde ve kişiye özel üretim yapabilme olanağı sağlayan (Akyüz, 2019: 124) bu yazıcılar yardımıyla tüketici üretici olabilecek, işçi ve aracı masrafı ortadan kalkacaktır (Özsoylu, 2017: 55). Gartner Grup'un 2015'de yayınladığı üç boyutlu baskı teknolojisi için teknoloji ilerleme eğrisine göre (Şekil 5) bu teknoloji için lojistik ve global tedarik zincirinde güçlü beklentiler vardır ve uygulamanın asıl verimlilik etkilerinin gerçek anlamıyla henüz görülemediği değerlendirilmektedir (Basiliere ve Shanler, 2015; Akyüz, 2019: 122).

Şekil 5: 3B Teknoloji İlerleme Eğrisi (2015)



Kaynak: Akyüz, 2019: 121

Ancak aynı eğrinin 2019 yılı verilerine göre (Şekil 6) de tedarik zincirinde 3 boyutlu baskı yüksek beklenti zirvesinden çıkıp gerçekleri anlama bölgesine girmiş bunun yanı sıra da 4 boyutlu baskı pazara girmiştir (Basiliere ve Shanler, 2019). Dördüncü boyutun “zaman” olduğu bu yazıcılarda, fiziksel nesneler üretildikten sonra biçim ve işlev değiştirme kabiliyetine sahip programlanabilen malzeme kullanılmaktadır (Ünal ve Saygılı, 2019: 5).



1.2.8. Arttırılmış Gerçeklik

diğerleri, 2013: 38) gerçek dünyada sanal nesnelerle etkileşime girilebilen bir uygulamadır (Yılmaz ve Duman, 2019a: 3). Arttırılmış gerçeklik, reel dünyayı sanal verilerle gerçek zamanlı ve etkileşimli bir şekilde zenginleştirmeye odaklanmayı amaçlandığı (Demirkaya ve Sarpel, 2018: 238) akıllı bileşen modelleri, değer ağı üzerinden üretim işlemlerinin tahmini ve optimizasyonu için paha biçilmez fırsatlar sunar (Ghobakhloo, 2020: 3). 2018’de yapılan bir çalışmada 3,5 milyar dolar olan arttırılmış gerçeklik pazarının 2025 yılında 200 milyar dolara çıkacağı tahmin edilmektedir (Rejeb ve diğerleri, 2020: 1).

1.2.9. Büyük Veri

Büyük veri ilk olarak 1997 yılında IEEE’nin 8. Konferansında Cox ve Ellsworth (1997: 235) tarafından dile getirilmiş (Li ve diğerleri, 2015: 669; Tiwari ve diğerleri, 2018: 319) ancak yaygın kullanımı 2010’lu yıllarda olmuştur (Gandomi ve Haider, 2015: 138). Sosyal medya, internet ve sensörler gibi değişik kaynaklardan elde edilerek (Öğünç, 2018: 1653) dijital hale gelen veriyi toplayan ve bunların kullanılabilir hale getirilmesine olanak sağlayan bir sistemdir (İyigün, 2019: 96). IoT tarafından üretilen büyük veriler genellikle yarı yapılandırılmış ya da yapılandırılmamıştır (Addo-Tenkorang ve Helo, 2016: 536). Büyük verinin faydaları arasında;

- 1-sensörler aracılığıyla her noktadan eş zamanlı toplanan verinin analiz edilmesi
- 2-analizlerin değerlendirilmesi sonucunda üretim süreçleriyle birlikte ürün kalitesinin de iyileştirmesi (Nuroğlu H. ve Nuroğlu E., 2018b: 335)
- 3-daha hızlı ve iyi karar verme becerisi kazandırması
- 4-risklerin daha iyi yönetilip, yenilikçi atılımlara cesaret edebilmelerini (Özsoylu, 2017: 51)
- 5-satışlarda artış ve yeni ürün geliştirmede artan etkinlik (Altunışık, 2015: 58) sayılabilir.

Büyük veri analizi yüksek işlevsel ve stratejik potansiyelinden dolayı iş etkinliğinin ve verimini iyileşmesini sağlayan oyun değiştirici olarak kabul edilse de (Wamba ve diğerleri, 2017: 357) stratejik büyük veri uygulamalarının

maliyet-fayda analizlerinde tüm işletmeler için değer sağlayıp sağlamadıkları henüz netleşmemiştir (Richey ve diğerleri, 2016: 732).

Gartner'ın raporundan (Laney, 2001: 1) hareketle birçok bilim insanı büyük veriyi üç (3V) özellik ile yani hacim (volume), hız (velocity) ve çeşitlilik (variety) ile tanımlamışken sonraları IBM tarafından (Gandomi ve Haider, 2015: 139) dördüncü V yani gerçeklik (veracity) (Bag, 2016: 2) ve daha sonra da Oracle tarafından (Gandomi ve Haider, 2015: 139) değer (value) eklenerek 5V (Tiwari ve diğerleri, 2018: 319) olmuştur. Veri analizi büyük verinin gerçek değerini gösterdiğinden gerçeklik (veracity) ve değer (value) özellikle önemlidir (Ivanov ve diğerleri, 2018: 831).

1.2.10. Diğer Unsurlar

Bu dokuz unsurun oluşturduğu diğer unsurlardan üçü aşağıda detaylandırılmıştır.

Siber Fiziksel Sistemler (CPS): Geniş sayısal kavramaya dayanan geri bildirim kontrol modelleridir. Dördüncü sanayi devrimi, üretim düzenleri içinde karar sürecini yardımcı olmak, veya bütün üretim düzeni süresince fiziksel ve sayısal teknolojilerin bir birleşimini yapmak için siber-fiziksel sistemlerin geliştirilmesine ve tatbikine ihtiyaç duyulan ilişkili teknolojilere odaklanır (Toker, 2018: 54).

Bu kavram ilk kez Amerika'da fiziksel süreçlerle ölçümlemenin birleştirilmesi olarak tanımlayan (Lee, 2008: 1) Edward Lee tarafından 2006 yılında kullanılmıştır (Yılmaz ve Duman, 2019b: 195). CPS'nin son gayesi "akıllı izleme" ve "akıllı kontrol" e ulaşmaktır (Alçın, 2016: 22).

İmalat sisteminde akıllı çapraz bağlantılar kendi kendini organize eden ve merkezileşmemiş siber fiziksel sistemler tarafından gerçekleştirilir. Siber fiziksel sistemler birbirleriyle bağlantılıdır ve kendi içlerinde bulut gibi sanal ağlar yoluyla gerçek zamanlı veri değişimi yaparlar (Stock ve Seliger, 2016: 537).

İlk olarak Volvo Kamyonlarında üretim süreçlerinde takibi kolaylaştırıcı bir araç olarak kullanmaya başlanan radyo frekans kimlik sistemi (RFID) (Alçın,

2016: 25) ilk nesil siber fiziksel sistemlerdir. İkinci nesil CPS'ler kısıtlı fonksiyon aralıklı sensör ve çalıştırıcılarla donatılmıştı, üçüncü nesil CPS'ler ağa uyumlu birçok sensör ve çalıştırıcı ile donatılmış ve veriyi biriktirip analiz edebiliyorlardı (Hermann ve diğerleri, 2016: 3929).

Akıllı Fabrikalar: Geleneksel üretim modelleri ile kıyaslandığında önemli nispette kalite, süre, hammadde ve maliyet avantajı sağlayan (Soylu, 2018:47) akıllı fabrikalar; akıllı ürün ile değer yaratmak için kullanılan gömülü siber fiziksel sistemlerin veri değiş tokuş etmesini ve akıllı ürünün merkezi olmayan bir şekilde gerekli üretim süreçlerini ve fabrika genelindeki akışını kendi kendine organize etmesini sağlar (Stock ve Seliger, 2016: 538).

Karanlık/akıllı fabrikalar ilk olarak 1980'li yıllarda konu edilmeye başlanmış ancak gerçek anlamda ilk karanlık fabrika Çin'in Dongguan şehrinde yer almıştır. İlk yıllarda 650 kişi çalışırken sonrasında bu sayı 60'a düşürülmüştür. İnsan gücünün %90'ını makinelerle değiştirmiş olan işletmenin üretkenliği %250 artmış aynı zamanda arızalarda %80 oranında azalma yaşanmıştır (Gökten, 2018: 890).

TÜSİAD, Deloitte, Samsung ve GFK'nın birlikte yaptığı araştırmada işletmelerin Sanayi 4.0 sürecinde dijitalleşmeye gitme konusundaki en büyük motivasyonlarının, verimlilik ve maliyet avantajı yaratmak olduğu ortaya çıkmıştır (Soyak, 2017: 80). Tekin (2018: 253) yerli ve yabancı basın haberlerini tarayarak bir örneklem belirlemiş ve bu örneklemdeki işletmelerde teknoloji kullanımı ve işletme avantajı ölçütlerinden var olanları bir tablo haline getirmiştir. Buna göre en çok uygulanan beş teknoloji; nesnelerin interneti, 3 boyutlu (3D) yazıcı, büyük veri, artırılmış gerçeklik ve akıllı fabrikadır. İşletmeye kazandırdığı faydalardan ilk beşi ise; verimlilik artışı, etkin tedarik zinciri, sürdürülebilir-hızlı-esnek üretim, farklı ve kaliteli üretim ve hızlı prototipleme olarak belirlenmiştir.

Geleceğin üretim sanayisi veri kullanımını daha iyi yapma ihtiyacındadır. Düşük seviye veri kullanışlı bilgiye çevrilmeli ve akıllı servisler karar vermeyi desteklemelidir. Ayrıca geleceğin üretim sistemleri üretken, esnek, rekabetçi, sürdürülebilir ve güvenli olmalıdır. Malzeme, sermaye ve enerji israfını azaltacak şekilde tasarlanmalıdır (Theorin ve diğerleri, 2017: 1297).

Blokszincir (Blockchain): Blok zincir sisteminin ilk para birimi 2009 senesinde Bitcoin ile ortaya çıktı (Betti ve diğerleri, 2020: 114). Kurucusu Satoshi Nakamoto Bitcoin'i, güvene dayanmadan elektronik işlemler için bir güçlü sahiplik kontrolü sağlayan dijital imzalı sikkeler olarak tanımlamıştır (Nakamoto, 2008). Blok zincirde akıllı sözleşmeler oluşturmak için ilk platform olan Ethereum, aynı zamanda büyük bir topluluktan yararlanılarak akıllı sözleşmelerle nasıl başa çıkılacağına kolayca bulunabileceği açık bir kaynaktır (Betti ve diğerleri, 2019: 26).

1.3. İŞLETMELER, EKONOMİK FAALİYETLER VE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN YARATTIĞI DEĞİŞİM

1.3.1. İşletmeler

“Tarım, sanayi, ticaret, bankacılık vb. iş alanlarında, kar amacıyla bir sermaye yatırılarak kurulan kurum” (TDK, 2021) olarak tanımlanan işletmeler hukuki yapılarına ve büyüklüklerine göre sınıflandırılmıştır. İşletmelerin hukuki yapılarına göre sınıflandırılması;

- “Tek kişi işletmeleri”
- “Şirketler (ortaklıklar)”
- “Kooperatifler”
- “Dernek ve vakıfların iktisadi işletmesi” şeklindedir (Uzun, 2019:

103; Kutlu, 2021).

İşletmelerin büyüklüklerine göre sınıflandırılması ise;

- “Mikro işletmeler: Çalışan sayısı < 10”
- “Küçük işletmeler: Çalışan sayısı < 50”
- “Orta büyüklükteki işletmeler: Çalışan sayısı < 250”
- “Büyük işletmeler: Çalışan sayısı > 250” şeklindedir (Bayülken,

2017: 6; Uzun, 2019: 103-104)

1.3.2. Ekonomik Faaliyetler

Bazı kaynaklarda ekonomik faaliyetlerin birincil (tarım) ikincil (sanayi) ve hizmet olmak üzere klasik iktisatçılar tarafından (Şişman, 2015: 3; Koç, 2019:90) üçe ayrıldığı belirtilmiştir. Ancak çoğu kaynak Fisher (1935: 25-28) ve Clark (1940: 7) birbirlerinden bağımsız olarak üç sektör hipotezini ekonomik büyüme için ortaya koyduğunu belirtmektedir (Schettkat ve Yocarini, 2003: 7; Maddison, 2004: 20; Armağan, 2014:1; Şahin ve diğerleri, 2018: 240). Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri dolayısıyla gelir düzeyleri, arttıkça kaynaklar ağırlıklı hizmet sektörüne tahsis edilir (Schettkat ve Yocarini, 2003: 7; Koç, 2019: 90).

Hizmet sektörünün yıllar içinde çeşitlenmesi ile birlikte bazı yazarlar; bilimsel araştırmacılar, yeni yazılım tasarlayanlar gibi yaratıcı faaliyetleri içeren bir dördüncü sektörü ekonomik faaliyet kollarına dâhil ettiler. Bazı yazarlar da üst düzey karar alıcı faaliyetleri içeren beşinci bir sektör eklemişlerdir (Şahin ve diğerleri, 2018: 246).

McKinsey&Co. (2020: 19) raporuna göre sektörsel otomasyon potansiyeli sıralamasında; ilk sırada %65 ile imalat, ikinci sırada %61 madencilik ve üçüncü sırada %56 ile tarım sektörü yer almaktadır.

1.3.2.1. Birincil Sektör (Tarım Sektörü)

Birincil üretim aşamasında iyileştirmeler ilkel, bilim yavaş insanlar fakir ve sermaye elde etmek zordur (Clark, 1940: 26). Ürün doğrudan doğal kaynaklardan sağlanır (Şahin ve diğerleri, 2018: 244) ve gelişmekte olan ülkelerde baskın sektördür (Armağan, 2014: 1). Teknoloji gerekli seviyede olmadığından kas gücüne dayalı (fikir.gen.tr, 2018) tarım, ormancılık, balıkçılık gibi faaliyetleri kapsamaktadır (Ligade ve Veer, 2017: 9). Bu sektörde çalışanlar kırmızı yakalı çalışan olarak ifade edilir. Birincil sektörde ekonomik örgütlenmede en önemli pay sahibi kooperatiflere (Yercan, 2007: 21) üreticilerin ortak olmalarının gayesi, ekonomik haklarını korumak ve birleşerek daha fazla kazanmaktır (Doğan ve Kavruk, 2016: 630). TCMB (2020) verilerine göre

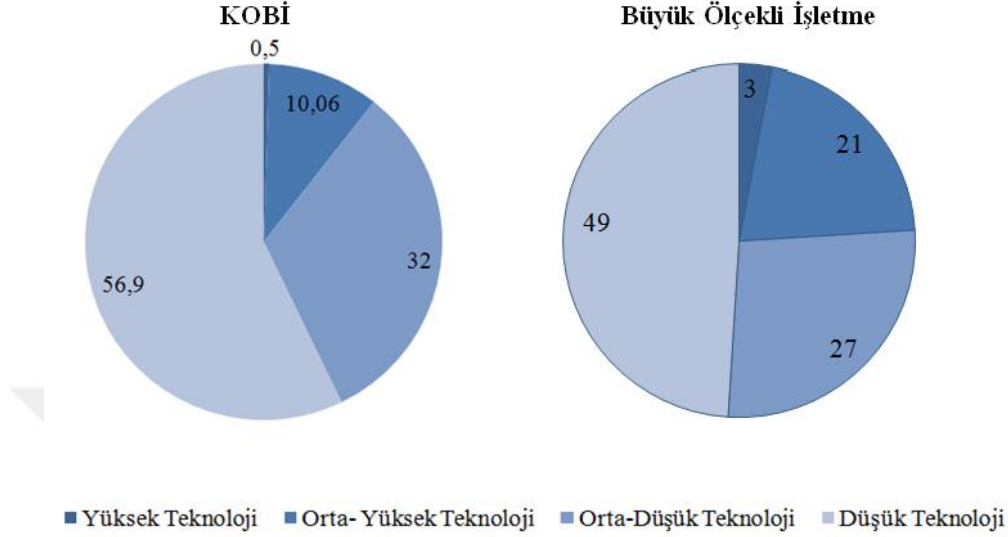
Türkiye’de birincil sektörde faaliyet gösteren 10.270 işletmenin %73,6’sı çalışan sayısı bakımından mikro işletme kapsamındadır.

1.3.2.2. İkincil Sektör (Sanayi Sektörü)

Üretilen mallardan yeni ürünlerin üretildiği (Şahin ve diğerleri, 2018: 244) sanayi sektörü dünya gayri safi yurtiçi hâsılasının yaklaşık %26’sını oluşturmaktadır (WB, 2019). Gelişmekte olan ülkelerde baskın sektör olan sanayide (Armağan, 2014: 1) bedensel güç gerektiren vasıfsız işlerde mavi yakalılar ve beden yerine zihin gücüne dayalı daha eğitim gerektiren işlerde de beyaz yakalı çalışanlar yer almaktadır (Dereköylü, 2017: 75-78).

Üretimin evrimine bakacak olursak geçmişte iletişim analog yapılırken bugün internet ya da intranet üzerinden yapılmakta, gelecekte ise “nesnelerin interneti (IoT)” ve “siber fiziksel sistemler” ile iletişim sağlanacaktır. Bugün yalın üretim olan kavram gelecekte akıllı fabrikaya dönüşecektir (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017: 469). Dolayısıyla özellikle mavi yakalı ve bazı beyaz yakalıların istihdamı azalacaktır (Asiltürk, 2018: 538). Robert E. Kelly tarafından 1985’de kullanılan altın yakalı çalışanlar (Jemielniak, 2012: 58) eğitim düzeyi yüksek, vasıflı ve uzmanların oluşturduğu “bilgi işçisi” olarak da bilinirler ve esnek örgütlenmeye açık, rutin işlerden hoşlanmayan bir çalışan profili sergilerler (Keser, 2005: 372). TCMB (2020) verilerine göre Türkiye’de bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin yaklaşık %98’ini KOBİ’ler %2 kadarını da büyük işletmeler oluşturmalarına karşın istihdam olarak ikincil sektörde çalışanların % 57’si KOBİ’lerde % 43’ü de büyük işletmelerde çalışmaktadır. İkincil sektörün imalat sanayinde KOBİ ve büyük ölçekli işletmelerin teknoloji düzeylerinin karşılaştırıldığı Şekil 7’de de belirtildiği gibi Türkiye’de büyük ölçekli işletmelerde yüksek teknoloji kullanım oranı %3 iken bu oran KOBİ’lerde sadece %0.5’tir. Ayrıca 2019 senesinde büyük ölçekli işletmelerdeki patent tescil sayısı (1071) KOBİ’lerin (325) üç katından fazladır (TÜİK, 2020b).

Şekil 7: İmalat Sanayinde KOBİ ve büyük ölçekli işletmelerin teknoloji düzeylerine göre yüzde oranları (2019)



Kaynak: TÜİK, 2020b

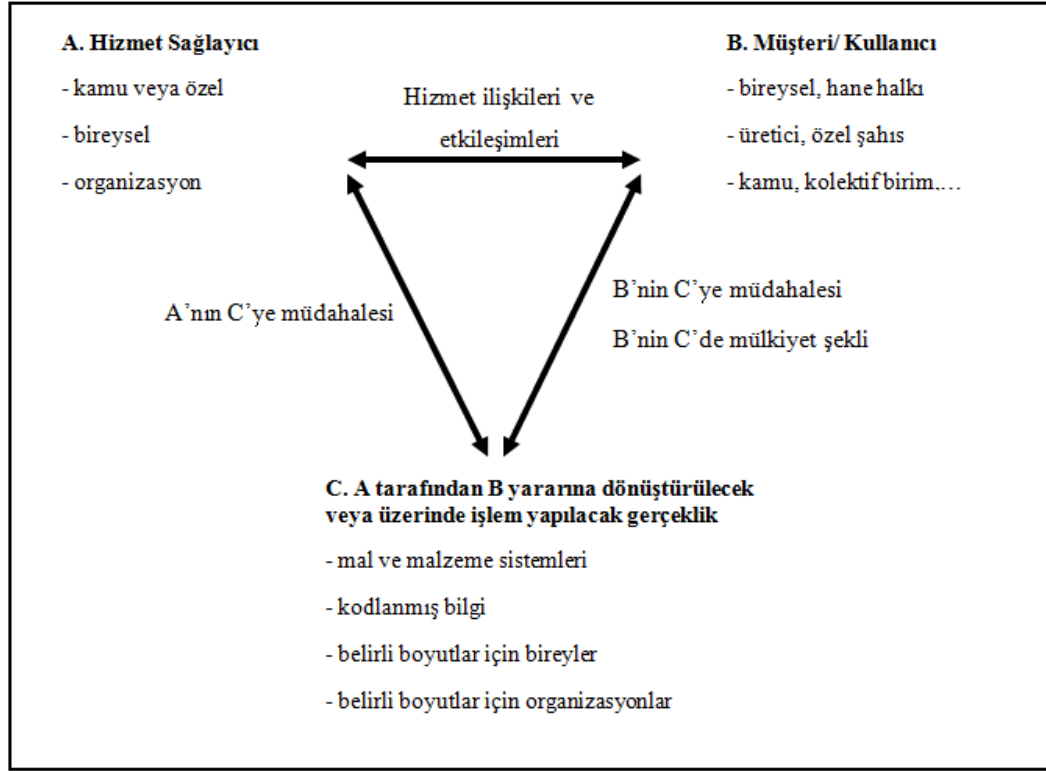
1.3.2.3. Hizmet Sektörü

Hizmet faaliyetleri; “üretici”, “tüketici” ve “kamu hizmetleri” olarak üç kategoriye bölünmüş ve bu sınıflandırma OECD ve Dünya Bankası tarafından da kabul edilmiştir. Bilgi işlem teknolojilerinin gelişimiyle birlikte özellikle üretici hizmet faaliyetleri birçok iş bölünmesi yaşamıştır. Hizmet sektöründe ana kıstas somut ürün üretememesidir (Şahin ve diğerleri, 2018: 241).

Colin Clark ve Allan Fisher hizmet sektörünün ekonomik kalkınma ve büyümeye etkisi üzerinde durmaları sayesinde hizmet sektörü gerçek anlamını kazanmıştır (Koç, 2019: 90). 1960’lardan sonra alt ve orta sınıfın gelirinin artması ile hizmete olan talep artmıştır (Şahin ve diğerleri, 2018: 240).

Hizmet sektörünün tanımını ilk kez, iktisadın kurucusu olarak nitelendirilen (Birol ve Gencer, 2014: 262) Adam Smith 1776’da “üretken olmayan emek” olarak yapmışken en geniş tanımı ise Gadrey 2002’de (Şekil 8) bir üçgen model kullanarak yapmıştır (Şahin ve diğerleri, 2018: 242).

Şekil 8: Gadrey'in Hizmetler Üçgeni



Kaynak: Hamaker ve diğerleri, 2017: 37'den Türkçeleştirilmiştir.

Türkiye'deki işletmelerin yaklaşık %65'ini oluşturan hizmet sektörü işletmelerinin %99'u KOBİ'lerden oluşmaktadır. Hizmet sektöründeki işletmelerin sadece %1.1'ini oluşturan büyük ölçekli işletmeler bu sektördeki istihdamın % 43'üne sahiptir (TCMB, 2020).

NACE, Avrupa Birliği'nde 1970 yılından beri geliştirilen ekonomik faaliyetlerin çeşitli istatistiksel sınıflandırmasını belirtmek için kullanılan bir kısaltmadır ve ekonomik faaliyetlere göre çok çeşitli verilerin toplanması ve sunulması için bir çerçeve sağlar (Eurostat, 2021). Ekonomik faaliyetler dünya genelinde ISIC, Avrupa'da NACE standartlarına göre sınıflandırılırken her ülkenin ulusal NACE versiyonu bulunmaktadır (Eurostat, 2008). Türkiye'de NACE kodunun vergi levhasına işlenmesi gerekmektedir ve birden fazla faaliyet kolu olan işletmeler en fazla dört adet ek NACE kodu girişi yapabilmektedir (MTSO, 2021). Tablo 1'de Türkiye'nin NACE kod listesi ekonomik faaliyetlere göre özetlenmiştir. Bu çalışmanın konusunu oluşturan C grubu imalat işletmeleri hedef grup olarak seçilmiştir.

Tablo 1: NACE Kod Listesi

SEKTÖR	NACE KOD	FAALİYETİN ADI
TARIM	A	Tarım, ormancılık ve balıkçılık
	B	Madencilik ve taş ocaklığı
	C	İmalat
	D	Elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme
	E	Su üretimi ve dağıtım, atık yönetimi ve arıtma faaliyetleri
	F	İnşaat
HİZMET	G	Toptan ve perakende ticaret, motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin onarımı
	H	Ulaştırma ve depolama
	I	Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri
	J	Bilgi ve iletişim
	K	Finans ve sigorta faaliyetleri
	L	Gayrimenkul faaliyetleri
	M	Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler
	N	İdari ve destek hizmet faaliyetleri
	O	Kamu yönetimi ve savunma; zorunlu sosyal güvenlik
	P	Eğitim
	Q	İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri
	R	Kültür, sanat, eğlence, dinlenme ve spor
	S	Diğer hizmet faaliyetleri

Kaynak: Şahin ve diğerleri, 2018: 244

1.3.3 Dördüncü Sanayi Devriminin Yarattığı Değişim

Gerçek zamanlı yetenekli sensörler sayesinde mahsul üretimi ile ilgili parametreler belirlenebilmektedir. Otomatik veri kayıtlarının analizi sayesinde içgüdüsel duygu ve deneyime göre alınmış kararlara kıyasla daha kısa sürede hasat ve daha fazla kar elde etme imkânı sağlar (Weltzien, 2016: 66). Çölde tarım, bioplastik ambalajlar gibi farklı ve yeni üretim teknikleri ile birlikte nesnelerin interneti, drone teknolojisi, veri analitiği gibi teknoloji ve uygulamaların kullanılması kıtlık soruna bir umut oluşturmaktadır (Clerc ve diğerleri, 2018: 10-11). Yapılan bir çalışmada dördüncü sanayi devrimi unsurlarının tarım sektörüne adaptasyonu sonucunda verimde %1.75’lik bir artış ile birlikte su kullanımında %8’lik bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Kılavuz ve Erdem, 2019: 138). Madencilikte madencilerin giysilerindeki sensörler sayesinde tehlikeli ortamlarda önleyici güvenlik sistemine devreye girmesini sağlayabilir, tehlikeli yerlerde özerk robotlar kullanılabilir (Löow ve diğerleri, 2019: 705). İnşaat sektöründe arttırılmış gerçeklik sayesinde müşteriler bina

daha inşa edilmeden iç tasarımına kadar görebilmekte, simülasyon ile hatalar yapılmadan düzeltilebilmekte ve nesnelerin interneti sayesinde malzeme ve ekipman takibi yapılabilmektedir (Oesterreich ve Teuteberg, 2016: 137). Turizmde arttırılmış gerçeklikle uzaktan seyahat edebilme, 3 boyutlu yazıcılarla sanat eserlerinin korunması ve özerk robotlarla gümrük ve pasaport işlemlerinin yapılması imkânı sağlanabilir (Mil ve Dirican, 2018: 7). Eğitimde kullanılan arttırılmış gerçeklik öğrencilerin öğrenme biçimlerinde devrim yaratmış (Mohd ve diğerleri, 2019: 54), bulut bilişim sayesinde kitap defter taşıma yükünden kurtulan öğrenciler ödevlerine istedikleri yerden ulaşım yapabiliyor ve nesnelerin interneti sayesinde de öğretmen öğrenci arasında sınıf dışında da hızlı bir iletişim kurma fırsatlarını yakalamaktadır (Halili, 2019: 65-67). Sağlık alanında da 3 boyutlu yazıcılar sayesinde kişiye özel medikal malzeme üretilebilmekte, bulut bilişim sayesinde sağlık verilerine her yerden ulaşıp muayene olma imkânı sağlanmaktadır (Kaya ve Filiz, 2019: 167). İkincil sektördeki imalat sektörüne dördüncü sanayi devriminin etkileri ikinci bölümde detaylandırıldığı için burada değinilmemiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİNİN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ, SATIN ALMA VE LOJİSTİĞE ETKİLERİ

Günümüz rekabet ortamında bir işletmenin nihai başarısı yönetimin karmaşık iş ilişkileri ağını bütünleştirme yeteneğine bağlıdır (Lambert ve Cooper, 2000: 65). Dördüncü sanayi devriminin imalat sektörüne entegre olmasıyla birlikte tüm tedarik zinciri yönetimi etkilenmekte ve yapısı değişmektedir (Eğilmez ve Koca, 2018: 1522). Bu bölümde tedarik zinciri yönetimi detaylı bir şekilde incelenecek ve sanayi devrimlerinin tedarik zinciri yönetiminde ve özellikle satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkileri açıklanacaktır.

2.1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN TANIMI VE KAVRAMLARI

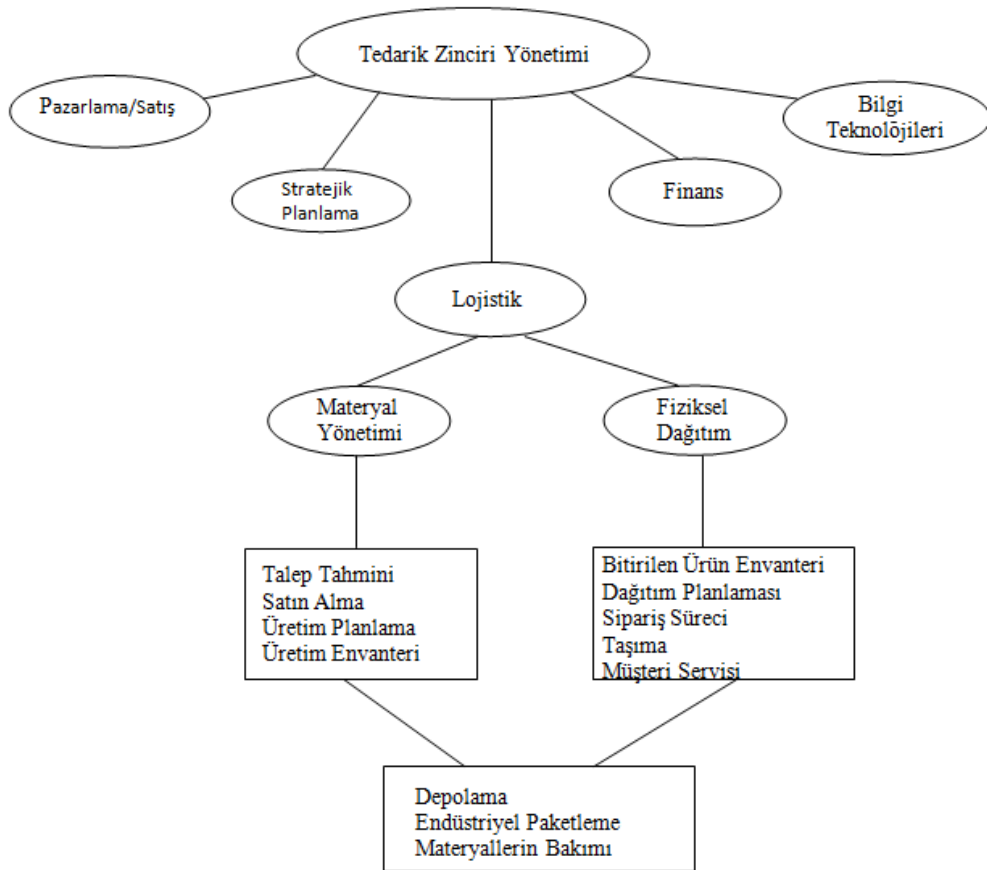
Chrysler işletmesinin satın alınan malın görevini; hammaddeden satışa hazır hale gelmiş ürüne, malzeme akışı yönetimine dönüştürmesi ile (Kağnıcıoğlu, 2007: 32) 1980'lerin başlarında dikkat çekmeye başlayan (Croom ve diğerleri, 2000: 68) Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) genel olarak doğru ürün ya da hizmetin doğru miktarda, doğru zamanda, doğru yerlere gönderilmesini sağlamak için tedarikçilerin, üreticilerin, taşıyıcıların ve müşterilerin bütünleştirilmesini sağlayan eşzamanlı faaliyetler dizisi, stratejik bir düşünme yöntemidir (Türker ve diğerleri, 2005: 461; Lou ve diğerleri, 2011: 1; Yıldız ve diğerleri, 2011: 421; Başkol, 2011: 15; Yıldız, 2018: 1216).

“Araştırıp bulma, sağlama, elde etme” (TDK, 2021) anlamına gelen tedarik, işletmelerde dar anlamda yalnız üretim girdisi olarak düşünülür (Türker ve diğerleri, 2005: 459). Birçok endüstride girdi maliyetleri toplam maliyetin büyük bir kısmını (Novack ve Simco, 1991: 145) yaklaşık %80'ini oluşturmalarına (Güleş ve Çağlıyan, 2010: 32) karşın tedarik geçmişte stratejik bir görev olarak görülmemiş, verimlilik üzerine yoğunlaşmış ve lojistik faaliyetlerini bütünleştirme konusunda çok az çalışma yapılmıştır (Kağnıcıoğlu, 2007: 42-56). Literatürde ilk defa 1982 yılında kullanılan (Cooper ve diğerleri, 1997: 1) tedarik

zinciri ve lojistikle ilgili yazılan makalelere bakıldığında, bu konuların öneminin 2010 yılından sonra anlaşıldığı görülmektedir (Suvacı, 2016: 272).

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyoneller Birliği TZY'ni; satın alma, dönüştürme ve tüm lojistik yönetim aktivitelerini kapsayan bütün işlemlerin planlanması ve yönetimi (CSCMP, 2021) olarak tanımlamıştır. Mal ve servislerin satın alınmasından, üretimine ve son tüketiciye gidene kadar birbirini takip eden tüm halkaları kapsayan (Türker ve diğerleri, 2005: 461) ve hammadde satıcısından müşteriye dek uzanan bilgi ve malzeme akışının temin edildiği süreçlerden oluşan (Kağnıcıoğlu, 2007: 33) TZY'nin temeli, bilgi entegrasyonudur (Lou ve diğerleri, 2011: 1) ve organizasyon şeması Şekil 9'da verildiği gibidir.

Şekil 9: Tedarik Zincir Yönetimi Organizasyon Şeması



Kaynak: Genç, 2009: 1

Bireysel işletme seviyesinde üretim sürecini kapsayan bütün çalışmalara, ürün seviyesinde ise müşteri gereksinimlerinin teslimini içeren bütün süreçlere odaklanan (Kahya ve Aydın, 2014: 28) tedarik zinciri yönetiminde malzeme ve hizmet girdilerinin kalitesi, nihai ürün kalitesini ve dolayısıyla müşteri memnuniyetini ve geliri etkiler (Novack ve Simco, 1991: 145). İlk amacı müşteri ihtiyaçlarını karşılamak ve süreç içinde kendisi için kar oluşturmak (Chopra ve Meindl, 2017: 2) olan tedarik zincirinin; müşteri doyumunu çoğaltmak, ürünün süreç tamamlama sıklığını azaltmak, stok ve stokla ilgili harcamaların düşürülmesini sağlamak, ürün kusurlarını ve operasyon maliyetini azaltmak gibi gayeleri da vardır (Özdemir, 2004: 89; Özkan ve diğerleri, 2015: 77). Esas itibarıyla arz ve talep yönetimini işletmeler içinde ve genelinde bütünleştirmek (CSCMP, 2021) olan TZY’de amaç, yaratılan toplam değeri maksimize etmek olmalıdır (Chopra ve Meindl, 2017: 3).

Tedarikçilerle daha güzel bir çalışma ortaklığının oluşturulması, müşteri taleplerinin daha seri cevaplanması ve stok maliyetinin düşürülmesinde önemli bir yere sahip olan TZY (Öğünç, 2018: 1663) müşterinin talebi yerine getirilirken doğrudan veya dolaylı, ilgili tüm taraflardan oluşur (Chopra ve Meindl, 2017: 1). TZY’nde planlama, tedarikten müşterinin ve siparişine doğru değil, müşteriden geriye doğru akışın irdelenmesi ile yapılmalıdır (Türker ve diğerleri, 2005: 462).

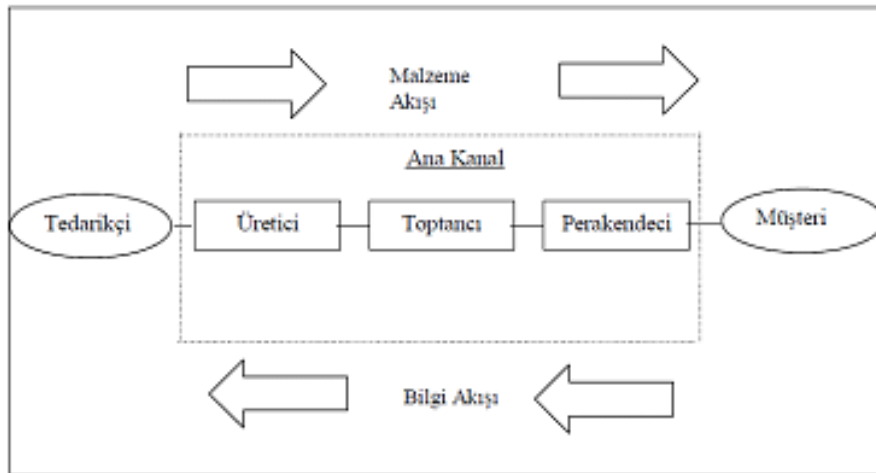
Küresel pazar ekonomisinde müşteri taleplerini zamanında cevaplayabilmek ve rekabette ön sırada yer alabilmek için işletmelerde en tepeden en alt çalışana kadar teknolojik gelişmelerin izlenmesi, kabullenmesi ve ürüne dönüşmesi gerekir (Sayer ve Ülker, 2014: 66). Tedarik zincirlerinin değişen ortama uyumundaki başarısızlığı, performansı kötü yönde etkileyebilir (Chopra ve Meindl, 2017: 5).

İş ortamındaki temel değişikliklere uyum sağlamak için gerekli olan direnç ve esneklik seviyesini ve bunun maliyetini dengelemek için işletmenin tüm tedarik zincirinin iyi görüşe sahip olması, tedarikçi ve müşterilerle etkin işbirliği yapması ve değişikliklere hızlı yanıt vermesi (Ben-Daya ve Bahroun, 2019: 4719), ve aynı zamanda tedarikçiler ile müşteriler arasındaki ilişkileri yönetmesi gerekir (Özkan ve diğerleri, 2015: 75). Öncelik kısa vadede öncelik üretkenliği artırmak, stok düşürmek ve stok döngüsünü kısaltmakken, uzun

vadede zincirdeki tüm katılımcılar için artan pazar payı, müşteri memnuniyeti ve artan karlardır (Klaus ve Schrödl, 2011: 37). Yapılan bir çalışmada ürün yenilik çalışmalarına tedarikçilerin katılmasının kendi işletmelerinin yenilik performansını arttırdığı ve bunun sonucunun da işletmelerin genel performanslarını olumlu bir şekilde etkilediği görülmüştür (Güleş ve Çağlıyan, 2010: 39).

Ana süreci ürün yaşam döngüsü olan endüstri kuruluşlarında (Sayer ve Ülker, 2014: 67) yöneticiler dört şekilde değer yaratırlar; (1) geliri arttırarak, (2) operasyon maliyetlerini düşürerek, (3) işletme sermayesini düşürerek ve (4) varlık verimliliğini arttırarak (Lambert ve diğerleri, 2005: 36). Amacı üretim maliyetlerini en minimum noktaya düşürmüş olan işletmeler tasarrufu tedarik zincirini en etkin yönetimle yapacaklarının farkındadır (Suvacı, 2016: 264; Başkol, 2011: 13). Yönetimi geniş ve zorlu olan ağ bağlantısı olarak da tanımlayabileceğimiz (Lambert ve diğerleri, 2005: 25) TZY'ndeki kritik bağlantılar; tedarik, üretim ve depolama başlıkları altında toplanabilir (Kağınıcıoğlu, 2007: 42).

Şekil 10: Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi



Kaynak: Özdemir, 2004: 89

Tedarik zinciri yönetiminin kısa süreli öngörüsü öncelikle verimliliği arttırmak, stok ve stok döngü süresini azaltmaktır (Schrödl, 2012: 233) 1980

yılında P&G ile Wal-Mart arasında kurulan tedarik zinciri yönetimi sonucunda; envanter ve teslimat süreleri %50'den fazla azalmış, yanlış faturalar %26'dan %10'a düşürülmüş, iade ve ret oranı %60'dan daha az bir seviyeye inmiş, hasarlı mal için %20'den daha az taşıma maliyeti oluşmuş ve stok devir hızı iki kat artmıştır (Kazak, 2018: 44).

Özdemir'e göre (2004: 93) TZY'nin yararlarından bazıları; zamanında teslimat, minimum stok seviyesi, kısa çevrim süresi, artan doğru tahminleme, zincirin tüm halkalarında artan verimlilik ve azalan maliyetlerle birlikte artan üretim miktarı olarak sıralanabilir.

Schrödl'e göre (2012: 234) tedarik zinciri yönetiminin uzun süreli öngörüsü pazar payının artmasına, müşteri memnuniyetine ve tedarik zincirinin tüm katılımcıları için kar artışına yol açmalıdır.

2.1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Tarihçesi

1960'lı yıllara kadar lojistik, rekabet avantajı yaratan bir bölüm yerine işlevsel bir bölüm olarak görülmüş karlılığa etkisi olmadığı düşünüldüğünden yatırım yapılmamış, satın alma, depolama taşıma gibi faaliyetler çeşitli bölümler tarafından düzensiz, koordinasyonsuz ve maliyetli bir şekilde gerçekleştirmiştir. Bu dönem depolama ve ulaştırma, fiziksel dağıtım aşaması, dağıtılmış fonksiyonlar dönemi gibi çeşitli isimlerle adlandırılmıştır (Akturan, 2009: 105; Fredendall ve Hill, 2016: 5; Öztürk, 2016: 18). 1960'larda üretim, malzeme yönetimi ve satın alma gibi iç bölümlerin limitli bağlantılarını sağlayan, üretilecek ürün için ürün ağacında tanımlı malzemelerin kullanımlarının ve gerekli ise satın almalarının planlanması olan MRP-I (malzeme ihtiyaç planlama) uygulanmaya başlamıştır. Zamanla ana üretim planı da bu sürece dâhil edilmiş; makine, sermaye ve insan kaynağının da tıpkı malzeme gibi hazırlanması ve koordine edilme ihtiyacı yani MRP-II (üretim kaynak planlama) gündeme gelmiştir. 1960'lı yılların sonunda IBM tarafından geliştirilen ilk üretim kontrol sistemleri kullanılmaya başlanmıştır (Atan ve diğerleri, 2015: 16; Glas ve Kleemann, 2016: 58; Çelikkol, 2019: 663).

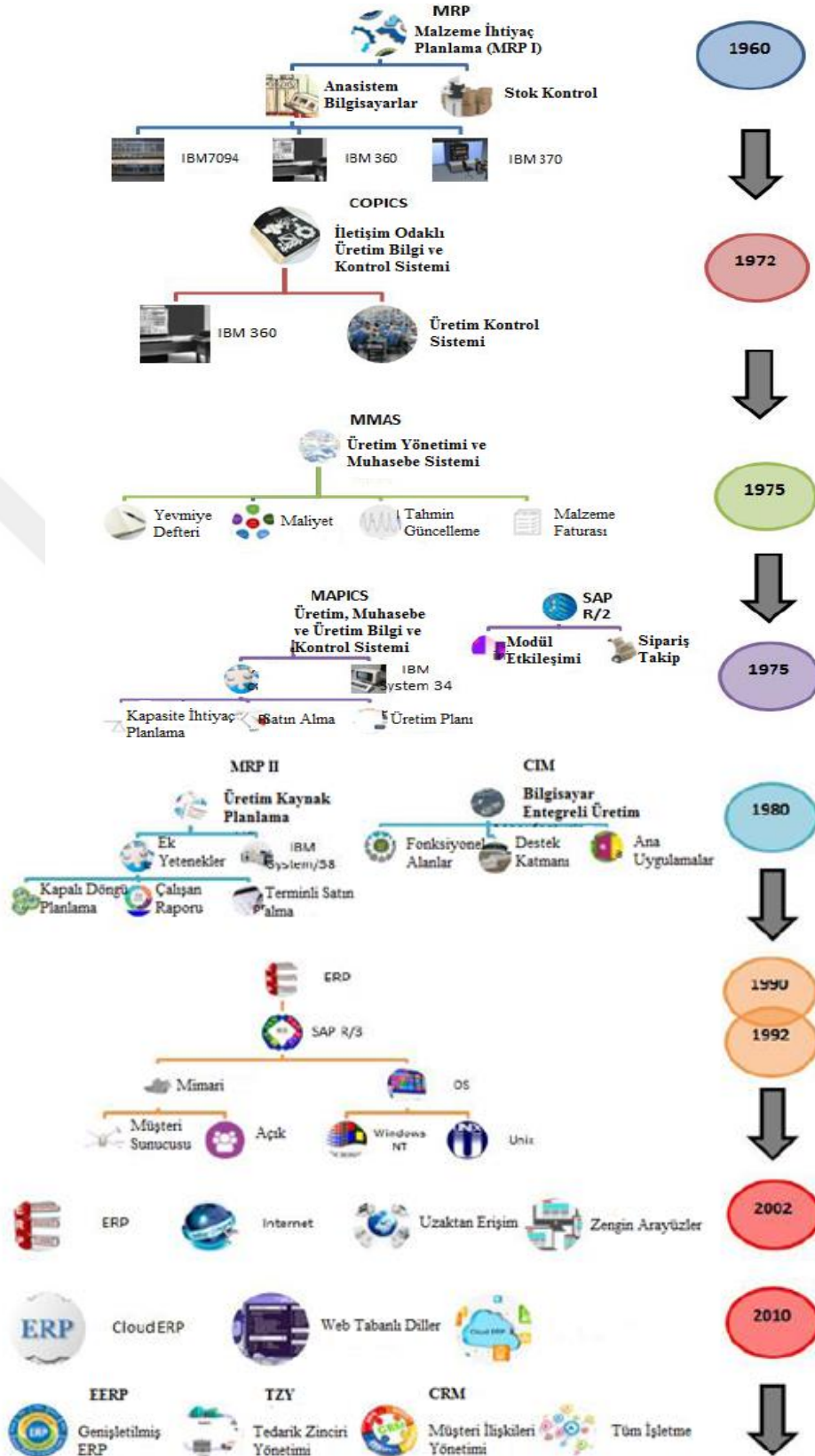
Yöneticiler yeni ürün geliştirme, yarı mamulün imalat maliyeti, teslimat zamanı ve kalitedeki büyük etkisini ayırt etmişler, 1970’lerde MRP ile birlikte işletmeler üretim, finansman ve pazarlamayla ilgili dağıtım çalışmalarını sürdürecektir merkezi bir fiziksel dağıtım departmanı oluşturarak bütün sistemin lojistik idaresini birleştirmişler, farklı depolar arası depolama ve taşıma işlevlerini ve müşteri hizmet düzeylerini entegre ederek tedarik zinciri yönetimi gelişiminin ilk aşaması olan “fiziksel dağıtım yönetimi” aşamasına geçilmiştir (Tan, 2001: 41; Özkan ve diğerleri, 2015: 76). Sonrasında internetin iş dünyasına girmesiyle birlikte e-posta vasıtasıyla (ilk e-posta 1972’de tanıtıldı) tedarik zinciri üyeleri arasında haberleşmeler hızlanmış, tedarikçi işletme araştırmaları, satın alma karşılaştırmaları yapılar hale gelmiştir (Shavazi ve diğerleri, 2009: 94; Kazak, 2018: 44). 1980’lerdeki yoğun küresel rekabetle ikinci aşama olan “lojistik” safhasına geçilmiş, dünya standartlarındaki işletmeler düşük maliyet, yüksek kalite ve daha çok tasarım yapabilme gücüne sahip güvenilir ürünlere zorlanmıştır. İmalatçılar üretim verimliliğini ve döngü süresini iyileştirmek için tam zamanında (JiT) ve diğer yönetim inisiyatiflerini kullanmışlardır (Tan, 2001: 41; Özkan ve diğerleri, 2015: 76; Straka ve diğerleri, 2020: 20). İlk defa tekstil endüstrisinde başlayan ve tedarik zincirinin müjdecisi sayılan “hızlı cevap (QR)” sistemini, perakendecilikte “etkin müşteri cevabı (ECR)” programları ve devamında da “sürekli ikmal planlaması (CRP)” izlemiştir (Özdemir, 2004: 90; Öztürk, 2016: 19). MRP yazılımları gelişerek 1990’larda işletmelerin sermaye, işgücü, malzeme gibi tüm kaynaklarının eş güdümlü olarak verimli ve en dinamik şekilde planlanması ve kontrolünü sağlayan sistem, yani kurumsal kaynak planlaması (ERP) haline gelmiştir (Kazak, 2018: 44; Çelikkol, 2019: 664). ERP araçları; stok yönetimi, üretim planlama ve çizelgeleme ve süreç kontrolünü kapsar (Byrne ve diğerleri, 2004: 4).

1990’ların ortalarında yöneticiler sadece işletmelerini yönetmelerinin yeterli olmadığını, hem girdi temin eden hem de son müşteriye ürün ulaştıran ve servis temin eden tüm işletmelerin bulunduğu ve tedarik ağının tamamının yönetiminde olması gerektiğini idrak ettikleri bu döneme “tedarik zinciri yönetimi” aşaması denilmektedir (Özdemir, 2004: 90; Öztürk, 2016: 19; Belet ve Purcărea, 2017: 1091). 2000’lerde “müşteri ilişkileri yönetimi (CRM)” ve

“tedarik zinciri yönetimi” modüllerini de içeren kurumsal kaynak planlaması (ERP II) uygulaması kullanılmaya başlanmış, e-tedarik zinciri yönetimine ya da başka bir deyişle bütünleşmiş tedarik zinciri yönetimine geçilmiştir. (Karakış, 2007: 16; Akturan, 2009: 105; Atan ve diğerleri, 2015: 16). Tedarik zinciri, işletmenin stratejik kararları ile lojistik odaklılığını birleştirmiştir (Özdemir, 2004: 90; Öztürk, 2016: 19)



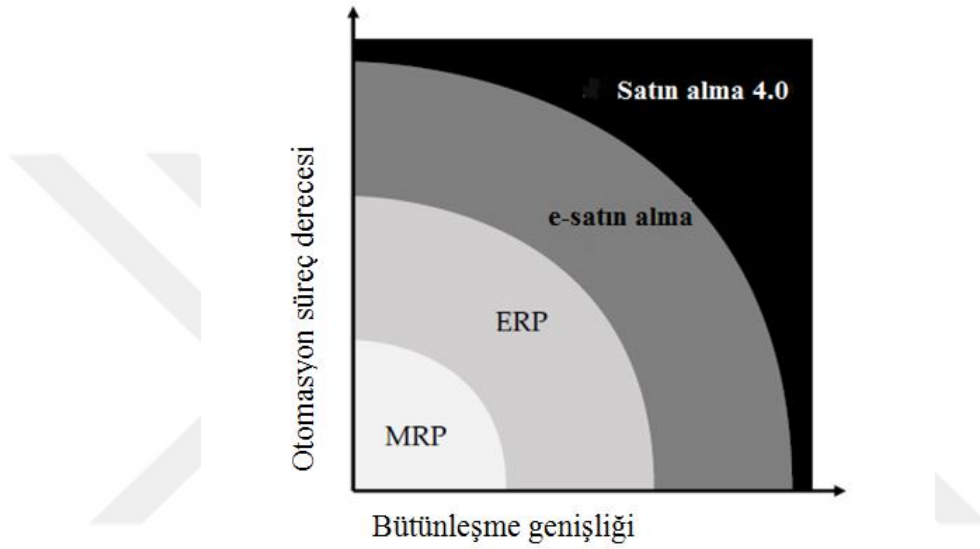
Şekil 11: Tedarik Zinciri Yönetimi Tarihçesi



Kaynak: Beleş ve Purcărea, 2017: 1094'den Türkçeleştirilmiştir.

MRP'den ERP'ye atılan adım evrimsel iken ERP'den e-satın almaya atılan adım devrimseldir (Glas ve Kleemann, 2016: 58). Tedarik zincirinde bilgi akışı ve dolayısıyla türetilen bilgi, örgütsel başarı ya da başarısızlık için kritik faktördür (Bienhaus ve Haddud, 2018: 978). Tedarik sürecini dönüştürmek için en önemli faktör ise bilgi paylaşım platformudur (Tripathi ve Gupta, 2020: 442).

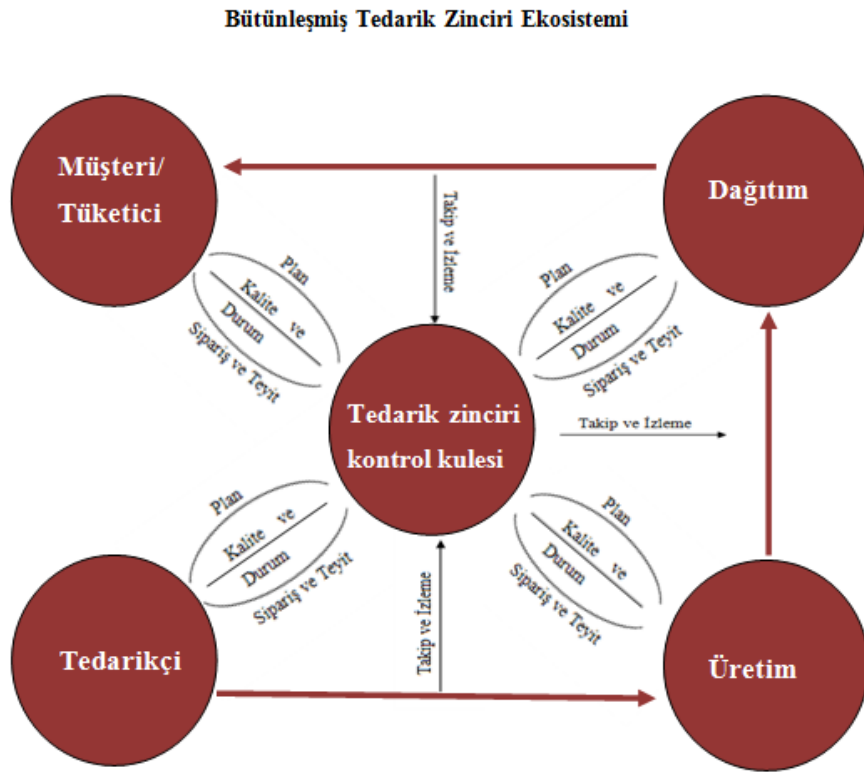
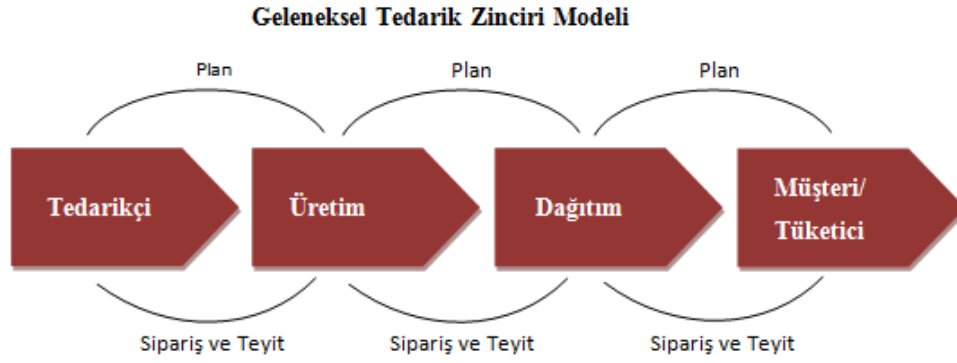
Şekil 12: Satın Alma Evrimi



Kaynak: Glas ve Kleemann, 2016: 60'dan Türkçeleştirilmiştir.

Tedarik yönetiminde yenilikçilik sadece tedarik zinciri performansını arttırmakla kalmaz aynı zamanda işletmenin sürdürülebilirlik performansını da artırır (Lintukangas ve diğerleri, 2019: 7) Tedarik zinciri yönetiminde amaç, tedarik zinciri boyunca tüm kanal üyeleri için bir değer yaratmaktır (Akturan, 2009: 107).

Şekil 13: Tedarik Zinciri Yönetimi Model Karşılaştırması



Kaynak: Schrauf ve Bertram, 2016: 10'den Türkçeleştirilmiştir.

2.1.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin İş Süreçleri

Cooper ve diğerlerinin (1997: 10) tanımladığı süreçler; “müşteri ilişkileri yönetimi”, “müşteri hizmet yönetimi”, “talep yönetimi”, “sipariş işleme”,

“imalat akış yönetimi”, “satın alma”, “ürün geliştirme ve ticarileştirme” ve “iadeler” olmak üzere sekiz adettir. Ancak satın alma teriminin tam olarak bu süreci anlatamadığını düşünüldüğünden yerine tedarikçi ilişkileri yönetimi, iadeler için de iade yönetimi kullanılmaktadır (Lambert ve diğerleri, 2005: 14).

2.1.2.1. Müşteri İlişkileri Yönetimi

Müşteri ilişkileri; süreçleri geliştirmek, talepteki farklılığı ve boşa zaman harcanacak çalışmaları düşürmek için belirlenen önemli müşterilerle birlikte çalışırlar. Bir bir müşterilerin kar oranlarıyla birlikte işletmenin finansal etkilerini de ölçtükleri performans raporlarını hazırlar (Özdemir, 2004: 91). Müşteri segmentlerini tanımlar, müşterileri kategorize etmek için kriterler oluştururlar (Lambert ve diğerleri, 2005: 16). Yapılan bir çalışmada tüketicinin satış temsilcisinin kendisi ile ilgilenmediğini düşünmesi işletmenin %60 oranında müşteri kaybetmesinin nedenleri arasında yer almış başka bir çalışmada yeni müşteri kazanmanın maliyetinin eski müşteriyi elinde tutmaktan fazla olduğu görülmüştür (Öztürk, 2016: 20). Müşteri ilişkileri yönetimi, bu çalışmalar ışığında oldukça önem verilmesi gereken bir süreçtir.

2.1.2.2. Müşteri Hizmet Yönetimi

Herhangi bir tedarik zinciri için tek bir gelir kaynağı olan müşteri (Chopra ve Meindl, 2017: 4) ile işletmenin yüz yüze olduğu süreçtir. Tedarik zinciri içinde en önemli nitelik olan bilgi paylaşımını (Türker ve diğerleri, 2005: 461) yapar ve ürün/servis anlaşmasının uygulanmasından sorumludur (Özdemir, 2004: 92; Yıldırım, 2016: 181).

2.1.2.3. Talep Yönetimi

Talep öngörüsü ve bu öngörüye göre üretim, satın alma ve lojistiğin entegrasyonunu kapsamaktadır (Lambert ve diğerleri, 2008: 121). Çalışmaların durduğu umulmayan durumlara yönelik farklı senaryolar geliştirmek ve bunları

yönetmekle ilgilenir (Özdemir, 2004: 92; Yıldırım, 2016: 181). Talep planlamada sadece tahmin yoktur, ayrıca satış ve üretim planlama da dâhildir (Wang ve diğerleri, 2016: 103).

2.1.2.4. Sipariş İşleme

Siparişin kabulünü, teslimini ve sipariş bedelinin tahsilini kapsamaktadır (Boon-itt ve Pongpanarat, 2011: 218; Öztürk, 2016: 20). Etkili bir sipariş işleme bütünleşmiş üretim, lojistik ve pazarlama planlarından oluşur (Lambert ve diğerleri, 2005: 20).

2.1.2.5. İmalat Akış Yönetimi

Ürünlerin üretimi ve hedef markete en güzel hizmeti vermesi için gereken (Özdemir, 2004: 92) üretim esnekliğinin belirlenmesi ve uygulamasıyla ilgilidir (Lambert ve diğerleri, 2008: 124).

2.1.2.6 Tedarikçi İlişkileri Yönetimi veya Satın Alma

Mal ve hizmet sağlama faaliyeti olarak tanımlayabileceğimiz (Novack ve Simco, 1991: 145) satın alma, her bir tedarikçi ilişkisinin çerçevesinin belirlendiği bir ürün ve hizmet sözleşmesinin tanımlanması ve uygulamasından sorumludur (Özdemir, 2004: 92). Geleneksel teklif ve satın alma sisteminden ziyade stratejik tedarikçilerle olan ilişkileri yönetmeye odaklanarak imalat akış yönetim ile yeni ürün geliştirmeyi destekler (Cooper ve diğerleri, 1997: 6) Bu nedenle satın alma birçok ticari işletme için işleme dayalı bir uygulamadan ziyade stratejik bir iş sürecidir (Hong ve Kwon, 2012: 453). İstenen sonuç her iki tarafın da fayda sağladığı kazan-kazan ilişkisidir (Lambert, 2008: 11). Yapılan bir çalışmada Amerika'daki bir işletmenin tedarikçi ilişkileri yönetimi sayesinde sipariş başına genel giderlerini %50 oranında azaltmıştır (Öztürk, 2016: 21).

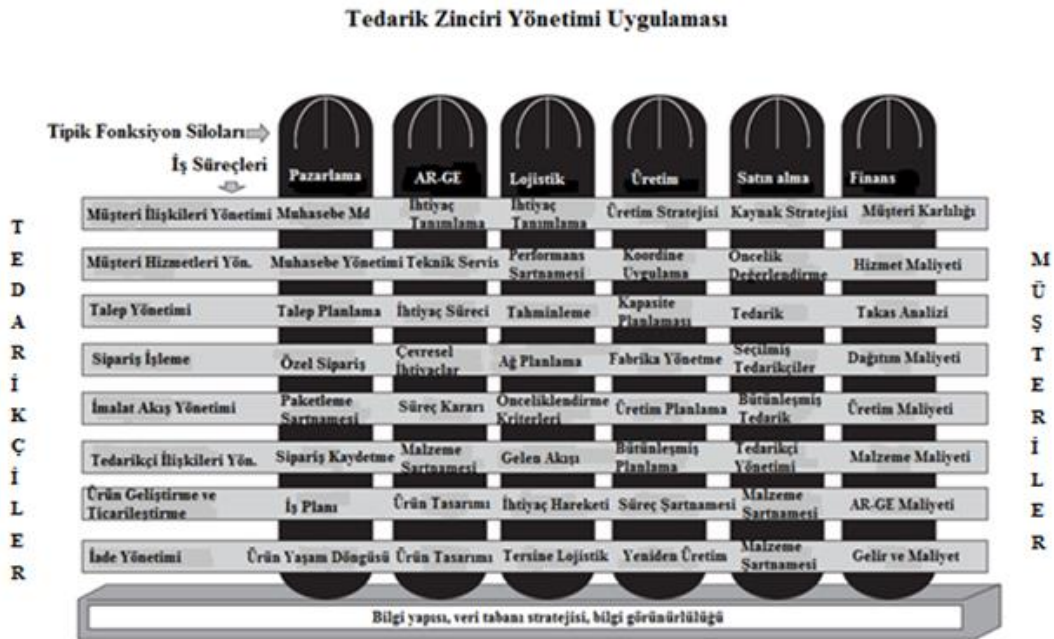
2.1.2.7. Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme

Kilit müşteri ve tedarikçilerin katılımıyla doğru ve yeni ürünler geliştirip kısa zamanda başarıyla pazara sunulmasını sağlayan bu süreçte, tedarik zinciri boyunca yeni ürünlerin koordine edilmesi ve ticarileşmesini desteklemek için lojistik, pazarlama ve diğer ilgili bölümler yardımcı olur (Özdemir, 2004: 93; Lambert ve diğerleri, 2008: 125).

2.1.2.8. İade Yönetimi

Croxtan ve diğerleri (2001: 28) çalışmasında TZY'nin kritik bir parçası olmasına karşın işletme yönetimi inanmadığından birçok işletmenin iade sürecini ihmal ettiğini ifade etmişlerdir ancak aslında sürdürülebilir rekabetçi bir avantaj sağlayabilen (Özdemir, 2004: 93) iade yönetiminin geri dönüşüm, yeniden üretim, yenileme ve ürünü çöp sahasına gönderme gibi sahip olduğu seçeneklerin ters akışta kayıp yaşamamak için dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Lambert ve diğerleri, 2008: 126).

Şekil 14: Tedarik Zinciri Yönetimi İş Süreçleri



Kaynak: Lambert, 2008: 15'den Türkçeleştirilmiştir.

2.1.3. Tedarik Zincirinde Satın Alma ve Lojistiğin Yeri

Tedarik zincirinde artan karmaşıklık hizmet sağlayıcıların daha fazla uzmanlaşmasına ve lojistik hizmetlerin daha çok bölüme ayrılmasına neden olmaktadır (Gomez ve diğerleri, 2015: 5).

Geleneksel satın almada en ucuz malzeme ya da hizmetin satın alınması anlayışı hâkimken, stratejik satın almada amaç satın almanın tüm faaliyetlerinin işletmenin uzun vadeli hedefleriyle tutarlı olarak yönetilmesidir. Performans değerlendirmesi sadece maliyet üzerinden değil karşılıklı ilişkilerin de değerlendirilmesiyle olur (Akturan, 2009: 107).

Bir işletmenin rekabet gücünün önemli bir itici gücü (Glavee-Geo, 2015: 389) olan satın alma, emniyete alınmış en uygun koşullarda işletmenin ana ve yardımcı faaliyetlerinin üretimi, tamiri ve yönetimi için gerekli bilgi, mal, servis ve kapasitenin dış kaynaklardan sağlanmasının yönetimidir (Van Weele, 2009: 8). Bir üretim işletmesi için satın almanın amaçları; üretim programını aksatmayacak şekilde malzeme ve hizmet sürekliliğini güvenli ve ekonomik şekilde minimum yatırımla ve kalite standartlarında sağlamak, mükerrer alım ve ziyarı önlemek olarak sıralanabilir (Şahin, 2004: 5).

Satın alma satılan ürün maliyetinin %68'nin üretime kadar olan süreçte oluştuğu (Şahin, 2004: 8) bilincine varıldığından beri, sanayi işletmelerinde destek işlevi olarak görülmemekte, önemi artarak sürdürülebilirlik hedefleri ile birlikte yer almaktadır (Bag ve diğerleri, 2020: 11). Satın alma; tedarik kararlarından sorumlu, iç ve dış işletmeler arasında bir köprü görevi ve genişleyen bir sınır işlevi gördüğü için kritik bir bölümdür (Pereira ve diğerleri, 2014: 627). Ancak yapılan bir çalışmada işletmelerdeki satın alma yöneticilerinin rollerinin ne kadar stratejik olduğunun farkında olmalarına karşın işletmenin geri kalanının bu farkındalığı taşımadığı görülmüştür (Tassabehji ve Moorhouse, 2008: 66). Özdemir ve Özgüner'e (2018: 41) göre kaynak verimliliği ile yeterliliği tüm üretim işletmelerinin önemli gayeleri arasında bulunmalıdır.

1950'lerden önce lojistik askeri bir terim olarak düşünülmekteyken (Ballou, 2007: 333) 1980'lere kadar bitmiş mal ve hizmetlerin fiziksel dağıtımı

ve depo yönetimi olarak tanımlanmış, küreselleşen dünya ve gelişen teknoloji ile lojistik tanımı çok defa değişmiştir (Gundlach ve diğerleri, 2006: 432). 1980'lerin başında çıkan tedarik zinciri yönetimi ile aynı görülmüş ve 1998 yılında TZY Profesyoneller Birliği lojistik yönetimi tanımını TZY'nin bir alt kümesi olarak güncellemiştir (Lambert ve diğerleri, 1998: 3). Lojistik yönetimi; “müşterilerin gereksinimlerini karşılamak için menşe noktası ile tüketim noktası arasındaki malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin verimli, etkili ileriye doğru akışını ve depolanmasını planlayan, uygulayan ve kontrol eden tedarik zinciri yönetiminin bir parçasıdır” (CSCMP, 2021). Lojistik hizmeti verenler için eskiden başarı verimlilik, standartlaşma ve düşük maliyeti yakalamakken günümüzde dijitalleşme ile birlikte başarılı olmak için bunların yanı sıra çeviklik, müşteri odaklılığı, esneklik ve daimi yenilik gibi gereklilikler de eklenmiştir (Yılmaz ve Duman, 2019b: 190). Etkili ve verimli tedarik çalışması (Dubey ve Jain, 2014: 42) olan lojistikteki yenilik kabiliyeti, tedarik zinciri risklerini azaltmak için önemlidir (Wang ve diğerleri, 2020: 92).

Tedarik zincirinde peşin para sıkıntısı yaşanmaması için ise zincirdeki tüm işletmeler, para kaynağının son müşteri olduğunun bilincinde olmalılardır (Yıldırım, 2016: 179).

2.2. SANAYİ DEVRİMLERİNİN SATIN ALMA VE LOJİSTİK ÜZERİNE ETKİLERİ

Sanayi devrimleri verimlilik, esneklik, kalite ve ekonomik büyüme gibi farklı gelişmelere yol açtığından rekabet avantajı elde etmek için ilk uygulayıcılardan olmak işletmeler için önemlidir (Schulz, 2017: 2). Tedarik sistemleri, zaman içinde müşteri ve örgütsel ihtiyaçlar doğrultusunda evrimleşmiştir (Bag ve diğerleri, 2020: 2).

2.2.1. Birinci Sanayi Devriminin Etkileri

Ekseriyetle karayolu taşımacılığının kullanıldığı dönemde buharın ulaşımda da kullanılmasıyla tren yolu ve havayolu taşımacılığı karayolunun

yoğunluğunu düşürmüştür. Depolar odalar şeklinde satışa hazır ürünler veya hammaddeler için oluşturulmuştur. Depolara giriş çıkış yapan mallar insan gücüyle ve elle elleçlenip taşınmaktaydı. (Bakan ve Şekkeli, 2018: 25) Taşımacılık kapasitesinin oldukça arttığı bu dönem kitlesel taşımacılığa zemin hazırlamıştır (Onozuka, 2015). Lojistikte deniz yolunun gelişmesi İngiltere'nin hem satın alma gücünü hem de hammadde ve ara ürün tedarikini arttırmıştır (Başer ve Erkan, 2011: 191). Hızlanan ulaşım satın alma sektörünü güçlendirerek herhangi bir ülkeden istenen ürünün temin özgürlüğünü sağlamıştır (Arslan ve Demirağ, 2017: 8).

2.2.2. İkinci Sanayi Devriminin Etkileri

Henry Ford'un T Model üretim hattı ile seri üretim sayesinde ölçek ekonomisine geçilmiştir ve bu sayede mal ya da hizmetlerin satın alması daha düşük maliyetlerle yapılmaya başlanmıştır (Koçak, 2019: 94). Taşımacılıkta kullanılan konteynır gemileri dönemin en mühim yeniliklerdendir. Depolarda kullanıma giren elektrikli ekipmanlar (Bakan ve Şekkeli, 2018: 26) sayesinde yük elleçleme otomasyonu yapılmış ve malların yer değişimi otomatik hale gelmiştir (Onozuka, 2015). Uçak ve otomobil, lojistik sektörü için büyük bir gelişme sağlamıştır (Gupta ve diğerleri, 2020: 139).

2.2.3. Üçüncü Sanayi Devriminin Etkileri

“Teknoloji temelli lojistik yönetim sistemleri” kavramı gelişmiş ve bunun etkisi ile “depo yönetim sistemi” (WMS), “taşımacılık yönetim sistemi” (TMS) gibi yazılımlar yayılmaya başlamıştır. Bu yazılımlar, özellikle tedarikçilere verilen siparişlerin gerektiğinde anında ulaşılır olması adına inbound (giriş) lojistik prosesinin planlanmasında kullanılmaktadır. Ürün teslim prosesi de üretime daha başlanmadan yapılan planlar doğrultusunda yönetilmektedir (Bakan ve Şekkeli, 2018: 26). Lojistik yönetimi sistemizasyonu diye adlandırabileceğimiz bu dönemde; karmaşık altyapı sistemleri ile bilişim

teknolojilerinin lojistik yönetimi gelişiminde büyük gelişme sağlanmıştır (Onozuka, 2015).

2.2.4. Dördüncü Sanayi Devriminin Etkileri

Dördüncü sanayi devrimi TZY’inde temel bir paradigma değişikliğini temsil eder ve kapsamlı bağlantı ve entegrasyon sağlayarak TZY’ine yönelik bütünsel yaklaşım ve performans iyileştirmelerine yol açar (Fatorachian ve Kazemi, 2021: 77).

Dördüncü sanayi devrimi özellikli tedarik zinciri yeniliğine; hâlihazırda faaliyet gösteren işletmeler mevcut varlıklarını ve mühendislik yeteneklerini geliştirerek sorun odaklı bir yaklaşım sergilerken, yeni kurulan işletmeler varlık odaklı ve iş odaklı bir yaklaşım sergilemektedir (Hahn, 2020: 1437). Dördüncü sanayi devrimi yıkıcı teknolojilerle üretim sistemlerini, akıllı operasyonlarla tedarik zinciri yönetimini birleştirerek bağlamayı hedeflemektedir (Caiado ve diğerleri, 2021: 1). Bu yeni gelişmelerin tedarik zinciri genelinde bilgi paylaşımı ve karar verme üzerine etkileri vardır (Preindl ve diğerleri, 2020: 27).

Devrimin sürdürülebilirlik odaklı itici güçleri arasında devlet destekli politikalar ve altyapı ve bilişim tabanlı tesislerin geliştirilmesinin yanı sıra işletme yönetiminin destekleyici ve etkili yönetimi ile birlikte tedarik zinciri üyeleri arasındaki şeffaflık ve işbirliği yer almaktadır (Luthra ve diğerleri, 2020: 1517).

Akıllı makineler yardımıyla stok düzeyleri, tedarik zincirinde meydana gelen aksamalar, hasara uğrayan ürünler, talepte oluşacak değişiklikler devamlı takip edilecek ve bütün iş süreçleri verimli olacak şekilde yerinde yönetilecektir. Bu sayede tam zamanında lojistik hizmeti verilmesi sağlanacaktır ve atıl zaman ve kaynaklar daha verimli kullanılabilir. Beden gücünün kullanıldığı alanlardaki istihdam azalırken strateji ve taktik yoğun olan alanlarda ise kalifiye çalışana ihtiyaç artacaktır (Özdemir ve Özgüner, 2018: 42-43).

Dördüncü sanayi devrimi üretkenlikte hızlı büyüme ve işletme verimliliğinde benzeri görülmemiş seviyelere ulaşmamızı sağlayacak (Thames

ve Schaefer, 2016: 16), bulut bilişim ve RFID teknolojilerinin tedarik zincirinde uygulaması da işlevsel performansı, stok seviye ve maliyetini azaltarak ve dengeleyerek arttıracaktır (Ghadge ve diğerleri, 2020: 680). RFID etiketlerinin yeni teknolojileri, “üretim tarihi”, “son kullanma tarihi” ve “garanti süresi” vb tüm bilgilerin kaydedilmesini ve bütün taraflarla paylaşılmasına olanak vererek TZY’nin etkin yönetimine imkân verir. Tüm taşıma bilgileri akıllı nesneler kullanılarak sağlanır ve böylece ürünlerin izlenip kaydedilme şansı artar. Aynı zamanda iade maliyeti en aza indirilerek müşteri memnuniyeti artırılır (Yıldız, 2018: 1225).

750 üretim müdürü ile yapılan başka bir araştırmada uygulamaya başladıktan on yıl sonra dönüştürme maliyetlerinin ve üretim maliyetlerinin nasıl etkileneceği analiz edilmiş ve toplam dönüştürme maliyetlerinin % 40'a kadar azalacağını, toplam üretim maliyetlerinin, malzeme maliyetlerine bağlı olarak % 20'ye kadar azalacağını görmüşlerdir. Üreticiler ayrıca gelişmiş esneklik, kalite, hız ve güvenliğin avantajlarından da yararlanacak olup on yıllık bir süre boyunca, işletmelerinin bu faydaları elde etmek için yaptığı kümülatif yatırımlarının, bir yıllık gelirin % 13 ila % 19'u arasında olacağını gözlemlemişlerdir (Küpper ve diğerleri, 2016).

2.2.4.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Üzerinde Etkileri

Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının lojistikte kullanılmalarının esas gayeleri; maliyetlerin ve çevreye yapılan olumsuz etkinin düşürülmesi, yeni iş örneklerinin planlaması ve izlenebilirliğin arttırılmasıdır (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1690). “Akıllı lojistik” olarak da bilinen “Lojistik 4.0”ı, esnekliğin ve piyasa değişkenlerine uyumun arttığı, maliyetlerin düştüğü ve müşteri gereksinimlerinin optimum miktar ve hızda cevaplandığı yeni bir lojistik düzen olarak da tanımlanabilir (Bakan ve Şekkeli, 2018: 19).

Mal/kargo tanıma için en yaygın kullanılan barkot sistemi; marketlerde, bankalarda, havaalanlarında, postanelerde ve birçok yerde kullanılmaya devam etmektedir ancak bir kere yazdığınız kodda düzeltme ya da ekleme yapılamadığı için rota ya da açıklama eklenemez, dolayısıyla bir merkezden diğerine gittiğinde

yeni bir kod ile değiştirilir ve böylece takibi zorlaşır. Bu nedenle özellikle lojistik sektöründe kullanımı kolay, kesin ve temassız tanımlama yapabilen RFID sistemi kullanılır. 1980'lerden beri kullanılan bu sistemde görüntü olmadığı için bazı karışıklıklar olabilir. Gelişen teknoloji ile birlikte arttırılmış gerçeklik, RFID sistemi ile birleşerek okutulan malın görüntüsünü de görmemizi sağlayan bir sisteme dönüşmüştür (Ginters ve Martin-Gutierrez, 2013: 4-9). Nesnelerin interneti ve büyük veri teknolojileri de lojistik sektöründe ağırlıklı olarak kullanılmaktadır (Saatçioğlu ve diğerleri, 2018: 1692).

2.2.4.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Satın Alma Üzerinde Etkileri

Tedarik zincirinde dördüncü sanayi devrimi teknolojilerinden en fazla etkilenen satın alma, üretim ve dağıtım fonksiyonları olmuştur (Pfohl ve diğerleri, 2015: 53) ve bu devrim satın almaya stratejik bir rol oynamak için eşsiz bir fırsat sunmuştur (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 9). Seyedghorban ve diğerlerine göre, (2020: 1692) yaratıcılık ve yenilik tüm işletmeye uygulandığında dördüncü sanayi devrimi teknolojilerinin vaatleri, tedarikte verimlilik sürecinin çok ötesine geçebilir.

Dördüncü sanayi devrimi farklı tedarik zinciri kaynaklarından aldığı gerçek zamanlı zengin bilgiyi etkili tedarik zinciri tasarım kararları için kullanılabilir hale getirerek (Kamble ve diğerleri, 2018: 421) satın alma verimliliğini arttırıp maliyeti düşüren tam satın alma kontrol sistemi sağlayabilir (Xie ve diğerleri, 2020: 712). Yeni sistemler sayesinde satın alma ve dağıtım artan bir şekilde kişiselleşecektir (Lasi ve diğerleri, 2014: 240).

Üreticiler ürün kendisi tarafından kontrol edilebilir olduğundan işletme içi süreçlerini yalın ve verimli tutabilir, kalite kontrol, ambalajlama, ön ayırma vb süreçleri dış kaynak kullanımı ile diğer işletmelere bırakabilirler (Zander ve diğerleri, 2020: 478).

Merkezleri Almanya, Avusturya ve İsviçre'de olan, satın alma 4.0 uygulanmaya başlanan, değişik büyüklükte ve sektörde olan yirmi beş işletme ve iki üniversitenin temsilcileriyle mülakat yapan Pellengahr ve diğerleri (2016: 10)

görüşmenin başında katılımcılardan dördüncü sanayi devriminin işletmeleri ve satın alma departmanları üzerindeki etkisini değerlendirmelerini istemişler ve katılımcılar işletmenin tamamı üzerinde etkisinin çok büyük olduğunu ve ileriki yıllarda da güçlenerek etkinin artacağını vurgulamışlardır. Bazı katılımcılar satın alma bölümü üzerindeki etkisinin kıyaslanamayacak kadar az olduğunu düşünürken, bazı katılımcılar ise işletmenin bütününden ayrı görülemeyeceği için tüm bölümler için eşit bir etkisinin olduğunu vurgulamışlardır (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 13). Bu işletmelerde gözlemlenen ortak karakteristik özellik yönetim kadrosunun dijitalleşmede itici bir güç olduğudur (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 16). Katılımcılar dördüncü sanayi devriminin satın alma departmanına etkisinin yeni veri ve bilgiye ulaşmanın yanı sıra dijitalleşme, dâhili ve harici ağ ve gelişen özerklik sayesinde süreçlerin optimizasyonu olacağını belirtmişler (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 17). Katılımcıların tümü dijitalleşme ve dördüncü sanayi devrimi ile birlikte satın almanın tamamen değişeceğini düşünmektedir (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 18). Katılımcıların %72'si dördüncü sanayi devriminin uygulamasında aktif bir rol oynadığını, %28'i ise itici güç olduğunu açıklamıştır ancak hiç biri satın almanın takip eden bir rol oynadığını düşünmemektedir (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 22).

Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın yapmış olduğu "Dijitalleşme Anket Çalışması"na katılan 144 işletmenin değer zincirinde en zayıf kalan aşaması lojistik ve tedarik zinciridir. Özellikle tedarik yönetiminde tedarikçilerle karşılıklı veri paylaşımı olmadığı için işletmelerin %50'si geri kalmış durumdadır (BSTB, 2018: 92). Bakanlığın 2016 tarihli yaklaşık 10.000 işletme ile yaptığı saha çalışmaları sonucunda; dördüncü sanayi devrimi unsurlarından haberdar olup işletmelerinin geleceği için önemli görmeyenlerin oranı, işletmelerin geleceği için önemli görenlerin oranından oldukça fazladır (BSTB, 2018: 71).

Dr Christoph Feldmann dijital devrim hakkındaki konuşmasında dördüncü sanayi devriminin öncelikle satın alma ve tedarik zincirini hedeflemesi gerektiğini, işletmeler arasında dijital ağlar oluşturan dördüncü sanayi devriminin satın almayı kolaylaştırmada anahtar rol oynadığını ve sürecin kalbi olduğunu söylemiştir. "Satın alma ekonominin dijitalleşmesini inkâr etmez,

ancak ileriye doğru yönlendirir. Satın alma ve tedarik zinciri olmadan Endüstri 4.0 Almanya’da gerçekleşmeyecek” demiştir (Kazak, 2018: 44).

Dijitalleşme ile birlikte satıcı-alıcı ilişkileri fiziksel iletişimden çok sanal iletişime düşkün hale gelmiştir. Dördüncü sanayi devrimi, bir üretim düzenini ve tedarik zincirini büyük ölçüde bağlı ögelerin siber fiziksel etkileşimlerine dayanan akıllı bir üretim düzenine dönüştürmüştür. Bu da, iş süreçlerinin ve çalışmaların üretim düzenini daha esnek, hesaplı ve çevreye saygılı olmasını sağlamaktadır (Yıldız, 2018: 1217).

Tablo 2: Sanayi, Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik ve Satın Alma Gelişim Evreleri

	Sanayi	Tedarik Zinciri Yönetimi	Lojistik	Satın Alma *
2020	Sanayi 4.0	TZY 4.0	Lojistik 4.0	Satın Alma 4.0
2010				
2000	Sanayi 3.0	TZY 3.0	Lojistik 3.0	Satın Alma 3.0
1990				
1980	Sanayi 2.0	Tedarik Zinciri Yönetimi yok	Lojistik 2.0	Satın Alma 2.0
1970				
1960				
1880				
1870	Sanayi 1.0	Tedarik Zinciri Yönetimi yok	Lojistik 1.0	Satın Alma 1.0
1860				
1850				
1830				
1800				
1790				
1780				

Kaynak: Frazzon ve diğerleri, 2019: 184’den Türkçeleştirilmiş ve *Akturan, 2009: 104’den de satın alma sütunu eklenmiştir.

Yukarıda Tablo 2’de özetlendiği gibi; birinci sanayi devrimi ile birlikte değişen üretim sistem ile satın alma bir kol uzaklığındaki tedarikçilerle iyi ilişkiler kurmaya odaklanmışken lojistik teslimat süreci itme yönüdür. İkinci sanayi devrimi ile birlikte satın alma işbirlikçi ilişkiler geliştirirken lojistik siparişe dayalı teslimat sürecine geçmiştir. Üçüncü sanayi devrimi ile birlikte tedarik zinciri yönetimi oluşmuş, satın alma e-satın alma ve çoklu işletme

yetenekleriyle tedarik döngüsünü yönetme evresine geçerken lojistikte aktif ve otomatik teslimat yönetimi sürecine geçmiştir. Dördüncü sanayi devrimi satın almada tedarik zincirleri arasındaki bilgi akışının entegre edilerek dijitalleşme sürecini başlatırken lojistikte büyük veri sayesinde tahmine dayalı teslimat yönetimi ve özerk kamyonlarla teslimat yapılmaya başlanmış, tedarik zincirinde de tedarikçiler, ambarlar, market rafları veya araçlarla, akıllı fabrikaların üretim prosesleri bütünleşmiş bir biçimde yönetilmektedir (Özdemir ve Özgüner, 2018: 42; Yılmaz ve Duman, 2019b: 193; Bag ve diğerleri, 2020: 2)

2.3. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ UNSURLARININ SATIN ALMA VE LOJİSTİK FONKSİYONLARINA ETKİLERİ

Yapılan bir çalışmada tedarik zincirindeki teknik beceriler; (1) pazar davranışını ve tedarik zincirini etkileyen olayları tahmin etmek için büyük veri kullanımı, (2) izleme teknolojilerinden yararlanılan gerçek zamanlı yönetim ve iş süreci için sanal tasarım kullanımı olarak iki grupta sıralanmıştır (Pinzone ve diğerleri, 2017: 286). Aşağıda birinci bölümde detaylandırılan dördüncü sanayi devrimi unsurlarının satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkileri üzerinde durulmuştur.

2.3.1. Akıllı/Özerk Robotlar

Tedarik zincir yönetiminin lojistik alanında ve depolama bölümünde daha çok robotlar kullanılmaktadır. Kurulum maliyetleri yüksek olduğu için özerk robot kullanımı çok azdır ancak konteynır elleçleme, sipariş toplama, paketleme, birleştirme/ayırıştırma işlemlerinde kullanılmaya başlanmıştır ve neredeyse sıfır hata ile işlemektedirler (Görçün, 2018: 362...365).

Hizmet robotları işletmeler, depolar ve umuma açık alanları gezerek üretim prosesi süresince gerekli parçaları ve malzemeleri getirip götürmek, yükleme yapmak vb işlerle birlikte makinelerin ve stokların seviyelerini denetlemek maksadıyla bağımsız ya da insan yardımcısı olarak çalışabilir (Fırat

S. ve Fırat O., 2017b: 18; Yılmaz ve Duman, 2019b: 197). Birbirleriyle iletişime geçebilen makine ve robotlar sonraları büyük üretim dizilerinin kolaylıkla üretilmesine ve esnek fabrikaların kurulmasına olanak sağlayacaktır. Yüksek otomasyonda (insansız üretimde), simülasyon ve veri tekniklerinden yararlanarak üretim hızlanacak, gereksim duyulan stok ölçüsü düşecek ve bunların sonucunda da verimlilik artacaktır (Öztürk ve diğerleri, 2018: 350). Robotlar bir işletmede ek masrafları olmayan sınırsız iş gücü yaratma potansiyeline sahiptir (Merlino ve Sproge, 2017: 314) ve robot kullanımı ürün stok kontrolünü geliştirerek sipariş doğruluğunu arttırır (Keow ve Nee, 2018: 28).

Dijitalleşmenin satın alma üzerinde etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada çıkan sonuçlar arasında; satın alma için iyi yapılandırılmış dijitalleşme planının satın alma direktörü tarafından yürütülmesi gerekliliğinin yanı sıra robot kullanımının satın alma uzmanlarının iş yüklerini azaltarak onların katma değeri yüksek işlere odaklanmasını sağlarken işten çıkarmalara ise “mutlaka” yol açmayacağı yer almaktadır (Viale ve Zouari, 2020: 193).

Uluslar arası Robotbilim Federasyonu’nun 2019 raporuna göre endüstride kullanılan robot sayısı %6 artarak 422.271’e ulaşmıştır. Bölge olarak en yüksek kullanım Asya ve Avustralya’da iken sektör olarak önceki yıllardaki gibi otomotiv başı çekmektedir (IFR, 2019: 16).

2019 senesinde lojistik alanında 75.000 ünite robot kullanılırken 2023 senesinde bu rakamın 259.000 üniteye çıkacağı tahmin edilmektedir (IFR, 2020: 25). Gartner (2021) de hemen hemen aynı sonuca ulaştığı çalışmasında depolarda sosyal mesafenin güçlenmesine yardımcı olacak robot kullanımının dört kat artması beklemektedir.

2.3.2. Simülasyon

Küresel ekonomi ve maliyet düşürme baskısı ile talep dalgalanmalarında artış yaşanırken müşteri tatmini akıllı tedarik zincirinin önemini arttırdı. Nihai kararı vermeden önce tedarik zinciri tasarım alternatiflerinin risk fayda analizini yapmak önemlidir. Simülasyon, alternatiflerin karşılaştırmalı analizi ve

değerlendirilmesi için bize etkili bir yaklaşım sunar (Okada ve diğerleri, 2016: 373) makine kurulum sürelerini düşürür ve kaliteyi artırır (Kamble ve diğerleri, 2018: 417; Soylu, 2018: 48) zaman, malzeme, enerji ve finansal tasarruf sağlar (Straka ve diğerleri, 2020: 28) ancak simülasyon bir optimizasyon tekniği olmadığı için en iyi neticeyi vereceği ve alınanların da aynen olacağının güvencesi yoktur (Yavuz, 2005: 4). 2020 yılında Covid-19 salgınının ortasında birçok işletmenin arz-talep tahsilâtlarını çok hızlı uyarlaması gerektiği durumlarda “tedarik zinciri dijital ikiz” yaratma ihtiyacı ve değeri belirlenmiştir (Ivanov ve Dolgui, 2020: 12).

2.3.3. Yatay ve Dikey Entegrasyon

Dikey entegrasyonda kullanılan siber fiziksel sistemlerle fabrikaların ve üretim düzenlerinin talep düzeylerine, stok seviyelerine, arıza/bakım durumlarına anlık tepki verebilmeleri söz konusu olacaktır (Öztürk ve diğerleri, 2018: 350) Yatay entegrasyonda, malzemeden ürün çıkana kadar ki döngünün lojistiğine kadar değer yaratma bölümleriyle entegre edilirken; dikey entegrasyonda ise değer yaratma ve üretim sistemlerinin farklı toplama seviyeleriyle birlikte ürün, ekipman ve insan ihtiyaçlarını bütünleştirir (Lu, 2017: 7). Gartner'ın (2021) yaptığı bir araştırmada 2023 yılına kadar küresel ürün merkezli işletmelerin %50'sinin gerçek zamanlı lojistik görünürlük platformlarına yatırım yapması beklenmektedir.

2.3.4. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Önceleri tedarik zincirinde bilgi (RFID, barkod, vb.), malı tanımlamak için kullanılırken artık bu tanımlama temel takip, otomatikleşmiş işlem ve dağıtım gibi farklı amaçlarla kullanılmaya başlandı (Flügel ve Gehrmann, 2009: 16). Nesnelerin üzerine yerleşen sensör ve etiketler vasıtasıyla tedarik zinciri daha akıllı hale geldi (Özsoylu, 2017: 50). Sensör ağlar yardımı ile toplanan gerçek zamanlı bilgiler sayesinde; ulaşım yönetiminde iyileşme, çevresel etkilerin aza indirilmesi ve tarafların ulaştırma hizmetinden sağladıkları faydayı

maksimum kılmak amaçlanmaktadır. (Özdemir ve Özgüner, 2018: 44). Nesnelerin interneti insanlarla birlikte (Betti ve diğerleri, 2020: 142) tedarik zinciri için bilgi paylaşımını ve güvenliği artırır (Wamba ve Queiroz, 2020: 1).

Günümüz dijital modelinde fiziksel depolar yerine veri merkezleri, fiziksel kutular yerine bitler ve fiziksel kamyonlar yerine de bant genişliği geçmiştir (Büyüközkan ve Göçer, 2018: 158). Nesnelerin interneti (IoT) lojistik işletmelerinde en çok kullanıldığı alanlar filo yönetimi (%56) ve güvenlidir (%51) (Microsoft, 2019: 6). IoT tedarik zincirinde kontrolünü artırırken, stok, maliyet ve karbon emisyonunu azaltmaktadır (Liu ve Lu, 2012: 994).

Hsu ve diğerlerinin (2016: 1295) tek noktadan lojistik sağlayıcı bir işletmede yaptığı çalışmada işlem süresinin özellikle satın almada kısaldığı, süreç etkinliğinin arttığı, bilgi akışının daha doğru bir şekilde gelişerek şeffaflığın arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Geleneksel işletmelerin 120 gün olan reaksiyon süresini IoT kullanan gelişmiş işletmelerde emniyet stoğu tutmadan birkaç güne düşürmüştür (Atzori ve diğerleri, 2010: 2795).

Microsoft 2019 senesinde altı ülkede 3.233 IoT karar vericisi ile yaptığı online anket sonucunda “IoT Signals” raporunu yayınlamıştır. Bu rapora göre işletmelerin IoT uygulamalarında en büyük iki neden %56 ile işletmenin iyileştirilmesi ve %47 ile işçi üretkenliği iken %40 ile dördüncü sırada; tedarik zincirini yönetmek, kaliteyi sağlamak ve varlıkların takibi yer almaktadır (Microsoft, 2019: 5). Yapılan başka bir çalışmada IoT’nin tedarik zincirinde tam şeffaflığın sağlanmasını desteklediği, şeffaflık ve izlenebilirlik sayesinde satıcı alıcı ilişkisindeki güven seviyesini güçlendirdiği görülmüştür (Bienhaus ve Haddud, 2018: 978).

IoT cihazlarının gelişmesiyle birlikte akıllı ulaşım gerçek olmaktadır (Humayun ve diğerleri, 2020: 61). Taşımacılıkta belirli bölgeler oluşturularak tehlikeli yüklerin tepkimeye girmesi önlenabilir (Haller ve diğerleri, 2008: 6). Aynı anda birden çok ünite tarafından stokların depodaki yerleri ve adetleri için bilgi edinilebilir (Öztürk ve diğerleri, 2018: 350). Arıza daha oluşmadan bakım zamanlarının tespit edilip yetkili kişiler bilgilendirilebilir (Öğünç, 2018: 1668). Nesnelerin interneti sayesinde tedarik zincirinde; ürünlerin ve teslimatların gerçek zamanlı izlenebilmesi (Rane ve Thakker, 2019: 743), verinin doğruluk

ihtimalinin çoğalmasıyla birlikte daha hızlı bir istisna yönetimi sağlanması etkileri arasında sayılabilir (Yılmaz ve Duman, 2019b: 195). Yine yapılan bu araştırmada üretim işletmelerinde IoT'nin faydaları arasında birinci sırada %43'le maliyetlerin düşürülmesi yer alırken tedarik zinciri ve işletme yönetimi optimizasyonu %34 ile beşinci sıradadır (Microsoft, 2019: 45).

2.3.5. Siber Güvenlik

Her şey bulut bilişim ile bağlı olduğundan herhangi bir siber saldırıda ekonomik kayıp büyük olabilir, bu nedenle; ağ güvenliği sağlanmalı, yetkisiz kullanıcıların bilgiye erişimi engellenmeli, bir cihaz ya da kullanıcı yetkilendirildiğinde bilgiye ulaşabilmeli, bilginin yayılımı ve içeriği kontrol edilebilmeli ve herhangi bir güvenlik problemi oluştuğunda mühendislerce ağ ayarları, tarihi kayıtlar vb. bilgiler kontrol edilebilmelidir (Zhang ve diğerleri, 2017: 154). Modern üretim tekniklerinden kaynaklanan siber fiziksel güvenlik sorunlarının üstesinden gelerek, kritik verileri doğrudan makinelere merkezileştirmiş bir kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreciyle direkt makineye iletir (Wegner ve diğerleri, 2017: 69). Kötü amaçlı bir yazılımla üretim kalitesi etkilenebilir ya da sistem tamamen bir kapanmaya yol açılabilir (Kamble ve diğerleri, 2018: 418). IBM raporunda nesnelerin interneti cihazlarına virüs bulaştırma saldırıları hedeflerinin 2018 yılından itibaren tüketicilerin kullandığı elektroniklerden kurumsal donanımlara kaydığı gözlemlenmiştir (IBM, 2020: 9). Siber güvenliğin bilgi işlem tedarik sürecine katılımı 2016 yılından bu yana kayda değer bir gelişme göstermiştir (Maurer ve diğerleri, 2021: 29).

2.3.6. Bulut Bilişim

Bulut bilişim, otomatik lojistik çözümleri üzerinde ölçeklenebilir bilişim teknolojisi altyapısı sağlar (Schuldt ve diğerleri, 2010: 309) ve bu sayede taşıma sorunlarına hızlı çözüm önerileri getirir (Özdemir ve Özgüner, 2018: 43). Bulut bilişim TZY'indeki tüm halkalar arasında eş zamanlı iletişim yaratarak,

işletmelerce oluşacak talepler için üretip işletmelerin stok düzeylerinde düşüş yaratabilecektir (ztrk ve diğerkleri, 2018: 350).

IoT bulut platformlarının ana amacı IoT cihazları ile IoT uygulamalarını birbirine bağlayarak karar vericilere gerçek zamanlı bilgi sağlamak için IoT cihazlarından ERP'ye ve iş zek yazılımlarına verilerin güvenliği ve iletimine yardımcı olmaktır (Ben-Daya ve Bahroun, 2019: 4723). Bulut bilişim işletmelerin sahiplik maliyetini büyük ölçüde düşürmek için bir fırsattır (Prasse ve diğerkleri, 2014: 59).

Bulut bilişim, lojistikte manuel işlemlerin otomasyonu ile beraber zaman ve maliyeti düşürmüş verimliliği arttırmıştır (Yılmaz ve Duman, 2019b: 196). Vemula ve Zsifkovits'e göre (2016: 231) tedarik zinciri karar vericileri risk değerlendirme modellerini riskleri ve niteliklerini tanımlamak için kullanabilirler, fakat sonunda başarısızlık maliyetini en aza indirmek ve optimal yatırımları belirlemek için risk optimizasyon modellerini kullanmak zorunda kalacaklardır.

Türkiye'de beşi bulut bilişim kullanan on lojistik işletmesi ile yapılan bir araştırmada bulut bilişim uygulama kararını olumlu etkileyen faktörler;

- lojistik işletmeleri tarafından algılanan faydalar,
- teknolojik uyumluluk,
- st yönetim desteği,
- gelişen teknolojiye ayak uydurma zorunluluğu
- endüstri gereklilikleridir.

Olumsuz etkileyen faktörler ise;

- lojistik işletmeleri tarafından algılanan risk,
- veri güvenliği,
- lojistik işletmelerindeki ve ülkedeki teknolojik altyapı,
- servis sağlayıcılar
- yasal süreçlerdir.

Ayrıca, bulut bilişim uygulama kararı işletmenin büyüklüğüne, uygulamanın türüne, organizasyon kültürüne, stratejisine göre farklılık göstermektedir (Aktepe ve Saatçioğlu, 2017: 13-16).

2.3.7. 3 Boyutlu (3D) Yazıcılar

3 boyutlu (3B/3D) yazıcılar başka bir deyişle katmanlı üretim, yedek parça ihtiyacı olduğunda 3D yazıcı sayesinde temin edilebileceğinden yedek parçanın depolanması ve buna sermaye bağlanmasına gerek kalmayarak (Yılmaz ve Duman, 2019b: 197) tedarik riskini azaltacaktır (Ivanov ve diğerleri, 2018: 833). Ayrıca TZY'nin müşteri odaklılık, uyum, hızlı yanıtı, verimlilik gibi belli başlı birçok kavramını doğrudan destekler özelliktedir (Akyüz, 2019: 124).

3B yazıcıların TZY'nde kullanılmasının özü; tedarik zincirinin farklı aşamalarında daha kısa teslimat süreleri, ürün kişiselleştirmesini arttırmak ve envanteri azaltmaktır (Ivanov ve diğerleri, 2018: 832). Katmanlı (3B) üretim işi, depo nakliye, stok gibi tedarik zinciri maliyetlerinde düşüş yaratarak bir fırsat sağlarken, yoğun işten çıkarmalar ve talep yoğun dönemde emniyet stoğunun olmaması gibi tehditler de içermektedir. Ayrıca lojistik masrafından tasarruf sağlanırken üretim maliyeti artmakta ve ölçek ekonomisinden uzaklaşmaktadır (Mohr ve Khan, 2015: 164; Öztürk ve diğerleri, 2018: 350).

2.3.8. Arttırılmış Gerçeklik

1980'lerde ürün geliştirme sürecinde faal kullanılan fiziksel modellerin yerini 2000'lerden sonra dijital model ve sanal gerçeklik almıştır (Sayer ve Ülker, 2014: 70). Stok denetim proseslerinde yetkili personel değişen stok türlerine daha kolay uyum sağlayacak ve stokların ambardayken korumasını ve bakımında daha bilinçli olacaktır. Böylece depoda ortaya çıkabilecek aksaklıklar önceden tahmin edilebilecektir (Öztürk ve diğerleri, 2018: 350). Arttırılmış gerçeklik, deponun ve aracın doğru ve optimum kapasite ile yerleşim planı yapılmasını sağlayabilir (Yılmaz ve Duman, 2019a: 3-4).

2.3.9. Büyük Veri

Tedarik zinciri maliyetlerinde azalma, değişen ortamda daha hızlı yanıt verme, verimlilik elde etme, operasyon planlama ve satış becerilerini geliştirerek daha güçlü tedarikçi ilişkileri sağlamaya yardımcı olan büyük verinin (Gunasekaran ve diğerleri, 2017: 311) analizleri işletme performansını artırıcı etkiye sahiptir (Ji-fan Ren ve diğerleri, 2017: 5021).

Büyük veri lojistik çalışmalar bakımından ileri seviyede rekabet imkânı ve stratejik olarak prosesleri daha iyi yönetebilme yeteneği sağlar (İyigün, 2019: 100).

Eş zamanlı verilerin analiziyle stok denetim proseslerinde ortaya çıkacak bir problem önceden saptanıp giderilebilir. Üretim ve makine çalışma süreleri konusunda bilgi edinmemize yarayarak stok denetim proseslerinde verimliliği arttırabilir (Öztürk ve diğerleri, 2018: 350).

Büyük veri tedarikçi risk etkisini tanımlamak için planlama aşamasında kullanılabilir (Ivanov ve diğerleri, 2018: 833). Bu durum, yenilik ve büyümeyi hızlandırmak ve tedarik zinciri kararlarını optimize etmek için büyük bilginin gücünü açığa çıkaracaktır (Merlino ve Spröge, 2017: 313). Lojistik çalışmalarında her aksiyon, sonrasında verimli bir biçimde çözümlenmesi gereken verileri yaratır, düzgün yapılan her çözümleme, lojistik proseslerinin optimizasyonu manasına gelmektedir (Yılmaz ve Duman, 2019b: 196). Büyük veri son on yılda TZY’nde dijital teknolojiler uygulamasının en detaylandırılmış alanı olmuştur (Ivanov ve diğerleri, 2018: 831).

Büyük veri analizi; (1) analiz setini geleneksel kurumsal kaynak planlama ve tedarik zinciri yönetim sistemi dâhili verilerinin ötesinde genişletir, (2) analiz etmek için dâhili ve harici veri kaynaklarını birleştirerek güçlü istatistiksel teknikler uygular ve (3) tedarik zinciri karar analizini, stratejik seçimi ve operasyon optimizasyonunu iyileştiren yeni bir yaklaşım yaratır (Yudhistyra ve diğerleri, 2020: 143).

Pellengahr ve diğerlerinin (2016: 25) yaptığı çalışma sonuçlarında büyük verinin satın alma için kilit rol oynadığı ve özetlenen verilerin karar verme sürecinin temelini oluşturduğu görülmüştür. Büyük veri sayesinde tedarik

maliyetinin düşürülmesi için yeni fırsatlar keşfedilebilir ve satın alma randımanı %10'dan %30'a arttırılabilir (Khuan ve Swee, 2018: 54).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada, lojistik işletmeleri nesnelerin interneti ve büyük bilgi teknolojilerinin işletmelerin beklentisine etkisi büyük olduğu için bu iki teknolojiye önem verdikleri gözlemlenmiştir (Büyüközkan ve Güler, 2019: 42).

2.3.10. Diğer Unsurlar

Siber Fiziksel Sistemler (CPS): Üretimin her seviyesini birbirine özerk ve işbirlikçi unsurlar ve alt sistemlerle bağlar. Akıllılık, bağlantılılık ve hızlı çözüm oluşturma üretimde kullanılan siber fiziksel sistemlerin ana özellikleridir (Monostori ve diğerleri, 2016: 624). Lojistik sistemler, siber fiziksel sistemlerin kullanımı için bilgi ve mal akışı, temel fonksiyonların karmaşasını çözmek ve süreç adaptasyonu bakımından iyi alanlar sağlamaktadır (Prasse ve diğerleri, 2014: 55). Tedarik zincirinin mal akışının tamamen şeffaflılığı için yeni bir nitelik yaratmaktadır, ürünlerin takibinde, zincirin tüm halkaları için güvenliğin temininde, bir veri iletişim müşterek platformuna ulaşımında, talep stok ve satış hakkında bilgi sağlanmasında ve üretim sırasında anomalileri takip etmede kullanılır siber fiziksel sistemler (Yılmaz ve Duman, 2019b: 195).

Öztürk ve arkadaşlarına göre, (2018: 350) akıllı ürünlerdeki bilgi taşıyan işlemci, tanımlanabilir bileşenler ve gömülü algılayıcı özelliklerinden dolayı ürünler eş zamanlı olarak takip edilebilecek ve ürüne için gelebilecek talepler kestirilebilecektir. Müşterilerin üretim proseslerine katılmasıyla birlikte işletmeler, müşterilerini bilecek ve müşteri gereksinimlerine göre ürün depolayacaklardır. Siber fiziksel sistemlerle birlikte taleplerde, stok düzeylerinde ya da hatalarda oluşacak değişikliklere hızlı bir şekilde reaksiyon gösterilecek ve bunun sonucunda da genel atık miktarı düşürülebilecektir.

Lojistik, siber fiziksel sistemler ve IoT'nin tedarik zincirinin tüm alanlarına girmesi için yol açmaktadır (Prasse ve diğerleri, 2014: 60). Trafik vaziyet denetimi, akıllı park, filo yönetimi ve yol güvenliği konularında araç

takibi, altyapının kontrolü, iletişim ve bilgi yönetiminin temini lojistikte kullanım alanlarıdır (Bakan ve Şekkeli, 2018: 22).

Akıllı Fabrikalar: Akıllı fabrikalarda siber fiziksel sistemler ana destek olup tüm ekipman, insan, mal ve ürün, operasyon ve süreçlerin olduğu eş zamanlı çalışan, biri fiziksel diğeri sanal olan iki takım sistem vardır (Davies ve diğerleri, 2017: 1289; Zhang ve diğerleri, 2017: 141). Tüm tedarik zinciri, sensörler, veri odaklı bulut bilişim sistemleri, vb. kullanılarak geliştirilmiş model ve algoritmalarla analiz edilir ve karar verilir (Menon ve diğerleri, 2018: 181).

Akıllı fabrikalardaki tedarik zincirleri zaman içinde gelişen dinamik yapılara sahiptir (Ivanov ve diğerleri, 2018: 831). Akıllı üretim, tedarik zincirine; etkinliği ve kaliteyi artırma, belirgin maliyet düşüşü, esneklik, genişletilmiş sorumluluk gibi faydalar sağlamaktadır (Menon ve diğerleri, 2018: 181).

Blok zincir (Blockchain): Blok zincir teknolojisi ile tek bir kuruluş tarafından yönetilmeyen, paylaşılan ve güvenilir bir bilgi sistemi olduğundan bu veriler her adımda herkes tarafından kullanılabilir ve dolayısıyla hem işletmeler hem de tüketiciler için şeffaflığı artırır (Betti ve diğerleri, 2020: 140). Blok zincir özellikli akıllı sözleşmelerin kullanılması sayesinde satın alma süreçlerindeki yolsuzluk azalacaktır (Akaba ve diğerleri, 2020: 9). Blok zincir tedarikçi seçiminden malın teslim alınmasına ve ödemenin yapılmasına kadarki satın alma süreçlerini kolaylaştırır ve veriler için kayıt oluşturma sistemini kökten değiştirir (Rejeb ve diğerleri, 2018: 82).

Dördüncü sanayi devriminin getirdiği bu teknolojileri benimsemek dünya ekonomisinin %50'sini etkileyebilir (McKinsey&Co., 2020: 9). Türkiye'deki çalışma süresinin yaklaşık %50'si otomasyon potansiyeli yüksek işlere harcanmaktadır (McKinsey&Co., 2020: 18). Bu süre 2030 yılına kadar dünya ortalamasının üzerinde bir oranla, ortalama %20-25'i otomatikleştirilebilir. Teknolojik gelişmelere ve sosyal değişikliklere bağlı olarak bu süre maksimum %45-50'ye ya da minimum %5'e kadar çıkabilir (McKinsey&Co., 2020: 22).

2.4 COVID-19 PANDEMİSİNİN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE SATIN ALMA VE LOJİSTİK FONKSİYONLARINA ETKİLERİ

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2021) 11 Mart 2020'de salgın (pandemi) olarak ilan ettiği Covid-19 ortaya çıkışı ile tedarik zincirini, lojistiği ve ticareti hemen etkisi altına almıştır (Notteboom ve diğerleri, 2021: 207). Arzın davranışsal yönlerine sınırlı bir ilgi gösterme eğiliminde olan (Hoek, 2020: 2) tedarik zincirinde yaşanan sorun aslında 2009 H1N1 influenza ve 2014 Ebola virüsü salgınlarında ortaya çıkmıştır (Armani ve diğerleri, 2020: 403). Düşük olasılıklı ancak yüksek etkili olaylar olarak kabul edilen salgınlarda (Notteboom ve diğerleri, 2021: 181) tedarik zincirleri birçok belirsiz değişkenle çevrilidir ve optimal bir politika seçme görevi göz korkutucu hale gelebilir (Alkahtani ve diğerleri, 2021: 2). KPMG (2020: 9-10) Türkiye'nin yapmış olduğu "İş Dünyası Gözünden Covid-19'un Etkileri" isimli çalışmaya göre, katılımcıların %60'ı salgının tedarik zincirini etkilediğini görüşündedir. Bu etkileri şöyle sıralayabiliriz;

1. bazı sektörlerde fazla talep artışı bazı sektörlerde fazla talep düşüşü ile stok yönetimi,
2. talep ve arzdaki ani ve benzeri görülmemiş değişimin yarattığı hammaddeye erişim ve lojistik,
3. dijitalleşmemiş tedarik zincirlerinde sorun ya da değişikliklerin izlenememesi ile karmaşıklaşan tedarikçi görünürlüğü,
4. alternatif tedarikçiye geçiş ve dalgalanan fiyatlarla üretim maliyetlerinin artması
5. aynı ortamda çalışma ve seyahat kısıtlamaları nedeniyle işgücü problemleri.

Tedarik zinciri sistemi tam olarak hazırlanmasa da 3 boyutlu baskı gibi hiç ya da çok az değişiklik yaparak bir üründen diğer ürün üretimine geçmenin kolay olduğu yöntemlerden faydalanılabilir (Armani ve diğerleri, 2020: 403)

Literatürde dördüncü sanayi devriminin sanayi işletmelerine özellikle satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkilerine dair kaynakların sayısının yetersiz olduğu görülmüştür.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SANAYİ İŞLETMELERİNİN SATIN ALMA VE LOJİSTİK FONKSİYONLARINA YÖNELİK NİTEL BİR İNCELEME

Dördüncü sanayi devriminin sanayi işletmelerinde satın alma ve lojistik fonksiyonlarına olan etkilerinin araştırıldığı tez çalışmasının bu bölümünde araştırmanın amacı, yöntemi, deseni, örneklem seçimi ve araştırma analizinin yanı sıra değerlendirme ve bulgulara yer verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

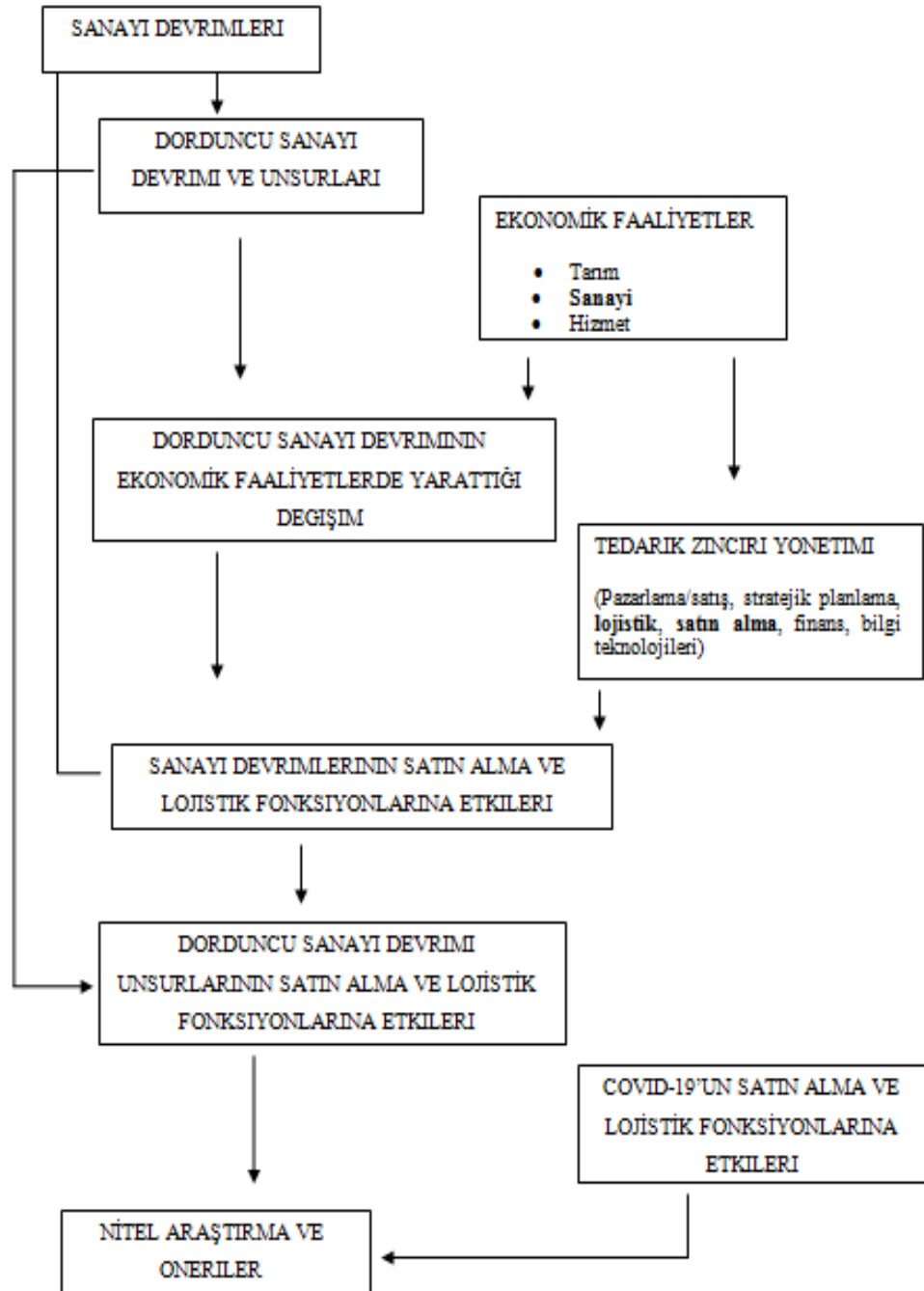
Bu çalışmanın yapılma amacı; sanayi işletmelerinin dördüncü sanayi devrimi unsurlarına hangi düzeyde hâkim olduğunu belirlemek, literatürde belirtilen dördüncü sanayi devrimi unsurlarını kullanma nedenlerini ve unsurların işletmelere etkilerinin reel ile ilgisini anlamak ve işletmelerin adaptasyon sürecinde yaşadıklarını tespit etmektir. Çalışmanın araştırma soruları;

- Dördüncü sanayi devrimini uygulayan işletmeler bu devrimi nasıl tanımlıyorlar?
- Dördüncü sanayi devrimi unsurlarını işletmelerinin hangi alanlarında ve satın alma ve lojistik fonksiyonu özelinde hangi işlemler için kullanıyorlar?
- Dördüncü sanayi devrimi unsurlarına tam adapte olan işletmelerin özellikleri nelerdir?
- Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının adaptasyon süreci ve yaşanan zorluklar nelerdir?
- Dördüncü sanayi devrimi unsurlarına adaptasyonu yatırımının geri dönüş süresi nedir ve satın alma ve lojistik fonksiyonlarının payı nedir?
- Covid-19 pandemisinin direkt etkileri ve dördüncü sanayi devrimi unsurlarına etkileri nelerdir?

3.2. KAPSAMI

Çalışmanın bütünsel değerlendirilmesi için hazırlanan Şekil-15’de araştırmanın kavramsal modeli yer almaktadır.

Şekil 15: Kavramsal Model



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.3. METODOLOJİ

3.3.1. Araştırmanın Yöntemi

Sosyal bilimcilerin ilk kullanımlarının 1960'lara uzandığı nitel araştırma yöntemi (Tanyaş, 2014: 25) bu çalışmada; yorumlayıcı ve natüralist bir yaklaşım içermesi (Denzin ve Lincoln, 2008: 4), insan deneyimlerinin derinlemesine incelenmesini sağlaması (Kıral, 2020: 172), tanımlayıcı olması ve sonuçtan çok süreçle ilgilenmesi (Bogdan ve Bilken, 1992: 5-6) nedenleriyle kullanılmıştır.

3.3.1.1. Araştırmanın Deseni

Araştırma deseni olarak nitel araştırma yöntemleri içinde yer alan beş araştırma deseninden fenomenoloji (Creswell ve diğerleri, 2007: 237) seçilmiştir. Katılımcıların fenomeni nasıl tecrübe ettiklerini (Eddles-Hirsch, 2015: 252), ilgili deneyim koşullarıyla birlikte birinci şahıs bakış açısıyla sundukları (Smith, 2018) bu desen, kavramsal temelde yaşanmış deneyim yansımalarına dayalıdır ve konuşma ve diyaloglarla anlam sağlanır (Morse, 1994: 35). Bu nedenle yarı yapılandırılmış görüşmeler ZOOM iletişim programı aracılığı ile internet üzerinden yüz yüze yapılmıştır.

3.3.1.2. Veri Analiz Yöntemi

Nitel bir araştırmanın analizi için kullanılacak yazılımlar arasından verilerin sistematik bir şekilde organize edilmesini sağlayan kodlar, kategoriler ve temalar yaratılmasına kolaylık sağlayan (MAXQDA, 2020: 1) MAXQDA programı tercih edilmiştir. Yapılan görüşmeler, benzeşen verilerin belli temalarda birleştirilip anlaşılabilir bir sistemde yorumlandığı içerik analizi (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 227) tekniğiyle incenmiş kodlarla değerlendirilmiştir.

3.3.1.3. Ön Çalışma

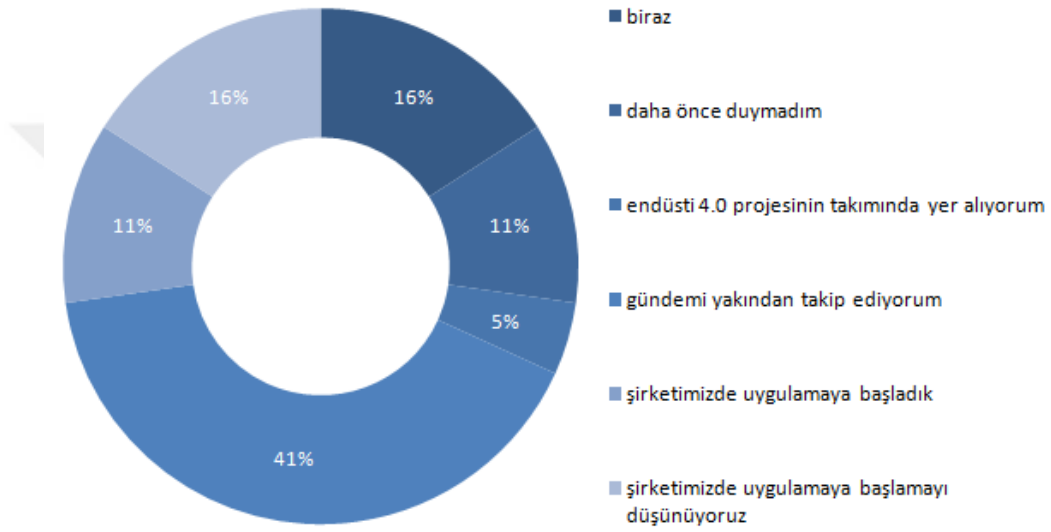
Yapılan ön literatür taramasında dördüncü sanayi devrimi ile ilgili yapılan Türkçe yayınlarda sanayi işletmeleriyle özellikle tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları olan satın alma ve lojistik özelinde çalışma yapılmamış olmasından hareketle, Türkiye’deki sanayi işletmelerinin tedarik zinciri yönetimlerinin özellikle satın alma ve lojistik fonksiyonlarının dördüncü sanayi devrimi unsurları ile olan ilişkisini saptayabilmek ve araştırmanın ana çalışmasına zemin oluşturabilmek için bu ön çalışma yapılmıştır. 2019 Şubat ayında www.iso500.org.tr web adresinde yayınlanan son liste olan 2018 yılı “Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (ISO 500)” listesinde yer alan 157 sanayi işletmesinin 231 tedarik zinciri, satın alma ve lojistik yöneticisi ve/veya yetkilisi ile birlikte basından ve web adreslerinde dördüncü sanayi devrimi ile ilgili çalışmaları olan işletmelerin yetkililerine de sosyal medya (Linkedin) üzerinden Ek:1’de yer alan ön çalışma anketi gönderilmiştir. Ulaştırılan 256 ankettan yaklaşık %17’sine (44 anket) geri dönüş olmuştur. Yazılı şekilde Linkedin veya e-posta üzerinden toplanan anketler MAXQDA programına yüklenerek orada analizi yapılmıştır.

3.3.1.4. Ön Çalışmanın Sonuçları

Ön çalışma için hazırlanan 5 soru ile tedarik zinciri yetkili ve/veya yöneticilerinin dördüncü sanayi devrimi ile ilgili bilgileri ve işletmelerine hangi düzeyde uyguladıkları öğrenilmek istenmiştir. Dördüncü sanayi devrimini daha önce duymamış olanların oranı yaklaşık %11’dir. Bu %11’i oluşturan 5 katılımcı diğer sorulara yanıt vermemiştir. Gündemi yakından takip edenler %41’lik bir oran oluştururken konuyla ilgili bilgisini “biraz” olarak tanımlayanların oranı %11’dir. İşletmelerine dördüncü sanayi devrimi unsurlarını adapte etmeyi düşünenlerin oranı %16’dır. Bu %16’yı oluşturan 7 işletme ile nitel araştırma için bağlantı kurulduğunda sadece 1 tanesinde çalışmalara başlandığı bilgisi alınmıştır. İki senede başlanması düşünülen bir projeye henüz başlanmamış olmasının nedeninin büyük ihtimalle 2020 yılı mart ayında başlayan küresel

salgın olduğu düşünölmektedir. Anket katölimcölarından %16'sö işletmelerinde dördöncü sanayi devrimi unsurlarının adaptasyonuna başlamış bu katölimcöların %5'i de bu adaptasyon projesi takımında yer almaktadır. Araştırmanın ana unsuru olan nitel araştırma için göröşölen 9 kişiden 8'i bu %16'lık kısımda yer almaktadır.

Şekil 16: Dördöncü Sanayi Devrimi Konusunda Bilgi Düzeyi



Kaynak: Yazar

44 Katölimcöının dördöncü sanayi devrimini birkaç kelime ile tanımlamaları istendiğinde:

- Biraz bilenler; *insansızlaşma, kurumsallaşma, küreselleşme, teknoloji* olarak tanımlamış
- Gündemi yakından takip edenler; *birbiri ile haberleşen sistemler, verimlilik, akıllı fabrikalar, hız, yenilik* olarak tanımlamış
- İşletmelerinde uygulamayı düşönenler; *robot teknolojiler, birbiri ile haberleşen sistemler, maliyetlerde azalma, süreç yalınlaştırma* olarak tanımlamış
- İşletmelerinde adaptasyona başlamış ve/veya proje takımında yer alanlar; *nesnelerin interneti, insansızlaştırma, otomasyon ve verimlilik* olarak tanımlamışlardır.

Bu dört gruptan gelen ve en çok vurgulanan tanımlama kelimeleri sırasıyla; *birbiriyle haberleşen sistemler, verimlilik, otomasyon, robot teknolojileri ve akıllı fabrikalardır.*

Bu ön çalışmadan çıkan sonuçlar analiz edildikten sonra detaylı literatür taraması yapılmış nitel çalışma için sorular ve görüşme listesi oluşturulmuştur.

3.3.2. Nitel Araştırma

Görüşme soruları literatür taraması sonucunda Şekil-15'deki kavramsal model çerçevesinde dördüncü sanayi devrimi ve tedarik zinciri genelinden başlayıp satın alma ve lojistik fonksiyonlarına adapte ettikleri unsurlar özeline inilmiş ve ayrılan bütçe, geri dönüş ve Covid-19'un etkilerinin de detaylarını içeren yarı yapılandırılmış sorular (Ek-2) oluşturulmuştur.

Görüşme listesi oluşturulurken 2019 senesinde ön ankete yanıt veren işletmelerin son yayınlanan ISO 500 kurumsal listede yer alıp almadıkları kontrol edilmiştir. Listeye dâhil olmayıp adaptasyon sürecinde olan bir işletme ile birlikte listede olan ancak 2019 senesindeki anketi yanıtlamamış bir işletme görüşme listesine dâhil edilmiştir. Dördüncü sanayi devrimi unsurlarını işletmelerine adapte etmiş ya da etmekte olan imalat sanayi sektöründeki 12 işletme ve adapte etmeyi düşünen 7 işletme ile birlikte toplam 19 işletmeden oluşan görüşme listesindeki tüm isimlere şirket telefonları vasıtasıyla ulaşılmış ve görüşme talep edilmiştir. Görüşmeyi kabul eden, adaptasyona başlamış 9 yetkili/yönetici ile ZOOM üzerinden yüz yüze yapılan görüşmeler katılımcıların izinleri doğrultusunda kayıt altına alınmıştır. Kayıtlı görüşmeler tek tek deşifre edilmiş ve bu deşifreler MAXQDA programında incelenmiştir.

Her katılımcının yanıtları kodlanmış, bu kodlardan oluşturulan kategorilerden de temalar oluşturulmuştur. Toplamda 10 temadan oluşan analiz bulgular bölümünde detaylandırılmıştır.

3.3.3. Katılımcı Profili

2019 yılı ön anketine yanıt verenlerden biri iş değiştirdiği, ikisi de başka ilgili kişilere yönlendirdiği için 2019'da ankete yanıt veren işletmelerin yetkili/yöneticilerden 5'i aynı, 3'ü farklı kişilerden oluşmuştur. 1 kişi 2019'daki listede olmasına karşın ön ankete yanıt vermemiş ancak yüz yüze görüşmeyi kabul etmiştir.

Katılımcıların yaşlarına bakıldığında ikisi X kuşağına, kalanı Y kuşağına mensuptur, katılımcıların arasında Z kuşağından bir yetkili/yönetici bulunmamaktadır. Katılımcıların ikisi 5 sene ve altında; üçü 5-10 sene arasında; kalan dördü de 10 sene ve üstünde aynı işletmede çalışmaktadır. Katılımcıların pozisyonları; 1 grup tedarik zinciri müdürü, 2 tedarik zinciri müdürü, 2 lojistik müdürü, 1 tedarikçi müdürü, 1 tedarikçi performans geliştirme sorumlusu, 1 tedarik kalite mühendisi ve 1 satın alma uzmanı şeklindedir.

Çalışan sayısı bakımından büyük işletme statüsüne giren işletmelerin beşi çok uluslu, biri yabancı ortaklı ve üçü de yerli sermayeye sahiptir. İşletmelerin 5'i yaşları bakımından 50 ve üzeri, geri kalanı da 40 yıl altıdır.

Tablo 3: Katılımcı Profil Tablosu

Katılımcı	İşletmenin Türü	İşletmenin Yaşı	Sektör	İşletmede Çalışan Sayısı	Katılımcının Yaşı	Katılımcının İşletmede Çalışma Süresi	Katılımcının İşletmedeki Pozisyonu
K1	Yerli sermaye	10-20 yıl	Sağlık	251-500	39	8 yıl	Tedarik Zinciri Müdürü
K4	Yerli sermaye	30-40 yıl	Gıda	1001 üzeri	44	20 yıl	Grup Tedarik Zinciri
K6	Yerli sermaye	50 ve üzeri	Otomotiv	1001 üzeri	37	11 yıl	Satın Alma Uzmanı
K7	Yabancı ortaklı	50 ve üzeri	Otomotiv	1001 üzeri	29	5 yıl	Tedarikçi Performans Geliştirme Sorumlusu
K2	Çok uluslu	50 ve üzeri	Otomotiv	1001 üzeri	37	3,5 yıl	Tedarikçi Müdürü
K3	Çok uluslu	50 ve üzeri	Elektrik-Elektronik	1001 üzeri	40	7 yıl	Tedarik Kalite Mühendisi
K8	Çok uluslu	50 ve üzeri	Elektrik-Elektronik	1001 üzeri	35	10 yıl	Lojistik Müdürü
K5	Çok uluslu	20-30 yıl	Kimya	1001 üzeri	35	9 yıl	Lojistik Müdürü
K9	Çok uluslu	20-30 yıl	Tekstil	1001 üzeri	46	18 yıl	Tedarik Zinciri Müdürü

Kaynak: Yazar

3.4. NİTEL ARAŞTIRMA ANALİZİ

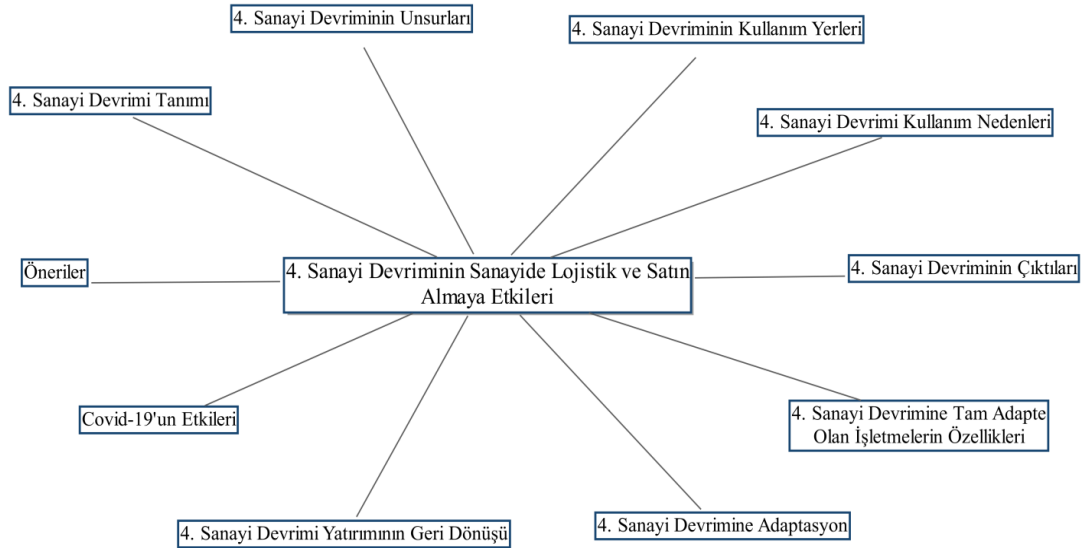
İlk yedi görüşme 22-28.04.2021 arasında tamamlanmış son iki katılımcıya ulaşmak zaman aldığı için görüşmeler 11-21.05.2021 tarihlerinde yapılmıştır. En kısa görüşme 17 dakika en uzun görüşme de 55 dakika sürmüştür.

Toplamda 211 dakika süren görüşmeler her görüşme sonrasında deşifre edilerek yazılı metin haline getirilmiş ve bu metinler MAXQDA programına yüklenmiştir. Her görüşme tek tek kodlanmış, ortak özelliklerine göre katılımcıların ifadelerinden oluşan kodlardan kategoriler oluşturulmuş ve bu kategoriler ile de temalara ulaşılmıştır. Analizin güvenilirliğini sağlamak için uzmanla ayrı ayrı kodlama yapılarak daha sonra üzerinde tartışılmış ve nihai kodlara ulaşılmıştır.

3.5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmanın amacına istinaden hazırlanan araştırma soruları doğrultusunda yapılan görüşmelerin analizi sonucunda on adet temaya (Şekil 17) ulaşılmıştır. Bu temaların içerisindeki bulgulardan üretim, insan kaynakları, pazarlama vb bölümler bu tezin kapsamında olmadığı için sadece satın alma ve lojistik ile ilgili olanlar detaylandırılacaktır.

Şekil 17: Dördüncü Sanayi Devriminin Sanayi İşletmelerinin Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonlarına Etkileri



Kaynak: Yazar

3.5.1. Dördüncü Sanayi Devriminin Tanımına İlişkin Bulgular

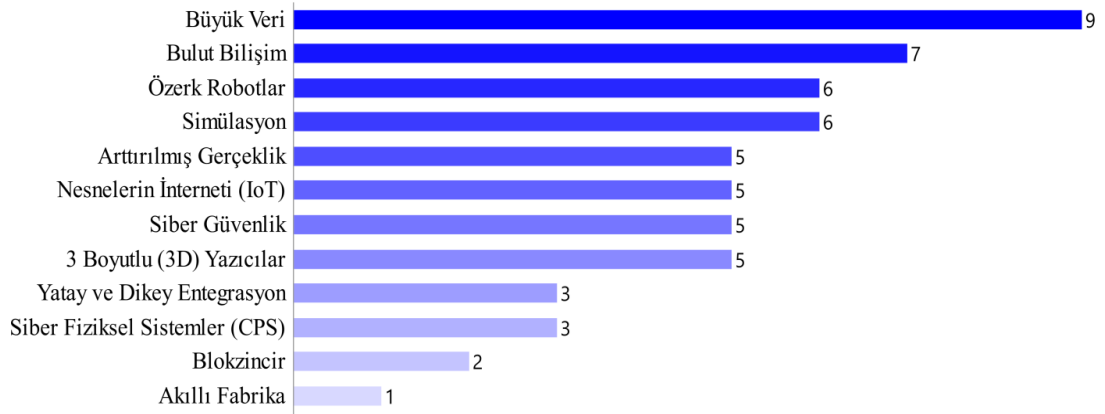
Yapılan görüşmelerde katılımcılar dördüncü sanayi devrimi için “*sürekli gelişmeye devam eden süreç*”, “*dijitalleşme*”, “*ileri teknoloji*” veya “*teknolojik gelişim*” gibi kavramlar kullanılmıştır. Katılımcılar dördüncü sanayi devrimi demek yerine *endüstri 4.0* demeyi tercih etmişler ve görüşmelerde katılımcılar tarafından toplamda 54 kez *endüstri 4.0*, 3 kez de *dördüncü sanayi devrimi* kelime öbeği kullanılmıştır. Dördüncü sanayi devriminin “*tam anlaşılamadığını*” düşünenlerin yanı sıra “*en yüksek teknolojiyi en iyi şekilde kullanma*” olarak da tanımlamış, “*iyileştirme*” olarak gören katılımcı devrim yerine “*değişiklik*” demenin daha doğru olacağını düşündüğünü iletmiştir. Dördüncü sanayi devrimini “*teknoloji kullanımı*” olarak gören katılımcılardan çok uluslu bir işletmede 18 yıldır çalışan şu an da tedarik zinciri müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-9 dördüncü sanayi devrimini “*dijital dönüşümden platforma giden yolculuk*” olarak tanımlamıştır.

Literatür bağlantısı: Dijital dönüşüm yıkıcı veya artımlı bir değişim sürecidir, dijital teknolojilerin benimsenip kullanılmasıyla başlar ve organizasyonun bütünsel dönüşümüne yol açar (Henriette ve diğerleri, 2016: 3).

3.5.2 Dördüncü Sanayi Devriminin Unsurlarına İlişkin Bulgular

TÜSİAD'ın BCG (2016: 25) ile birlikte hazırladığı “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0” isimli raporunda belirttiği dördüncü sanayi devrimin unsurlarından hangilerinin satın alma ve lojistik fonksiyonlarında kullanıldığının sorulduğu soruya verilen yanıtlarda bu dokuz unsura ilaveten literatürde de isimleri geçen “siber fiziksel sistemler (CPS)”, “blok zincir (block chain)” ve “akıllı fabrikalar (smart factory)” unsurları da katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Şekil-18’de dördüncü sanayi devrimi unsurlarından bahseden katılımcı sayıları bulunmaktadır.

Şekil 18: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurlarının Katılımcılar Tarafından Kullanım Sıklığı



Kaynak: Yazar

Büyük veri için tüm katılımcılar işletmelerinin satın alma ve lojistik fonksiyonlarında kullanıldığını belirtmişlerdir. 1985 yılından beri faaliyet gösteren %100 yerli sermayeye sahip işletmede grup tedarik zinciri müdürü olarak çalışan Katılımcı-4 on sene önce kurdukları OLAP küpleri ile veriyi özetleyerek kullandıklarını belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: İlk defa Dr. Codd tarafından kullanılan OLAP küpleri özet veri sayesinde karar verme sürecine katkı sağlamaktadır (Çubukçu, 2020: 65). Büyük veri kullanımı, özellikle satın almanın anlamlı bilgi yaratmak ve gerçek zamanlı cevap verebilmek için dijitalleşmesini desteklemektedir (Pellengahr ve diğerleri, 2016: 8).

Büyük veriden sonra en çok kullanılan unsur **bulut bilişim**dir. 6 katılımcı hâlihazırda kullandıklarını 1 katılımcı da ileride kullanmayı planladıklarını belirtmiştir. Bulut bilişim kullanan işletmelerden ikisi Microsoft Azure ile birlikte çalıştıklarını belirtmiştir. Bulut bilişimin, tedarikçi ile bilgi paylaşımı ve herhangi bir yerden işletme bilgilerine ulaşabilme gibi birçok nedenle katılımcılar tarafından kullanıldığı ve çeşitli zamanlarda yedeklerinin aldırıldığı belirtilmiştir. Microsoft Azure seçilen araç ve kapsamda birden fazla bulutta, işletme içinde ve uçta çalıştırılabilir (Microsoft, 2021).

Literatür bağlantısı: Yapılan bir çalışmada bozulabilir gıdaların tedarik takibinin gerçek zamanlı yapılabilmesi, ortam koşulu analizi yapılabilen ve bu

sayede gıda güvenliğinin korunduğu bulut bilişim bazlı bir sistem geliştirilmiştir (Keleş ve Ova, 2020: 140).

Özerk robotlar için 6 katılımcı etiketlemeden paletlemeye, stok sayımından depo-üretim hattı arasında ürün taşımaya kadar birçok alanda kullandıklarını belirtmiştir. %100 yerli sermayeye sahip ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren 15 senelik bir işletmede tedarik zinciri müdürü olarak çalışan Katılımcı-1 “Ürünlerimizi şu an dünyada en büyük robotlama, paletleme teknolojisi ile yapar bir hale geldik. Robot teknolojisini kullanarak bu alanda çok hızlı, çok daha hijyen bir şekilde bir paletleme ve sevkiyat sistemi kurduk” diye belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Krug ve diğerleri (2016: 546) tedarik zincirinde özellikle lojistik fonksiyonunda çalışanlarda hem zihinsel hem de fiziksel rahatsızlıklara yol açabilecek sıkıcı ve yorucu işlerin otomasyonu için kısmi çözümler sağlayan otonom/özerk robotları bir adım ileri götürerek basit sipariş toplamayı insan güvenliğine uygun bir şekilde kendi kendine yapabilen robot sistemi oluşturmuşlardır.

Katılımcı-2 **simülasyonu** şu an için üretimde kullandıklarını, Katılımcı-4 henüz kullanmaya başlamama nedeni olarak lisanslama maliyetlerinin yüksekliğini göstermiştir. Aktif olarak kullanan dört katılımcıdan detaylı bilgi veren yabancı ortaklı işletmede tedarikçi performans geliştirme sorumlusu olarak çalışan Katılımcı-7 “...tedarikçilerimizle biz çok sıkı çalışmak durumundayız parçaların kalitesi,...ile ilgili bir sürü test yapılması gerekiyor ki parça kabul alabilsin....bunlar için artık gitmeden uzaktan testler de yapabiliyoruz, veya tedarikçilerimiz bu testleri bizimle beraber aynı anda simülasyon üzerinden yapabiliyor...” diyerek tedarik zincirinde simülasyon kullanımının farklı bir yönü ile birlikte hammadde tedarikinde sorun olduğunda üretim hattında üretilen ürünü değiştirme işleminin şu an tecrübeli çalışanlar ve fazla stok tutulmasından kaynaklı çözümünü simülasyon yardımı ile yapılabileceğini de belirtmiştir. “Dijital ikiz” konusuna değinen iki katılımcıdan (Katılımcı-5 ve Katılımcı-4) daha detaylı bilgi veren Katılımcı-4 aynı sektörde olmadıkları bir Türk işletmesi için “...çok katma değerli bir şey yapmış üretim tarafında kullanmış simülasyon modelini, bunu da canlıya taşımış. Digital twin dediğimiz

dijital ikiz yaratmış simülasyon tarafında, ben veri tarafında dijital ikiz yaratmış oldum...” sözlerini dile getirmiştir.

Literatür bağlantısı: Baghci ve diğerleri (1998: 1387) çalışmalarında, tedarik zincirinde stratejik kararlar almadan önce IBM Tedarik Zinciri Simülatörü’nün kullanımının onlarca/yüzlerce milyon dolarlık tasarruf sağladığını tecrübe ettiklerini belirtmişlerdir.

Arttırılmış gerçeklikle ilgili “üretim tesisleri için teknolojinin efektif çalışması konusunda aksaklıklar var” diyerek teknolojinin biraz daha gelişmesini bekleyen Katılımcı-9’un yanı sıra Katılımcı-8 önümüzdeki dönemde depoda kullanacaklarını belirtmiştir. Eğitimlerde kullandıklarını belirten Katılımcı-7 ve Katılımcı-2’den daha detaylı bilgi veren Katılımcı-7 “...iş başında özellikle Covid-19 pandemisi döneminde bir ustabaşı ile siz birebir çalışamayacağınız mesafeden dolayı, bunu önce arttırılmış gerçeklikle sanal bir ortamda birebir uyguluyoruz” demiş ve verdikleri eğitimler için “ taktıkları VR gözlükler ve eldivenlerle beraber bir parçayı istenen tork ile sıkıyorlarmış, istenen yere taşıyorlarmış gibi birebir arttırılmış gerçekliği kullanıyoruz” diye eklemiştir.

Literatür bağlantısı: Müşterilerin daha fazlasını istediği modern tedarik zincirinde arttırılmış gerçeklik belirleyici güçlerden biri olacaktır. Örneğin depodan mal toplanması için ilgilinin doğru ürünü bulup yükleme alanına teslim etmesi gerekir arttırılmış gerçeklik sayesinde ürünün tam olarak nerede olduğu görülebileceği için bu işlem çok daha hızlanabilir (Merlino ve Sproge, 2017: 311).

Katılımcılardan biri henüz aktif olarak kullanmaya başlamadıklarını, ikisi pilot uygulamalar yapıldığını, diğer ikisi ise aktif olarak **nesnelerin internetini (IoT)** kullandıklarını belirtmişlerdir. Katılımcı-4 “...el terminallerinden üretilen aynı zamanda “beacon”lar (işaretleyici) vardır, beaconlar bluetoothlarla haberleşen şeylerin cihazların envanter yönetimi tarafında ve kaynakların görünürlülüğü tarafında kullanıyor” demiş ve sevkiyatta otomatik iş emirleriyle bastıkları çıkış sevkiyat listelerini istenen yerden, ilgili paletin alınıp karma palet yapılıp yapılmadığını, doğru bölünüp bölünmediğini forkliftlere kurdurdukları beaconlar sayesinde konum bilgisi olarak kontrol edebildikleri belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Nesnelerin birbirleriyle bağlanmasını sağlayan ve 2013 yılında tasarlanan beacon nesnelerin interneti (IoT) unsurunun en güncel teknolojisi olmuştur (Dong ve diğerleri, 2019: 4251). Depo duvarlarına yerleştirilmiş işaretleyicilerden gelen bilgiyi alabilen anten dizisiyle donatılmış forklift, depodaki konumunu belirleyebilir (da Costa Soares, 2021: 1).

Siber güvenlik için “olmazsa olmazımız” diyen Katılımcı-7 2017 yılında Renault Bursa fabrikasının 2,5 vardiya üretimi durdurmasına yol açan siber saldırıyı (Cumhuriyet, 2017) hatırlatarak “...siber güvenlik bizim de tüm sektörlerin de en öncelikli maddesi haline geldi..” demiştir. İki katılımcı siber güvenlik için ayrı birimleri olduğunun altını çizmiştir. İşletmelerin siber güvenlik önlemleri almakla birlikte ayrı bir birim kurmakta ne kadar haklı olduklarını aşağıda bahsi geçen rapor göstermektedir.

Literatür bağlantısı: IBM (2020: 29) raporuna göre 2019 senesinde en çok siber saldırıya uğrayan sektörler arasında imalat sektörü beşincilikten sekizinciliğe düşmüştü ancak aynı raporun son sayısına göre imalat sektörü en çok siber saldırıya uğrayan ikinci sektör olmuştur (IBM, 2021).

3 Boyutlu (3D) yazıcılar katılımcılar tarafından yeni ürün kalıpları için kullanıldığı belirtilmiş ve Katılımcı-1 “..üç boyutlu yazıcılarla modellemesini yapıp, görüp sonrasında satın alma yapabiliyoruz..” diye açıklamıştır. Çok uluslu büyük bir işletmede 3,5 yıldır çalışan ve şu anda tedarikçi müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-2 üç boyutlu yazıcıyı işletmelerinde nasıl kullandıklarını “..teknik dayanım olarak beklentimizi karşılamayabilir, mesela 10 bekliyorsam 6-7 karşılıyor ama ben alıyorum üç boyutlu yazıcıdan çıkan parçayı bir montaj denemesi yapabiliyorum, çok çok büyük avantajlar sağlıyor..” sözleriyle belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Attaran'a (2017: 681) göre, üç boyutlu yazıcılarla yapılan üretimin geleneksel üretime göre hız, maliyet kalite gibi temel avantajları bulunmaktadır. Bunun aksine Taşkın ve Çallı'ya (2015: 7) göre ölçek ekonomisine göre daha maliyetli ve yavaş olmalarının yanı sıra şu an için üretimde kullanılabilecek malzeme sayısının limitli olması üç boyutlu yazıcıların zayıf yönlerini oluşturmaktadır.

Yatay ve dikey entegrasyon ile ilgili Katılımcı-4 “ ..yatay ve dikey entegrasyonda zaten yatay katmanda tedarik zincirinde görünürlük kontrol kulesi yaklaşımından yola çıkarak ERP, WMS, TMS bir de bizim bu araç takip sistemlerinin tüm yazılımı ile insan kaynakları yazılımını birbirine entegre ettik...” demiştir. Katılımcı-7 ise dikey entegrasyonla ilgili şunları dile getirmiştir;

..yaklaşık olarak 3 yıldır yapmış olduğumuz çevik dönüşüm çalışmasının bilimsel olarak maddelenmiş hali, burada ne yapıyoruz? ..hiyerarşik düzen dediğimiz düzen bizde kırılıyor, artık bizde unvanlar ortadan kalkıyor ekip lideri yönetici, müdür değil roller yer alıyor....ben ekip lideri değilim ben Katılımcı-7'yim bu bu işlerde yetkinim...bir rolüm ve yaptığım işlerden beslenen bir yetkinlik grubum oluşuyor.

Literatür bağlantısı: Kontrol kulesi tedarik zinciri boyunca tedarikçiler, sözleşmeli üreticiler, nakliyeciler ve üçüncü taraf lojistik satıcılarının malların çıkış noktasından varış noktasına hareketlerini gerçek zamanlı izlemeleri için uçtan uça bütüncül görünüm sağlar (Liotine, 2019: 57). İnsanlar, ürünler, ekipman gibi değer unsurlarının üretim hattı veya işletme içiyle entegrasyonu olan dikey entegrasyon bu etkileşime ek olarak pazarlama, satış ve satın alma gibi görevlerin de entegre edilmesini içerir (Tung, 2018: 72).

Siber fiziksel sistemlerin kullanımı için çok uluslu bir işletmede tedarik kalite mühendisi olarak çalışan Katılımcı-3 “.. yanlışlıkla bir forkliftin arkasına ya da treylerin içine yanlış malzeme yükleyip onu farklı bir üretim holüne taşıdığımızda uyarı veriyor ve bu sayede siz kayıpları engelliyorsunuz” diye belirtmiştir. Katılımcı-4 ise “...insanların hangi raftan, hangi depo lokasyonundan ürünlerini toplayacağına arka tarafta algoritmaların çalışıp sizin bizim sezgisel yaptığımız işlere kendilerinin karar vermesi ve uygulayıcılara, operatörlere otomatik iş emirlerinin iletilmesi ,..., arka tarafta bir tool kullanıyoruz burada, karar destek sislerini kullanıyoruz...” sözleriyle dile getirmiştir.

Literatür bağlantısı: Siber fiziksel sistemler gerçek zamanlı bilgi izleme gerektirir (Lee ve diğerleri, 2018: 2756). Bilişim teknolojileri ile siber fiziksel sistemlerin lojistiğe entegre edilmesi görünürlüğü ve yönetebilirliği belirgin bir şekilde iyileştirerek daha verimli hale getirebilir. Bu alandan gelen bilgiler de

daha yüksek düzeyde teknolojik ilerleme için kritik girdi oluşturabilir (Ramingwong ve diğerleri, 2021: 204).

Blok zincirin satın alma ve lojistik alanında kullanımları ile ilgili detay 3.5.3 kullanım alanları başlığı altında verilmiştir.

Akıllı fabrikaların satın alma ve lojistik kullanımları konusunda Katılımcı-4'ün kurduğu tam otomatik depo ile ilgili şunları söylemiştir: “ ...şu an otomatik depomu kendi bilgisayarımdan yönetebiliyorum. İlgili bu siparişleri buradan indir, buradaki dinamik rafa yolla, bu araca yüklensin, ilgili araca yüklendikten sonra da otomatik ETA bilgisini aktarabiliyorum. Dijitalleşme bence budur.”

Literatür bağlantısı: Akıllı fabrikalarda işlemlerin sorunsuz yürütülebilmesi için malların açıkça tanımlanabilmesi gerekmektedir ve bu tanımlamada RFID çipler kullanılabilir. Örneğin; bir kamyon akıllı fabrikaya yaklaştığında tahmini varış süresi hesaplanan süre ile karşılaştırılır, bir gecikme algılanırsa atanan zaman aralığı serbest bırakılır ve yaklaşan başka bir kamyonun kullanımına sunulur (Zander ve diğerleri , 2020: 471).

Şekil 19: Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurları Kod Bulutu



Kaynak: Yazar

3.5.3. Dördüncü Sanayi Devrimi Unsurlarının İşletme Bünyesinde Kullanıldığı Alanlara İlişkin Bulgular

Yapılan görüşmelerde satın alma ve lojistik dışındaki fonksiyonlarda dördüncü sanayi devrimi unsurlarının kullanılıp kullanılmadığının sorulmamasına karşın üretim, insan kaynakları, pazarlama gibi fonksiyonlarda da kullanıldığı katılımcılar tarafından belirtilmiş ve oluşturulan Şekil 20’de genel gösterimi verilmiştir. Şekil 20’de işletme içerisindeki kullanım alanları ve buralarda hangi unsurların ne amaçla kullanıldığı da gösterilmiştir.

Satın alma ve lojistik fonksiyonlarında çalışanların performans ölçümleri için kullanılan büyük veri ve bulut bilişim insan kaynakları fonksiyonunun içinde değerlendirilmiştir. Aynı şekilde depo çalışanlarına verilen eğitimler için kullanılan artırılmış gerçeklik de insan kaynakları içinde değerlendirmeye alınmıştır. Siber güvenlik genel olarak değerlendirilerek güvenlik fonksiyonu olarak değerlendirilmiş ve satın alma ve lojistik fonksiyonları içinde belirtilmemiştir. Katılımcıların sadece satın alma ve lojistik özelinde belirttikleri unsurlar ve kullanım amaçları bu bölümün kapsamı içinde yer alacaktır.

Tüm katılımcılar tarafından kullanıldığı dile getirilen **büyük veri** sipariş ve öngörü için kullanılmaktadır. Katılımcı-8 gelecek senenin tahminini ilgili iş birimlerinden gelen rakamlarla yapmaktansa

...önceki senelerin aslında ne olduğuna, ne yaptığımıza, nerelerde efor gösterdiğimize dolayısıyla o eforu nereye odaklamamız gerektiğini planlayarak bu işlemi yaptıktan sonra bu iş birimlerine gidip bizim böyle bir öngörümüz var geçmiş dataya istinaden ne diyorsunuz, gelin bunu bir oturup konuşalım dediğimiz bir konu olduğu için büyük veri çok önemli...

diyerek büyük verinin satın alma birimi olarak ellerini güçlendirdiğini, diğer birimlere bağımlılığını azalttığını vurgulamıştır. Diğer bir katılımcı mal ya da hizmet satın almasını geçmiş data üzerinde çalışarak, simülasyonlar çıkartıp bu sonuçlara göre alım yaptıklarını vurgulamıştır.

Literatür bağlantısı: Geçmiş veri tabanında talep bazında yapılan büyük veri analitiği daha hızlı ve daha doğru tahminlerde bulunmaya yardımcı olarak satın alma sürecini etkinleştirerek reaktif olmaktan proaktif olmaya geçirebilir (Lamba and Singh, 2017: 882).

Büyük veriden sonra en çok kullanıldığı belirtilen **bulut bilişim** iç kullanımı dışında tedarikçi ile bilgi paylaşımı için de kullanılmaktadır. 1959'dan beri Türkiye'de faaliyet gösteren çok uluslu büyük bir işletmede şu an lojistik müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-8,

...ürün deposu yönetiyoruz biz Türkiye'de müşterimiz, tedarikçimizin bizden gelecek talepleri öngörülebilir şekilde almasını hesaplayan bir makromuz var arka planda çalışan, çok temelde özetlemek gerekirse. Bu hem bize avantaj sağlıyor hem de tedarikçimiz bir bilinmez bir kör kuyunun içerisinde, ben acaba ne yapacağım, bir sonraki ay nasıl bir iş gücü organize etmem gerek diye düşünmek zorunda kalmıyor. Biz burada Endüstri 4.0'ın çözümlerini hem kendimiz için hem de tedarikçimiz için kullanıyoruz ki onlar da aslında bizim yaptığımız bu gelişmelerden faydalansınlar...

şeklinde sinerjik bir yaklaşımla bulut bilişimin tedarikçilerle birlikte kullanımını anlatmıştır.

Literatür bağlantısı: Chetthamrongchai ve Jermstittiparsert (2019: 717) yaptıkları çalışmada bulut özellikli tedarikçi entegrasyonunun işletmenin sürdürülebilirliğini arttırmak için hareket ettiği, bulutun adaptasyonu ile işletmenin sürdürülebilirliği ve rekabetçi avantaj sağlaması arasında çok etkili ve önemli bir arabulucu olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özerk robotların satın alma ve lojistik fonksiyonlarında en çok kullanıldığı belirtilen alan depo bölümüdür. Kullanım alanları; stok sayımı, ürün kabul ve takibi, etiketleme, paletleme ve sevkiyattan fatura kesmeye kadar uzanmaktadır. 2022 yılının ilk çeyreğinde Türk yazılımlarıyla ERP sistemindeki veri girişine istinaden otomatik fatura kesilerek gönderiminin yapılmasını devreye alacaklarını belirten Katılımcı-4 stok sayımı için kullandıkları avatari şöyle anlatmıştır:

...robotu gönderiyoruz biz kasasında, robotla biz beraber sanal gerçeklik ortamını sağlıyoruz aslında. Bu robota komut verdiğimizde yükselebiliyor, alçalabiliyor, zoom yapma yeteneği var, birçok pikselli kamera yeteneği var. Bu robotla beraber envanter sayım süreçlerini yaptırдық. Bir tesisimizdeki bitmiş ürün stok sayımlarını, hammadde stok sayımlarını yaptırдық. Aynı anda birden fazla yerde olmayı sağladık.

Katılımcı-7 ise RFID taglerle (RFID etiketleriyle) mal kabul edildikten sonra büyük bir fiziksel alanda, birden fazla noktaya yapılacak nakliye operasyonlarında zaman kayıplarını azaltarak verimi arttıracak bir şekilde kullandıkları özerk robottan şu şekilde bahsetmiştir: “..Zarife ismini verdiğimiz ve üzerinde RFID tag ile okuttuğumuzda, doğru istasyona o an rotalama çizip gidecek, yolunda herhangi bir engel varsa etrafından dolaşacak, etrafında dolaşacak alan yoksa alternatif yol bulacak özerk robotlarımız var.”

Literatür bağlantısı: Guo ve diğerleri, (2020:20) dönüştürülebilir bir şasiye sahip tekerlekli robotlarını gerçek bir prototipini üretmişler ve düz zeminli kapalı depo ortamlarında geniş bir kullanım alanı olacağını belirtmişlerdir.

Simülasyon için hem sipariş hem de depolamada kullandıklarını belirten katılımcılardan biri “.. bizim biraz ABC’miz açıkçası data, datadan simüle edilen sonuçlar...” şeklinde büyük veri ile birlikte kullandıklarını belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Teknoloji ve organizasyon yönünden depoların tasarımında simülasyon modellerinin kullanılması henüz kavramsal aşamadayken, tasarım kaynaklı oluşabilecek hata ve arızalardan kaçınarak depo yatırım harcamasının ve risklerin azaltılmasını sağlar (Kostrzewski, 2013: 10).

Arttırılmış gerçeklikle ilgili genelde eğitimlerde aktif olarak kullanıldığı belirtilmiş ancak bu eğitim insan kaynakları kapsamına alındığı için burada detaylandırılmamıştır. Katılımcı-8 depolarda özerk robotlarla birlikte arttırılmış

gerçeklik kullanarak bir takım süreçlerin hiç insan eli değmeyecek şekilde oluşturulması ile ilgili çalışmalarından bahsetmiştir.

Literatür bağlantısı: Arttırılmış gerçeklik depolarda kullanımları; gelen malın nereye konulacağını göstererek kabul aşamasında, depolanacak/toplanacak malın görüntüsünü ve bilgilerini göstererek depolama/toplama aşamasında ve sipariş tipine, varış noktasına, kırılgenliğına göre her siparişin bir palette ya da kamyon/tır/konteynırda nereye yerleştirileceğini göstererek nakliye aşamalarında kullanılabilir (Stoltz ve diğerleri, 2017: 12980).

Blok zincirin satın alma fonksiyonunda güvenlik amaçlı kullanımını Katılımcı-7 şöyle anlatmıştır;

...şu an bir parçanın menşei kriptolanmış olarak bize Endüstri 4.0 kapsamında iletiliyor, hem bize hem tüm paydaşlarına. Böylece (dış ticarete bir terim vardır GTİP denilen) parçanın menşeiini belirten %10 İtalyan, %80 Fransız, %5 Türk gibi, bunun şeffaf bir şekilde takibi ve değiştirilmesinin engellenmesinin etkisini yine Endüstri 4.0 ile tedarik zincirinde görüyoruz.

Literatür bağlantısı: Blok zincir, bilgilerin saklanabileceği merkezi olmayan bir veri tabanı olarak görülebilir (Perboli ve diğerleri, 2018: 62019). İşletmeler müşterilerine tedarik zinciri boyunca neler olup bittiğini tanımlama ve izleme ile desteklenen tamamen özelleştirilmiş hizmetler sunabilirler (Sauer ve diğerleri, 2021: 327).

Nesnelerin internetini işletmelerinde aktif kullandıklarını söyleyen Katılımcı-7

Normalde bizim mal kabulümüz şu şekilde oluyor. Tırlar ile parçalar gelir, ambar içeriye davet eder, indirdiği parçanın üzerindeki etiketi kontrol eder, sonra bizim ERP programımıza bunun girişini yapar daha sonra üretim planlamaya teslim eder. Üretim planlama üretime çekerken ambardan bu parça ile sistemde yazan gerçek mi, ihtiyaç olan gerçek mi bunu teyit eder. Ama yeni durumda nesnelerin internetinde biz üzerine taktığımız taglerle (etiketlerle) bu parça fabrika içerisine girdiğinde coğrafi tag okuyucuyla bu parçaların mal kabulünü otomatik yapıyoruz...

sözleriyle mal kabulünü nasıl yaptıklarını anlatmıştır. Mal kabulüyle birlikte stok düşümü, sipariş ve ürün takibi konularında da kullanıldığı Katılımcı-2, Katılımcı-3, Katılımcı-4, Katılımcı-7 ve Katılımcı-9 tarafından belirtilmiştir.

Literatür bağlantısı: Nesnelerin interneti altyapısına ve çok etmenli sistemlere dayalı yaklaşım, işletmelerin depolarında merkezi depo yönetim sistemi tarafından bilinmeyen ve insan hatasından kaynaklı yanlış yerleştirilmesi

nedeniyle planlanmamış ürün hareketlerine karşı daha iyi tepki verirler (Trab ve diğerleri, 2015: 296).

3.5.4. Dördüncü Sanayi Devriminin İşletmelerde Kullanım Nedenlerine İlişkin Bulgular

Katılımcılara kullandıkları ve kullanmayı düşündükleri dördüncü sanayi devrimi unsurlarını işletmelerine adapte etme nedenleri sorulduğunda gelen yanıtlar aşağıdaki Şekil-21’de dile getirilme sıklığına göre çizgi kalınlığı gösterilecek şekilde topluca belirtilmiştir.

Şekil 21: Dördüncü Sanayi Devrimi Kullanım Nedenleri



Kaynak: Yazar

Görüşmeler esnasında dördüncü sanayi devrimi unsurlarını işletmelerine adapte etme nedenleri için katılımcılardan alınan yanıtlar, ağırlıklı olarak işletmenin varoluşunun devamı ile ilgilidir. Varoluş kategorisinde ayakta kalabilmek, küresel rekabet, globalleşme, rekabet edebilme ve güvenlik kodlamaları; Katılımcı-1 “..global dünyada artık rekabet çok fazla, ..., teknolojiyi kullanmazsanız bu döngünün içinde kalamıyorsunuz..”, Katılımcı-3 “...valla treni kaçırmak istemiyorlarsa bir ucundan tutacaklar,...., bu süreçte

parmağı olmayan, ne olduğunu bilmeyen, nasıl çalıştığını bilmeyen firmalar birer birer elenecektir, kaçarları yok.”, çok uluslu işletmede 9 yıldır çalışan ve şu an lojistik müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-5 “..iş hayatınızı devam ettirebilmeniz için ana kriter yani. Aslında saldırılar artıyor ve her gün şiddeti artıyor bunların, bu yüzden güvenlik önlemlerini iki katına çıkarttık.” ve Katılımcı-7’nin “..saydığımız 9 kriteri yapmadan bu sektörde rekabetçi, yenilikçi ve süreklilik sağlayamazsınız, rekabetçi olamazsınız...” şeklindeki yanıtlarından kaynaklanmaktadır. Katılımcı-2’nin “...aslında insanlar, gitgide şirketler, organizasyonlar mecbur kalıyorlar, bizim de bir tuzumuz bulunsun bu çorbada değil de, bu bir zorunluluk oldu.” sözü aslında tüm bu analizi özetlemektedir.

İşletmenin süreçleri ve operasyonu ile ilgili kodlamalardan en çok dile getirilen süreçleri yalınlaştırmak, süreç iyileştirmeleri yapmak, kaliteyi ve verimliliği arttırmak olmuştur. Katılımcı-3 dördüncü sanayi devrimi unsurları için “..bizim için ilk başta süreç yalınlaştırması ve takibini kolaylaştıracak ve dublikasyon işleri ortadan kaldıracak” derken, Katılımcı-5 “..veriyi okuyamazsanız yani takip etmediğiniz bir şeyi düzeltemiyorsunuz” demiş ve süreç iyileştirmeleri için büyük veriden gelen datayı kullandıklarını eklemiştir. Katılımcı-5 planlanmamış, şans eseri oluşan bir verimliliğin büyük ölçekli işletmelere yakışmayacağını vurgulamış ve bu nedenle dördüncü sanayi devrimi unsurlarını kullandıklarını belirtmiştir.

Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının adaptasyonu için en önemli sebeplerden biri de maliyet azaltıcı etkisidir. Bu etki; Katılımcı-7 tarafından

...eskiden birden fazla tedarikçiye tek tek ulaşıp, onlara tek tek parçayı tanımlayıp, tek tek tarifleyip her birinden teklif alma şeklinde ilerliyorduk. Şimdi ise bir tedarikçi portalımız var oraya ürün grubu veya ürün için bir bilgilendirme yapıp teklif alabiliyoruz,..., tek seferde çok fazla yerden, çok fazla imalatçıdan teklif alabilme teklifleri kıyaslayabilme gibi çeşitli avantajlarımız var...

şeklinde kaynak yönetiminde, Katılımcı-3 tarafından “ ... geleceği tahmin etme bağlamında...” şeklinde doğru öngörü yapabilmeye , “...bazı dokümanların illa bir insan tarafından bakılıp onaylanmasına gerek yok...” şeklinde insansızlaştırma ile birlikte “...bir sürü elle işlemeyi ortadan kaldıracak bazı yöntemler olacak...” şeklinde manuel işlerin ortadan kaldırılmasıyla ve Katılımcı-8’in “...çokça net sonuçlar verdiği, kısa yoldan sonuca götürebildiği ve katma

değerini çok kısa vadede toplayabildiğimiz unsurlar olduğu için buna yönelebiliyoruz...” şeklindeki katma değer yaratmanın da maliyetleri düşürmeye etkilerini vurgulamışlardır. Katılımcı-1 “...buralarda endüstri 4.0 kullanırsanız daha hızlı daha kısa zamanda daha iyi üretim yaparsınız...” diyerek kısa ürün döngüsü ile birlikte Katılımcı-7’nin üç boyutlu yazıcılarla sağlanan finansal kazancı vurgulaması da maliyet kategorisi altında toplanmıştır.

Dördüncü sanayi devrimi unsurlarını işletmelerine adapte etmelerinin nedenleri arasında işletmenin 3.kişilerle olan ilişkileri de yer almaktadır. %100 yerli sermayeye sahip büyük bir işletmede 11 senedir çalışan ve şu an satın alma uzmanlığı görevini yürüten Katılımcı-6 ana sanayiden gelen talep, Katılımcı-1 “...müşteri beklentisini doğru karşılama, müşteriye cezp etme..”, “...müşteri ilişkilerinde daha iyi analiz etmek için...” ve “tedarikçi yönetimi” ile birlikte “talep çeşitliliği” nedenlerinden dolayı dördüncü sanayi unsurlarını adapte ettiklerini belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Dördüncü sanayi devrimi unsurları bu rekabetçi piyasa (Ding ve diğerleri, 2021: 1) ve gittikçe bağlantısı artan dünyada siber güvenliği sağlamak (Culot ve diğerleri, 2019: 79) kısa ürün döngüsü, düşürülmüş maliyetler (Lu, 2017: 3), artan verimlilik (Oesterreich ve Teuteberg, 2016: 7), rekabet gücünü arttırmak (Ersöz ve Özmen, 2020: 177), vb nedenlerle işletmeler tarafından tercih nedenidir.

3.5.5. Dördüncü Sanayi Devrimi Çıktılarına İlişkin Bulgular

Dördüncü sanayi devrimi çıktıları ile ilgili katılımcılardan gelen yanıtlar (1) İşletme geneli, (2) Üretim ve (3) Satın alma ve lojistik olarak üç kategoride kodlanmış. Aşağıda Şekil 22’de çıktılarına ilişkin tüm kodlardan oluşan kod bulutunda da görülebileceği gibi en çok dile getirilen çıktılar *izlenebilirlik* ve *şeffaflıktır*.

Şekil 22: Dördüncü Sanayi Devrimi Çıktılarına İlişkin Kod Bulutu



Kaynak: Yazar

1- İşletme geneli kategorisinde 28 adet kod oluşturulmuştur. Dördüncü sanayi devriminin tedarik zincirine etkileri nelerdir sorusuna Katılımcı-9 “...en önemli etkileri; izlenebilirlik ve şeffaflık kısmının artmış olması...” şeklinde ifade etmiş, Katılımcı-4 ise kantar ile süreçleri birbirine bağlayarak hem şeffaflığı hem de izlenebilirliği sağladıklarını belirtmiş ve işletmelerinde öncelikle “görünürlüğü” etkilediğini eklemiştir. Katılımcı-7 “...çok fazla tecrübeye dayalı kişilerde veya kurumlarda saklı kalan bilgileri genele açma özelliğini sağlayabiliyor bu aslında endüstri 4.0...” diyerek merkeziyetsizliği vurgulamış ve kriptolarla verinin gizliliğinin ve güvenliğinin artırılabilceğini dile getirmiştir. Katılımcı-5 “veri analitiğinin muazzam derecede yükselmesi” olarak ikinci sırada dile getirdiği çıktılarına ilaveten Katılımcı-6 “...eskiden TL olarak gelen raporlarımız şimdi istenilen şekilde çekme fırsatı buluyoruz.” diyerek raporların çeşitlenebildiğini, Katılımcı-3 ise “ ne yaptığınızı, ne zaman yaptığınızı, nasıl yaptığınızı daha iyi monitorize ettiğimiz için...” diyerek tüm işlemlerin dijitalde kayıt altına alındığını ve kontrol edildiğini vurgulamıştır. Online veri/bilgi paylaşımı sayesinde “...eskiden sınırlı şekilde, ben bir araç için

veya bir nakliye için sorup öyle bilgi alabiliyordum. Şimdi ise belirli gün ve saat aralığında benim malzemelerimi taşıyan araçlarla ilgili bilgi alabiliyorum...” diyen Katılımcı-8’e ilaveten Katılımcı-4 “...dijitale taşıdığımız tüm süreçleri biz tedarikçilerimize ve müşterilerimize bu veriyi sunduk, veri paylaşımına geçtik.” demiştir. Katılımcı-7 “ herhangi bir tesisimizde herhangi bir afet olduğunda bir kaza, bir yangın vs. olduğunda verilerin kaybolmasını engellemesi yüzünden bizde bütün basılı bilgilerin de birer dijital kopyası veya birer dijital asılları mevcuttur.” diyerek dördüncü sanayi devrimi sayesinde verilerin kaybolmasının önlenmesini eklemiştir. Birim başına düşen verimliliği arttırmanın en önemli kriter olduğunu dile getiren Katılımcı-5’e ilaveten Katılımcı-7 dördüncü sanayi devrimi unsurlarını kullandıklarında verimliliğin ve sinerjinin artacağını dile getirmiştir. Süreçlerin otomasyona alınmasının, manuel işlemlerin azalmasının birimlere daha fazla zaman bıraktığını ve bu sayede “daha fazla vakit ayırabildiğimiz katma değerli işlemlere yer kaldı” diyen Katılımcı-8’e ilaveten Katılımcı-2 bazı kişilerin iş yükünü kaldırarak zamanını boşa harcamadığını, Katılımcı-4 de çalışanın fiziken ve ruhen yorulmasının ortadan kalktığını vurgulamışlardır. Katılımcı-6 evden çalışmanın sürdürülebileceğini, Katılımcı-7 herhangi bir yere gitmeden başka bir tesisten destek alarak kendi tesislerinde parça çıktısı alabildiklerini dile getirmiştir. Seyahat masraflarının azalmasının yanı sıra kalıp maliyeti gibi bilumum maliyetin azalması, dolayısıyla “*optimum maliyet*” de katılımcılar tarafından dile getirilen dördüncü sanayi devrimi çıktıları arasında yer almaktadır.

Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte satın alma ve lojistik departmanınızda ne gibi değişiklikler olmuştur sorusuna Katılımcı-5 “...özellikle çizelgeleme yani optimizasyon ve çizelgeleme alanında ciddi anlamda firmaların yatırım yapmaya başladığını görüyorum...” demiş, Katılımcı-9 ise “...en büyük konu izlenebilirlik konusu bence ve bunun yarattığı hız konusu.” şeklinde yanıtlamışlardır. Dördüncü sanayi devriminin TZY etkileri için Katılımcı-6 “...SAP HANA diye bir sisteme geçtik. Bütün bu üretim fonksiyonlarının, üretime bağlı olan yerlerin hepsinin bu sistemin çatısı altında toplanıp tek bir şekilde her tarafa dağıtımını sağlamayı başardık.” diyerek tek bir çatı altında toplanmaya vurgu yaparken Katılımcı-5 “...e-ticaretin 4.0 ile

beraber ciddi oranda arttığını görüyoruz” diye yanıtlamıştır. Katılımcı-7 “...değiştirdiği yöntemler ve bunları tercih etme nedenlerimiz aslında globallik var. Çünkü ben büyük bir işletme olacağım deyip de globalden bağımsız çalışabilecek hiçbir sektör yok.” diyerek dördüncü sanayi devriminin bir işletmenin globalleşmesi için gerekli unsurlardan biri olduğunu vurgulamıştır.

Literatür bağlantısı: Dördüncü sanayi devriminin bir işletmeye sağladığı katkılar arasında; verimlilik (Tjahjono ve diğerleri, 2017: 1181), görünürlülük, izlenebilirlik (Hofmann ve diğerleri, 2019: 946), şeffaflık ve maliyeti düşürmesinin (Ghadge ve diğerleri, 2020: 678) yanı sıra merkeziyetsizlik (Koh ve diğerleri, 2019: 821) ve hız (Garay-Rondero ve diğerleri, 2020: 933) literatürde yer alanlardan birkaçıdır.

2- Üretim kategorisinde oluşturulan kodlardan kaliteli ürünle ilgili Katılımcı-1 dördüncü sanayi devriminin detayda görünen getirisi olarak kaliteyi belirtmiş, Katılımcı-8 ise “...insanların hayatını kolaylaştırması tedarikçilerimiz tarafından da onların insan kaynağı planlamasını daha etkin ve efektif yapabilmesine olanak sağlayan bizim çözümlerimiz..” söyleminde bulunmuştur. Katılımcı-4 işçi kaynaklarına otomatik iş emirleri atıldığını eklemiştir. Katılımcı-4 “...bütün bakım ve kestirici bakım etkilerini ve duruşları düşürür..” demiş, Katılımcı-2 de makine duruşunu azalttığını şu sözlerle dile getirmiştir: “...tedarikçi hangi tarihte kaç adet göndermesi gerektiğini işte bu toollar vasıtasıyla..., bunları çok etkin kullanıyoruz... çünkü üretim hattında saniyelerin konuşulduğu bir ortamda parça stoklamanız, lojistik süreçlerini yönetebiliyor olmanız lazım, bunlar zorunluluk...”.

Literatür bağlantısı: Önemli ve izole bir kazanç olarak ürün kalitesini belirten Schumacher ve diğerlerine (2016:161) ilaveten sensörler yardımıyla toplanan veri sayesinde önleyici bakım yapılabilineceğini de Cavata ve diğerleri (2018: 4) çalışmalarında belirtmiştir.

3- Satın alma ve lojistik kategorisinde oluşturulan kodlardan on tanesi aşağıdaki şekil-23’de gösterilmiştir. Çizgilerin kalınlığı o kodun ne kadar sık dile getirildiğini göstermektedir.

Şekil-23: Satın Alma ve Lojistik Fonksiyonları için Dördüncü Sanayi Devrimi Çıktıları



Kaynak: Yazar

Satın alma ve lojistik fonksiyonları için Katılımcı-5 “.. en başlangıçta kağıt ile ilerletilen birçok sürecin tam dijitale geçirilmesi sağlandı” derken Katılımcı-2, satın alma talebi oluşturulurken otomatik listelerden seçimin yapılması ile manuel işlemlerin azaltılabileceğini hatta “insandan bağımsız” otonom bir yapıya getirilebileceğini söylemiş, Katılımcı-9 ise “.. özel sensörlü sistemlerle infrared teknolojisiyle satın alma siparişini tamamen insansız bir hale getirdik bazı kalemler için..” şeklinde otomatik siparişi kullandıklarını dile getirmiştir. Bu sayede insan hatasından kaynaklı maliyetin azalmasını yine Katılımcı-9 etiketlemeyi tamamen otomatik robot tarafından yapma nedenlerini açıklarken “...etiketin doğru ve okunur şekilde gitmesi,çünkü kurduğumuz sistem robotun yanında kamera sistemiyle etiketin okunurluğunu, kalitesini teyit ediyor, aynı zamanda doğruluğunu teyit ediyor...” şeklinde dile getirmiştir. Katılımcı-4 arka planda uyguladıkları sistemlerle doğru ürünü doğru zamanda doğru yerde tutarak firelerini düşürdüklerini, Katılımcı- 3 “...şu an ilerde başımıza neler geleceğini daha iyi tahmin edebiliyoruz....hammaddesinden nihai ürüne kadar bunları bizim önümüze döker hale geldi şu aşamada” ve Katılımcı-9 “...satın alma tarafında öngörülebilirlik kısmını yani forecast konusunda ciddi toollar verdi bize ciddi fırsatlar verdi” diyerek kısa vadeli planlama parametreleri oluşturabildiklerini ve öngörülebilirlikte artış olduğunu, bu sayede hızlı aksiyon alabilmeyi de Katılımcı-7 “...herhangi bir problem olduğunda yeni bir sevkiyat

çıkartma ya da mevcut sevkiyatın “mode of transport” dediğimiz taşıma yöntemini değiştirme, karaysa denize döndürme, uçağa döndürme gibi aksiyonlar alabiliyoruz.” şeklinde dile getirmiştir.

Katılımcı-4 “...envanter yönetimi özellikle lot yönetimi asgari seviye maksimum kritik stok seviyelerinin ayarlanması...” ve Katılımcı-7 “...stoklarımız daha fazla oluyordu bu dördüncü sanayi devrimi ile beraber yoldaki stoklarımızın da takibi arttı” sözleriyle minimum stok tutma ve takip konusuna değinirken Katılımcı-3 “...başka başka üretim hatları var, oralardan her çıktığında o okutma yapıldığında o ürün ağacındaki alt bileşenler stoklardan düşülüyor, dolayısıyla fiziki stok ile sistem stoğu birbirine çok yakın oluyor” sözleriyle dinamik takip konusunu vurgulamıştır. Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının katkılarından bahsederken Katılımcı-9

...fiziksel anlamda volümü yüksek stok maliyet anlamında da kayda değer olan malzemeler var. Onlara özel sensörler raflarına yerleştirilip, özel raf sistemi yapıp bu sensörlerden stok seviyeleri bilgisinin otomatik olarak sisteme aktarılması ve belirlenen yeniden sipariş seviyesine (reorder levelına) geldiğinde de satın alma siparişinin (purchase orderın) doğrudan tedarikçiye mail olarak sistem tarafından gönderilmesi şeklinde bir sistem kurduk.

diyerek belirtmiş, Katılımcı-4 ise “...dikey entegrasyon kanallarından gelen siparişlerin otomatik olarak bizim ERP sistemine veri girişinin yapılması, sisteme işlenmesi, ondan sonra bunların yöneticilerine veri işlendiğine dair otomatik maillerin iletilmesi ve aynı zamanda fatura kesimi...” şeklinde sipariştten faturaya kadar otomatikleşme olabileceğinden söz etmişlerdir.

Katılımcı-1 tedarik zinciri döngüsündeki hızın ve kalitenin dördüncü sanayi devrimi sayesinde elde edilebildiğini, Katılımcı-2 sipariş geldiğinde direkt stoğa girdiğini, Katılımcı-3 zamanında teslimatı, Katılımcı-4 birden fazla yerde olabildiklerini, Katılımcı-7 ise tedarikçi ile uzaktan testler yapabildiklerini söylemiştir.

Katılımcı-4 “...otomatik ETA bilgilerinin tahmini varış sürelerinin bildirilmesi,..., araçlarımızın bekleme çevrim gün zamanlarının düzenlenmesi...”, Katılımcı-9 “...bir takım otomasyonlarla bir takım stok maliyetlerinin azaltılmasına yönelik fırsatlar ortaya çıkarttı...” ve “...unsurları seçmemizdeki temel neden hem yer kazanımı hem de stok maliyetini düşürmek

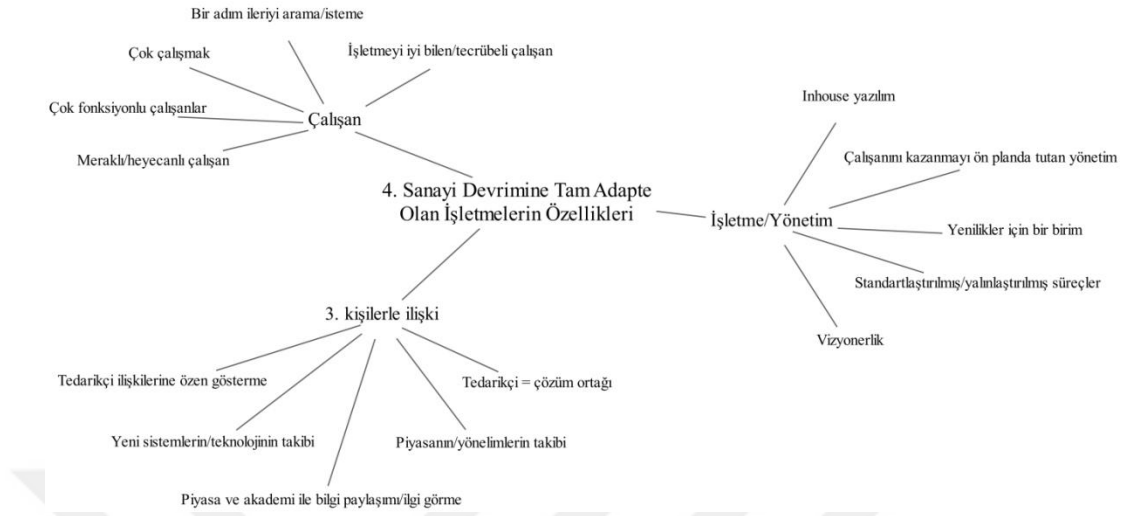
yönündeydi...” şeklindeki açıklamalarıyla depolama alanı optimizasyonu ve stok maliyetini düşürmenin yanı sıra otomatik ETA ve araç çevrim gün düzenlenmesine değinmişlerdir. Katılımcı-7 “...çok fazla alternatifli çalışma imkanı sağlıyor Endüstri 4.0...” ve Katılımcı-9 “...şu anda benim iş modelimde çok ciddi bir dönüşüm olmasına rağmen satın alma ekibinde sorumluluk ve iş yükünün çok artmasına rağmen ben çok az iş gücü ilavesiyle bu işi yürütüyorum...” şeklindeki sözleriyle dördüncü sanayi devriminin işletmelerine hem artan iş hacmi ve ihtiyaç duyulan iş gücünde azalma hem de alternatif tedarikçilerle çalışma imkanı tanınmasından bahsetmişlerdir.

Literatür bağlantısı: Rudolph ve Emmelmann (2017: 417) yaptıkları çalışmada, entegre algoritmalarla birlikte geliştirilen bulut temelli platform kullanımının sipariş işleme verimliliğinde önemli bir artış sağlayabildiği sonucuna ulaşmışlardır. RFID’nin nesnelerin interneti ile entegrasyonu sayesinde hem araçların hem de ürünlerin gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanımıştır (Kerin ve Pham, 2019: 7). 2018 sonunda 65 işletme ile yapılan online bir ankette işletmelerin dördüncü sanayi devriminin adaptasyonu ile alakalı gördükleri en büyük fayda, hataların azaltılması yoluyla ürün kalitesinin artma olasılığı olduğu görülmüştür (Brozzi ve diğerleri, 2020: 9).

3.5.6. Tam Adapte Olan İşletmelerin Özelliklerine İlişkin Bulgular

Adaptasyon sürecine başlamış hatta birçok unsuru işletme bünyesinin çeşitli fonksiyonlarına adapte etmiş katılımcılarla yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular kapsamında çalıştıkları işletmelerle ilgili oluşan tema üç kategoriyi içermektedir. Bu üç kategori ve en sık dile getirilmiş kodlar Şekil-24’de belirtilmiştir.

Şekil-24: Tam Adapte Olan İşletmelerin Özellikleri



Kaynak: Yazar

1) Çalışan kategorisinde oluşturulan kodlar katılımcıların görüşmelerde verdikleri kendileri ve çalışanlara yönelik detaylardan oluşturulmuştur. Örneğin meraklı/heyecanlı çalışan kodu oluşturulma nedeni,

- Katılımcı-4'ün süreçlerin standartlaştırılması için kendi bilim alanı olmamasına karşın Amerika Verimlilik Merkezinin tüm dosyalarını incelemesi, sadece meraktan Google API servisine gidip kendini geliştirmesi,
- Katılımcı-5'in adaptasyonu "...yapacak insanların isteğinin..." olması gerektiğini dile getirmesi ve
- Katılımcı-9'un da adaptasyon sürecinde proje takımını "...teknolojiyle ilgili, bu konuda araştırma yapmak isteyen, bundan heyecan duyan, sürecin içerisindeki arkadaşlar..." diye tanımlamasıdır.

İşletmeyi iyi bilen tecrübeli çalışan kodlaması yine 20 senedir aynı işletmede çalışan ve şu an grup tedarik zinciri müdürlüğü görevini yürüten Katılımcı-4'ün çalıştığı işletmeyi ne kadar iyi tanıdığını dile getirdiği "...ben hem üretim yönetimden gelmeyim, hem satın almadan gelmeyim, hem pazarlama dinamiğim var, birçok şeyde muhasebe departmanında operasyon maliyeti tarafında da bulundum..." sözleriyle birlikte çok fonksiyonlu çalışanlar kodu, satın alma müdürlerinin kendi süreç yönetim yazılımlarını yazdığını iletmesi üzerine oluşturulmuştur.

Yine Katılımcı-4 “...geçmişe baktık çok güzel yerlere gelmişiz, ama yıpranıyor musun evet yıpranıyorsun, yorucu bu tarz işler. Bütün bedenle beraber bu işe girmen lazım ama zevkli mi? 3-4 sene sonra bunun zevkini görüyorsun...” sözleriyle çok çalışmak ve işini sevmek kodu ve Katılımcı-9’un “...onlar düzenli olarak markette available, farklı sektörlerde kullanılan teknolojileri araştırıp bulup ekiple paylaşıp bir esinlenme yarattılar...” sözlerine istinaden de çalışanın bir adım ileriye arama ve/veya isteme ve gelişmeye açık olma kodlamaları yapılmıştır.

Literatür bağlantısı: İşletmeler performanslarını bir üst seviyeye çıkartmak istiyorlarsa yetenekli çalışanlar barındırmalıdır (Ahsan Alhajjar ve diğerleri, 2018: 57). Dördüncü sanayi devriminde insan için gerekli profesyonel özelliklerden ikisi; disiplinlerarası yaklaşım ve geniş alanlı uzmanlıktır (Vrchota ve diğerleri, 2020: 3).

2) Üçüncü kişilerle ilişki kategorisinde katılımcıların görüşme esnasında işletme dışında kalan ve sürekli etkileşimde olunan çevre ile ilişkileri dikkate alınmıştır. Tedarikçilerle ilişkilere özen gösterme ve tedarikçi=çözüm ortağı kodlamaları Katılımcı-7’nin “...tedarikçiler bizim iş ortağımız, onlarla çeşitli platformlarda görüşmeliyiz...” sözleri ile Katılımcı-8’in “...tedarikçi demiyoruz. Hatta her iki alanda kalan paydaşlarımıza da uzun zamanlı uzun soluklu çözüm ortakları ile ilişkileri dikkatli bir şekilde kurması gerekir şirketlerin diye düşünüyorum...” sözlerine istinaden oluşturulmuş. Piyasanın, yönelimlerin takibi Katılımcı-8’in

...bizim ölçeğimizdeki şirketler tabii ki sonraki senelerin, gelecek senelerin tahminlemesini çok efektif bir şekilde yapmaya gayret ediyoruz ama müşterinin pazardaki refleksi bizim bir sene, sonraki sene o pazardaki göstereceğimiz refleks, hangi marketlere penetre edeceğimiz, hangilerinde duracağımız, hangilerinden çıkacağımız bunlar çok bilinmez konular olarak önümüze gelebiliyor...

sözleri ve yeni sistemlerin teknolojilerin takibi kodu Katılımcı-7’nin “...sektörün bu yöne gideceğini sektörde bir yenilik olduğunu görüp keşfedip...” ve Katılımcı-9’un “...orda özellikle marketteki varlığı yani teknolojinin efektif çalışması konusunda aksaklıklar var...” sözleri dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Katılımcı-4'ün görüşmede "...tedarik zinciri kontrol kulesi yaklaşımı makalesi üzerinden biz tedarik zinciri kontrol kulesi görünürlülüğüne başladık..." ve "...Türkiye'deki yazılımcılarımızın elinde iş geliştirmeler varmış onu takip ediyorum şu anda..." sözleri akademik çalışmaların yanı sıra yazılım işletmelerini takip ettiklerini ve "...ben işin içine girince bir baktım farklı meslek kuruluşlarından arkadaşlar aradı ve bize bir ödül taltif ettiler, ...sonra üniversitede seminerlere davet ettiler..., bunu LinkedIn'deki profilimden görüntüleyebilirsiniz, baya bir destek aldık bu konuda..." sözleriyle de bu bilgileri hem piyasa hem de akademi ile paylaştıklarını dile getirmiştir. Katılımcı-4 diğer ülkelerin de takip edildiğini, Katılımcı-8 ise tedarikçilerden geri bildirim aldıklarını ve rakiplerini de izlediklerini belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Tedarik zinciri kontrol kulesi, zincirdeki her işlemi kaydeden ve planlardaki olası değişikliklere karşı erken uyarı sağlayan dış dünyanın işletmede görünürlülüğünü sağlayan sistemdir (Akben ve Özel, 2017: 615).

3) İşletme/yönetim desteği kategorisinde işletmelerin adaptasyon için ayrılan bütçeyi *harcama değil yatırım* olarak görmesi, *standartlaştırılmış/yalınlaştırılmış süreçler* ve *doğru tanımlanmış roller*le tüm fonksiyonlarla birlikte dijitalleşerek işletme fonksiyonlarının doğru yönetilip yönetilmediğinin kontrol ederek ilerledikleri görülmüştür. Bu işletmelerde yenilikler için bir birim olduğu ve inhouse yazılım yani yazılımların ve/veya eğitimlerin kendi içlerinde verildiğini katılımcılardan Katılımcı-8 "...bununla ilgilenen ayrı bir iş birimi var..." ve Katılımcı-9 "...kendi yaptığımız robotlarımız mevcut, onları kullanıyoruz..." şeklinde açıklamıştır. Katılımcı-5 dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu için "...ciddi bir insan kaynağı adaptasyonu..." ve "...aslında 4.0'da en çok öne çıkan insan kaynağı yetişmiş iş gücü..." olduğunu ve "...amaç zaten o programı alırken o insanları azaltmak olmamalı, o insanların başına ya da birim başına düşen iş hacmini arttırmak olmalı ya da atıyorum kapasiteyi arttırmak olmalı..." sözleriyle yönetimin çalışanını kazanmayı ön planda tutması ile birlikte yönetimin desteğinin önemini "...öncelikle yönetim desteği. Bu tarz projelerde ilk aranacak olan yönetim desteği..." şeklinde belirtmiştir.

İşletmelerinin vizyoner ve yenilikçi olmasını Katılımcı-7 “...dolayısıyla ekonomik olarak değil burada tamamen vizyonerlik ve inovatif bakış açısıyla seçtiğimiz yöntemlerdi...” sözleriyle açıklamıştır. Trendleri belirleyen ve ilkleri tecrübe eden işletmeler olduklarını Katılımcı-8 “...bu durumun hem tedarik zinciri yönetimine hem de lojistiği ne tarafa sürüklediği ile alakalı trendleri belirlemeye yönelik bir çabası var işletmemizin...” ve Katılımcı-4 “...bunu Türkiye’de ilk deneyimleyen hızlı tüketim mamul firması olduk...” şeklinde dile getirirken Katılımcı-2 “...temel var temeli tabii güçlendiriyoruz... temeliniz olmadan hangi bazın üstüne ne inşa edeceksiniz...” diyerek de dijital altyapının önemini açıklamıştır.

Katılımcı-8 teknoloji ve insanın dengede olması gerektiğini “...aslında bazen çok fazla her şey endüstri 4.0’a yükleniyor ve her şey o taraftan bekleniyor. Aslında bunun böyle olmaması gerektiğini düşünüyorum, aradaki dengeyi eğer bulabilirse, şirket olarak biz tabii ki kendimizden mesulüz ki fena bir noktada olmadığımızı düşünüyorum ben, o dengeyi bulduğumuz durumda gerçekten muazzam bir etkisi var...” diyerek dile getirmiştir. Katılımcı-4 çoklu kanal yönetimini ve Katılımcı-2 sürekli değişmeyen sabitleşmiş üretim planları sayesinde tedarikçinin ne zaman ne üretileceğini bildiğini iletmıştır.

İşletmenin inisiyatifi çalışanına vermesini Katılımcı-7 şöyle ifade etmiştir: “...seçilen örnek veriyorum A programıdır B programıdır burada da seçim hakkı tamamen kimleri ilgilendiriyorsa hangi bölümleri hangi ekipleri ilgilendiriyorsa orda yapılan çalışmalar ve bu hizmeti sağlayan firmalarla yapılan görüşmelerle belirleniyor...”.

Katılımcı-4 “TURQUALITY kapsamında” olduklarını vurgulayarak markalaşmayı ve marka danışmalarının yönlendirmelerini dile getirmiş ve fırsatlar sunan işletmeler sayesinde çalışanların “kendilerine bir şeyler katarak” adaptasyon sürecinin değerlendirilmesi gerektiğini eklemiştir.

Aşağıda Şekil 25’de bu temaya ait tüm kodlardan oluşmuş kod bulutu bulunmaktadır.

Literatür bağlantısı: Dossou, (2019: 575) bazı KOBİ’lerin dördüncü sanayi devrimi unsurlarını işletmelerine adapte etmeye hazır olmamalarının nedenlerini; (1) alışkanlıkları değişeceği için yeni teknolojilerden, (2) insan için

olumsuz olduğunu düşündüklerinden otomasyondan, (3) adaptasyon için gerekli yazılım pahalı olduğu için yatırımın karşılığını alamayacaklarından ve (4) işletmedeki sosyal ortamın bozulacağından korkmaları şeklinde açıklamıştır. İşletmenin yönetim kadrosunun dördüncü sanayi devriminin gerçekte ne olduğunu anlaması, daha uygun bir model ve az engebeli bir yol çizebilmeleri için önemlidir (Crnjac ve diğerleri, 2017: 22). Frederico ve diğerleri ise, (2020: 276) dördüncü sanayi devrimi unsurlarının tedarik zinciriyle entegrasyonu için belirttiği stratejik yolu dört aşamaya ayırmışlardır. (1) İlk aşamadakiler için unsurların adaptasyonu sadece bir niyettir, stratejinin bir parçası değildir, (2) orta aşamadakiler için stratejinin öncelikli olmayan bir parçasıdır, (3) gelişmiş aşamadakiler için stratejinin bir parçası olmaktan çıkarak stratejinin içine gömülmüş onunla bütünleşmiş haldedir ve (4) en üst sınırdakiler için de yüksek öncelikli ana stratejik etmendir.

Şekil 25: Tam Adapte Olan İşletmelerin Özelliklerinin Kod Bulutu



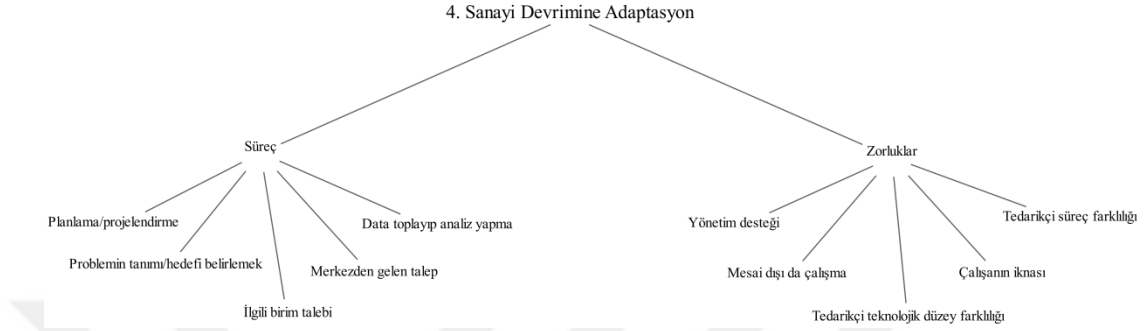
Kaynak: Yazar

3.5.7. Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyonuna İlişkin Bulgular

Görüşmeler esnasında adaptasyon süreçlerinin nasıl geliştiği ve yeni adaptasyon yapacak işletmelere önerileri nelerdir şeklindeki sorulardan

oluşturulan adaptasyon teması iki kategoriye ayrılmaktadır. (1) Süreç ve (2) Zorlukları aşmaya yönelik öneriler temaları ve en sık dile getirilen beş kod aşağıdaki Şekil-26’da gösterilmiştir.

Şekil 26: Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyonu



Kaynak: Yazar

1- **Süreç** kategorisinde kodlar en sık dile getirilmesine göre değil süreç akışına göre sıralanacaktır. Adaptasyon süreci merkezden ya da ilgili birimden (ki bu birim yenilikler için oluşturulmuş bir birim de olabilir, satın alma pazarlama gibi bir birim de olabilir) gelen talep ile başlamaktadır. Bu talepleri, Katılımcı-3 “...merkezi bölümlerden (divizyonlar) departmanlar tarafından yönlendiriliyor ve talep ediliyor, ...bizim merkezimizden gelen direktifler neticesinde çalışmalar başlıyor...” ve Katılımcı-7 “...ilgili ekipler bu konuda böyle bir teknoloji olduğunu böyle bir duyum aldıklarını söylüyor...” şeklinde dile getirmiştir. Böyle bir birime sahip olmayanlar için de Katılımcı-9 “...ama burada bir yol arkadaşı bence (kendi bünyenizde böyle bir yapılanma yoksa) şart. Önce neredeyim tanımlı yapılması lazım...” ve Katılımcı-5 “...ilk önce hedefini belirle, amacı belirle...” sözleriyle problemin tanımının ve hedefin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Problem tanımlanıp hedef belirlendikten ya da merkez/ilgili birimden gelen talep alındıktan sonra planlama projelendirme aşamasına geçiliyor, bununla ilgili Katılımcı-8 “...bizim merkezimizden gelen direktifler neticesinde çalışmalar başlıyor ve bunlar projelendiriliyor...” şeklinde dile getirirken planlama projelendirme sürecini Katılımcı-8

...biz zaten bunun bir simülasyonunu yapıyoruz, yani şöyle yapıyoruz bilhassa manuel olarak tabi bu çok yerde dönebilir. Kendimi bir düzeltiyim

orda. Biz tabi adam saat bazında ne kadar bir tasarruf yapacağımızı daha projeye başlarken öngörüyoruz. Biraz o yeşil ışık yakalım yakmayalım bu projeye cevabı da oradan çıkıyor aslında. Adam saat olarak ciddi bir katma değer görüyorsak zaten hiç beklemiyoruz. Ama bunun dışında özellikle satın alma tarafında kalan işlerde bu yapacağımız gelişmeler ilk etapta kısa vadede bir dönüş sağlamayabilir bunun da farkındayız ama ilerleyen dönemde baktığınız zaman bize bir katma değer yaratabiliriz. Bunların hepsini aslında bir faktör olarak düşünüp günün sonunda bir matris üzerinden çalışarak biz bu işin dönüşünü kaç yılda görürüz bir plana oturtuyoruz.

şeklinde detaylı vermiştir. Sonraki aşama olan proje takımlarının kurulmasını

Katılımcı-3

...bunun için ayrı özel bir departman kurulmuyor fakat her departmandan bu tarz faaliyetleri dijitalizasyon çatısı altında toplayıp belli süreçlerde belli çıktılarının alınması isteniyor. Genelde işte bölüm ya da divizyon yöneticilerinin seçtiği, atadığı ve konuda çalışmak isteyen arkadaşların oluşturduğu proje takımlarıyla yapılıyor bu iş...

şeklinde belirtmiştir. Katılımcı-9 ise

...supply chaine özel özellikle dönüşüm stratejisi ile beraber supply chain innovators diye bir ekip kurduk. Tamamen gönüllülerden oluşuyor. Teknolojiye ilgili, bu konuda araştırma yapmak isteyen, bundan heyecan duyan, sürecin içerisindeki arkadaşlar bunlar. Onlar düzenli olarak markette available, farklı sektörlerde kullanılan teknolojileri araştırıp bulup ekiple paylaşıp bir esinlenme yarattılar. Ve bu ekibin amacı hem herkesin bu konuda bilgi düzeyini hizalamak ve kendi alanı ile düşünmesini, fırsatlar bulmasını sağlamak hem de ekibin kendisinin şirket içerisinde supply chain içerisinde süreçlerinde yapılabilecek olan çalışmalar ve bunu nasıl implemente edilebilir konusunda proje geliştirmesiydi. Biz adaptasyonu böyle gerçekleştirdik.

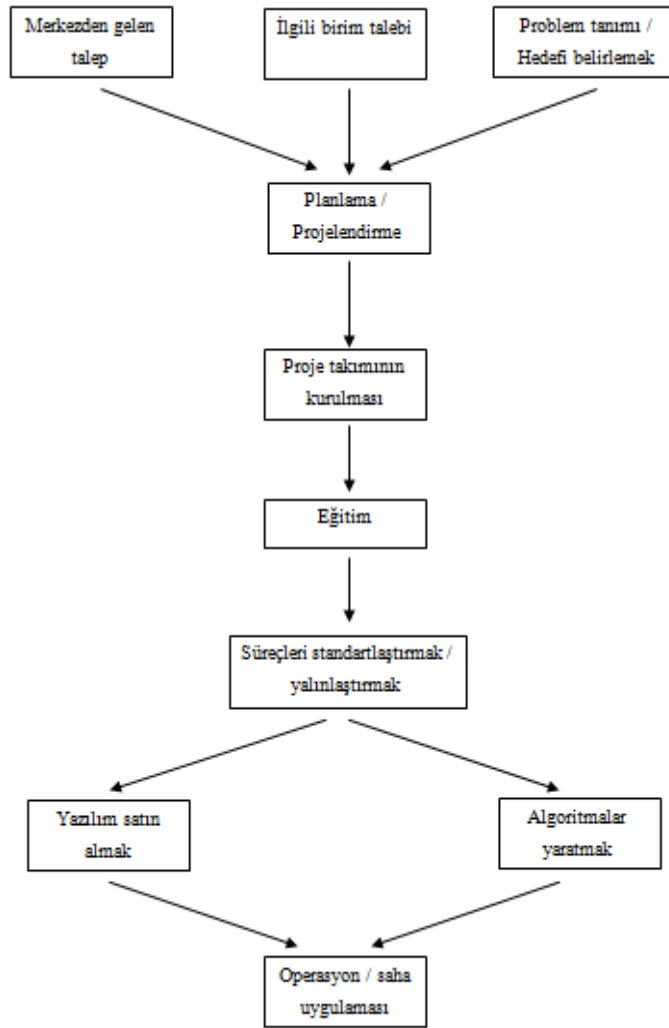
diyerek proje takımlarının oluşturulma süreç ve görevlerini anlatmışlardır. Proje takımı kurulduktan sonra ekibin eğitim alma aşamasını Katılımcı-8

...ilgili iş biriminden destek verecek arkadaşlarımızın da bir six sigma eğitimi görmesi gerekiyor öncesinde. Yani süreci nasıl yalınlaştırabiliriz, nasıl daha sistematik bir hale getirebiliriz. Bunun A'sını B'sini C'sini bir öğrenelim ki ondan sonra aslında bu iş birimine derdimizi ifade edelim ve devamında beraberce ortaya bir sonuç çıksın diye bir ilerleyiş var bizde ...

sözleriyle anlatmış eğitimin devamında süreçlerin yalınlaştırılması ve standartlaştırılması aşaması geldiğini de belirtmiştir. Katılımcı-1 "...yazılım satın alması gerekiyorsa yazılım satın alması yapıyoruz..." diyerek ve Katılımcı-4 "...verilerin iletişimi manasında kendimiz algoritmalar yazdık..." şeklindeki söylemleriyle içeride algoritmaların yazılımını ve eğer yazılım ihtiyacı doğarsa dışarıdan tedarik edilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır.

Katılımcı-4 bundan sonraki aşamayı, operasyon yani saha uygulama aşaması olarak tanımlamış ve uygulamalarla sürecin test edildiğini anlatmıştır. Bu aşamada Katılımcı-3'ün anlattıklarına göre eğer süreçlerin izin vermesi bağlamında sadece data toplanabilir ya da toplanan bu datalardan analiz de yapılabilir.

Şekil 27: Dördüncü Sanayi Devrimi Adaptasyon Süreç Modeli



Kaynak: Yazar

Şekil-27’de katılımcıların adaptasyon sürecinde geçirdikleri aşamalar bir bütün olarak verilmiştir.

2- Adaptasyon süreci sırasında yaşanan **zorluklar** da gözden kaçırılmaması gereken bir husustur. Bu kategoride beş adet kod oluşturulmuştur, bunlardan ikisi çalışanla yani uygulayanlarla ilgilidir. İşletmeye yeni bir uygulama bir proje geldiği zaman mesai dışı çalışmak gerektiğini Katılımcı-4 “...zaman mevhumu olmayacak. Herkes çünkü haftanın 185 saati çalışıyor. 185 saatin haricinde bizim yaptığımız gibi Cumartesi Pazar günleri çalışacaklar, çalışmadan olmuyor biz 4-5 senede bu noktalara geldik...” sözleri ile dile getirmiş, çalışanın ikna olması gerektiğini Katılımcı-9 “...hepsinin ötesinde de bu işi insanla yapıyorsunuz. Yani herkesi dâhil edip insanları gerçekten bu konuya ikna etmelisiniz. Tepeden inme olacak bir iş değil. Herkesi ikna ederek dâhil ederek başlamanız lazım...” diyerek vurgulamıştır.

Kalan üç kategoriden ikisi tedarikçilerle ilgilidir. Katılımcı-3 tedarikçi teknolojik düzey ve süreç farklılığını

...şimdi çalıştığımız endüstri nedeniyle bizim tedarikçilerimizin teknolojik seviyeleri çok farklılık gösterebiliyor. Basit bir vida tedarikçisi ile işte kompleks bir mekatronik parçayı tedarik eden tedarikçiler arasında çok farklılık olabiliyor. Gerek işletme tarzında, gerek işte kendi proseslerinde ya da algılarında çok farklılık oluşuyor...

sözleriyle dile getirmiştir. Katılımcı-4 projenin başarısı için “...üst yönetimin öncülüğü olmayan hiçbir proje anlamlı olmuyor. Üst yönetimin arkadan gelip, ben arkadan geliyorum sizi destekliyorum demesi ile değil, üst yönetimin önde koşmuş olduğu sizin de ardından onun heyecanıyla, hızlı tempoyla beraber hareket ettiğiniz süreçler oluyor...” sözleriyle üst yönetimin öncülüğünün ve/veya desteğinin zorlukları aşmada ne kadar önemli olduğunu vurgulamıştır.

Literatür bağlantısı: Oswald ve Krcmar’a (aktaran Klein, 2020: 1014) göre; işletmenin iş modellerini, organizasyon yapısını ve çalışma biçimi gibi işletmenin genelini etkileyecek dijital dönüşüm süreci zorluklarla doludur. Dördüncü sanayi devrimi adaptasyonunun devamlılığı için yalın altı sigma kültürü ile uyumlu bir şekilde yapılması gerektiğini savunan Butt (2020: 16-20) stratejik dördüncü sanayi devrimi yol haritası aşamalarını; tanımlama, ölçme, değerlendirme, optimize etme, geliştirme, meşru kılma ve uygulama şeklinde sıralamıştır.

3.5.8 Dördüncü Sanayi Devrimi Yatırımlarının Geri Dönüşüne İlişkin Bulgular

Katılımcılara adaptasyon için yapılan harcamaların ne kadar sürede geri döneceğini düşündükleri soruya alınan yanıtlar çeşitlidir. Katılımcı-9 “...biz şöyle söyleyeyim, satın alma ile ilgili örneğin satın alınan otomasyonu ile ilgili geri dönüşü çok kısa sürede oldu...” derken, Katılımcı-1 “...yaptığımız endüstri 4.0 yatırımlarında bahsettiğim ekipmanın geri dönüş süresi gerçek anlamda 20 yıl...” demiş, ayrıca Katılımcı-3, Katılımcı-5 ve Katılımcı-7 de geri dönüş süresinin ortalama 5 yıl olacağını dile getirmişlerdir. Bu tarz objektif geri dönüş hesaplamalarının yanı sıra subjektif geri dönüşlerinin de olduğunu Katılımcı-1 şu sözleriyle açıklamıştır; “...bunu belki herkes analiz edemeyebilir hani bunun bir geri dönüş süresi yok çünkü. Kalitenin geri dönüş süresini nasıl söyleyeceksiniz... kalite açısından geri dönüşü bizim için 1 yıl oldu, müşteri beklentisini karşılama açısından 1 yıl oldu, müşterilerimize de bunu sunup, bunun getirdiği faydaları ortaya koymanın geri dönüşü bizde 1 yıl oldu diyebilirim...” demiş ve “...çünkü aynı zamanda biz personel de eğitiyoruz değil mi! Endüstri 4.0 yaptık, onunla ilgili personel onu kullanmaya başladı, ona adapte oldu. Bu da bir eğitim. Bunun geri dönüşü yok ki. O personel orada eğitildikçe siz başka alanlarda başka faydalar elde ediyorsunuz...” şeklinde hesaplanmayan ama yatırım sonrası katma değer sağlayan geri dönüşler de olabileceğini eklemiştir.

Katılımcı-5 “...keza bu endüstri 4.0 ile ilgili yapılan projelerin hayata geçme oranı ve başarılı olma oranı da düşüktür, %50’si başarılı olamaz...” derken Katılımcı-9 “...arındırılmış şekilde bunun faydasını net hesaplamak her zaman mümkün değil...” demiştir. Katılımcı-3 “...şimdiye kadar bahsettiğim unsurlar genelde monitörizasyon ve dokümantasyonu iyileştirici unsurlardı ki bunların yatırımı çok çok düşük meblağlar. Herhangi bir geri dönüşünü bile hesaplamıyoruz...” derken bu tarz maliyetlerin harcama olmadığını, yatırım olarak görüldüğünü belirtmiş ve bu söylemi Katılımcı-1 de “...geri dönüş süresine bakarak yatırım yapmadık yapmıyoruz da. Bizim için bunun teknoloji

kullanımında bir fayda vereceğini gördüğümüz an biz bu yatırımları yapıp teknolojik dönüşüm adımlarını atıyoruz...” sözleriyle desteklemiştir. Katılımcı-5

...hatta firmaların genelde şöyle bir yorumu oluyor, biz genelde 500binTL verdik bir program satın aldık ya da bir süreç satın aldık. Şimdi bu 5 olan çalışan sayısını 2'ye düşürsün. Böyle bir hayalle giriyorlar ama bu böyle olmuyor, olmayacak da, olmamalı da zaten. Amaç zaten o programı alırken o insanları azaltmak olmamalı. O insanların başına düşen ya da birim başına düşen iş hacmini arttırmak olmalı..

diyerek asıl amacın ne olması gerektiğini vurgulamıştır.

Katılımcılara satın alma ve lojistik için ayrılan yatırım payı sorulduğunda;

- Katılımcı-1 “...satın alma tarafı için %1 civarında olabilir...” derken,
- Katılımcı-8 “...toplam senelik organizasyon maliyetim içerisinde %15'i sadece buralara, hem global hem de lokal anlamda yapacağımız gelişmeler ve çözümlere ayırdığımız paradır...” demiş,
- Katılımcı-7 “...%15-%20 civarı diye tahmin edebilirim...” ve
- Katılımcı-2 “...dediğim gibi ben %30 civarı bekliyorum yani satın alma artı lojistik...” şeklinde yorum yapmıştır.

Verilen yanıtlardan dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu için yapılan bütçeden satın alma ve lojistik fonksiyonlarına ayrılan payın minimum %1 maksimum %30 oranında olduğu söylenebilir.

Literatür bağlantısı: KOBİ'lerin dördüncü sanayi devrimi unsurlarının faydalarına ikna olmamalarının nedenlerinden biri de teknolojinin yüksek yatırım maliyetleri ve geri dönüş oranı sorusudur (Pech ve Vrchota, 2020: 3).

3.5.9. Covid-19 Pandemisinin Etkilerine İlişkin Bulgular

Çalışmanın tamamlanmasına yakın ortaya çıkan Covid-19 pandemisi nedeniyle araştırmanın nitel inceleme bölümüne bir soru daha eklenmiş ve dördüncü sanayi devriminin Covid-19 pandemisi döneminde satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkileri için katılımcılar iki farklı bakış açısı sunmuşlardır.

Dördüncü sanayi devriminin Covid-19 pandemisi döneminde satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkileri sorulduğunda katılımcılar iki tür etkiden

bahsetmişlerdir. Bunlardan biri Covid-19 pandemisinin direkt etkileri, ikincisi Covid-19 pandemisi döneminde dördüncü sanayi devriminin etkileridir.

1) Covid-19 pandemisinin direkt etkileri ile ilgili en çok bahsedilen konu alternatif tedarikçi bulma sorunu olmuştur. Katılımcı-6 “..alternatif tedarikçi bulmakta çok zorlandığımız oldu zaten biz bundan dolayı ilerleme kaydedemedik, biz aynı şekilde devam etmek zorunda kaldık her şeye..” derken Katılımcı-9 “.. diğer taraftan özellikle pandemi ile beraber çalışma zamanlarının çok değişmesi, birçok tedarikçinin özellikle yarı zamanlı çalışmaya geçmesi ya da kapatması, hem uluslar arasında hem de Türkiye’de..” şeklindeki katkısına ek olarak Katılımcı-7

Bu gibi sorgulamaları yapmamıza yol açtı. Hem firmalar için imalatçılar için hem bizim gibi OEM’ler için her parçanın alternatifi var mı yok mu bunu araştırmamızı, diğer taraftan da tedarikçilerle olan iletişimimizi daha da arttırmamız gerektiğini hatırlattı. Yani sadece üretimle alakalı değil, tedarikçiler bizim iş ortağımız, onlarla çeşitli platformlarda görüşmeliyiz. Biz işletme olarak ne yapıyoruz. Bizim zaten her sene düzenlediğimiz bir tedarikçi ödül törenimiz vardı. Bunun dışında da yapmamız gereken şeyler olduğunu tespit ettik.

söylemiyle Covid-19 pandemisinin tedarikçi ile iletişimi arttırmanın önemini hatırlattığını vurgulamıştır.

Katılımcı-5 “...mesela konteynır krizi, dünyada şu an nereye giderseniz gidin hangi iş kolunda olursanız olun bir konteynır krizi olduğunu bilirsiniz..” derken Katılımcı-9 Covid-19 pandemisi dönemi için “...tabiki sizin lojistik konusundaki ihtiyaçlarınızı daha da arttırdı. Örneğin konteynır availabilitysi şu an yaşanan en büyük sıkıntı..” şeklinde lojistikte yaşanan sorunlardan konteynır krizi sorununu desteklemiştir. Konteynır krizinin yanı sıra Katılımcı-5

...daha önce insanlar ürettiklerini genelde müşteriye ulaştırdıkları için dağıtım noktasında bir yığın oluşmuyordu bu bütün Türkiye ve dünya için böyle. Artık elde limitli olan birçok şeyin olduğunu fark ettik pandemi ile beraber. Örnek veriyorum JiT diye bir sistem vardı just in time artık bunun çöktüğü resmi bir şekilde anlaşıldı. Artık tamamen işte stoğu bulan kral aslında...

zamanında teslimatın çöktüğünü ve

...işte Türkiye’de 20 milyon m² depolama alanı var. Şu an bunun ihtiyacının 80 milyon m² olduğu yani bir insana 1 milyon m² depolama alanı olduğu görüşülüyor. Çok ciddi depo yatırımları yapılıyor ama şu an yeterli değil. Dolayısıyla depolama alanı e-ticarette beraber yetersizmiş bunu anladık. Sonrasında aslında dünya genelinde çok bol olduğunu zannettiğimiz birçok şeyin aslında pandemi ile birlikte ne kadar limitli olduğunu öğrendik...

depo ihtiyacının arttığını vurgulamıştır.

Covid-19 pandemisi dolayısıyla yaşanan seyahat kısıtı, batan işletmeler ve geleceği öngörememe sıkıntılarına katılımcılar sırasıyla; Katılımcı-4 “..bizler bir yere gidemedik ulaşım sağlayamadık sizler de seyahat edemediniz, seyahatlerimiz kısıldı..” derken, Katılımcı-6 “...pandeminin araya girmesi çoğu bizim tedarikçimizi olumsuz yönde etkiliyor, çok batanlar oldu...” ve Katılımcı-9 “..bir kriz yönetiminde bunu tahminlemek ile ilgili predictionların yeterince henüz etkin olmadığını düşünüyorum. Çünkü yaklaşık 1.5 yıldır biz bu süreci yönetiyoruz pandemi dönemini ve her tahmin bir yıl sonrasını gösteriyor. Önce altı aydı sonra bir yıldı, tabi tüm satın almayı ve lojistik operasyonlarınızı buna göre planladığınızda bu çok doğru bir yaklaşım olmuyor..” şeklinde detaylandırmışlardır.

Covid-19 pandemisinin bu kadar olumsuz etkilerinin yanında Katılımcı-7 bilgi paylaşımının arttığını

...mesela geçtiğimiz sene Nisan ayından itibaren genel müdürümüz bize ilk başta iki haftada bir sonrasında da ayda bir tüm işletme çalışanlarına (12.500 kişiye) canlı yayınlar yapmaya başladı, bizleri bilgilendirdi. Keza satın alma birimimiz aylık toplantılarla tedarikçilerimizle bir araya geldi, tedarikçilerimize bilgilendirme yaptılar ...

sözleriyle, Türkiye için bir avantaj sağladığını da

...ama dediğim gibi en büyük etkisi de Avrupa pazarlarına yakın olan Türkiye gibi ülkeler için yeni şanslar doğurdu. Hem Amerika Çin arasındaki gerginlik, hem pandemide yaşanan Çin’e bağımlılığın dünyanın gözünün önüne bir kez daha gelmesi bizim gibi genç ve üretime yetkinliği yatkınlığı olan bir ülke için avantaj olarak düşünebiliyoruz...

sözleriyle olumlu etkilerini dile getirmişlerdir.

Literatür bağlantısı: Salgın döneminde sınır kapılarının kapatılmasından gecikmeler yaşanmış, salgının çıkış noktası olarak görülen Çin’e gelen gemilerin işlemlerinin tamamlanmasındaki gecikmeler hem navlun fiyatlarını arttırmış hem de ülkeler arası ticareti kesintiye uğratmıştır (Akçacı ve Çınaroğlu, 2020: 451) .

2) Covid-19 pandemisinde dördüncü sanayi devriminin etkileri dört kategoride toplanmıştır. (1) Dolaylı etkisi olduğunu Katılımcı-8 “..dolaylı etkisi

bizim tedarikçilerimizin hayatını kolaylaştırmamız neticesinde onların bizimle çalışmayı önceliklendirmesi olmuştur..” şeklinde açıklamış, (2) etkisi olmadığını Katılımcı-5 “..dördüncü sanayi devriminin bununla hiç ilintisi olmadı..” diyerek beyan etmiştir. (3) Olumsuz etkilerinden tedarik sorununu Katılımcı-1 “..dördüncü sanayi devrimi ileri teknoloji demek aynı zamanda fakat pandemide ileri teknoloji desteği veren firmalarda pandemiden kaynaklı kısa çalışma olması, tedarik zincirinde sorunlar yaşadık..” şeklinde açıklamış ve destek veren firma sayısı azlığından kaynaklı yaşadıkları olumsuzluğu “..yüksek teknolojiye geçtiğimiz zaman dünyada yüksek teknolojiye destek veren firma sayısı da azdı. Araya pandemi de girdiği için olumsuz etkilenen bir yapı haline geldi endüstri..” sözleriyle detaylandırmıştır. Yaşanan olumsuzluktan bir diğerinin “..çip sorunu..” olduğunu vurgulayan Katılımcı-1’e ek olarak, bir diğer olumsuz etkinin karantina ve dolayısıyla hat duruşları olduğunu Katılımcı-6 şu şekilde açıklamıştır; “..bizim süreci sorarsanız ana sanayinin bununla ilgili duruşu oldu, uzun süre durdu burası. 150 kişi civarında pandemi sorunu yaşadı ve onların temaslıları falan. E tabi fabrika durunca bizim de o hattın durması oluyor, zorlandık. Hepimiz ana sanayiye bağlı olduğumuz için hepimizde bir zorlanma oldu..”. (4) Dördüncü sanayi devriminin Covid-19 pandemisi dönemindeki olumlu etkilerinden uzaktan erişimi Katılımcı-4 “...bir baktık evden bazı arkadaşlarımız çalışmaya başladı. Biz evden telekonferanslar sayesinde işte sizlerle yapmış olduğumuz görüşmeler sayesinde iyi anlaşıldıktan operasyon tarafını da yönetebiliyoruz...” sözleriyle dile getirmiştir. Online ürün/araç takibini Katılımcı-9 “...bence dördüncü sanayi devrimi bu konuda nerede hangi konteynır var, lead timeleri ne, ne zaman available olacakları ile ilgili çok ciddi data veriyor...” şeklinde açıklamıştır. Diğer bir olumlu etkisinin teknoloji yatırımlarını arttırması olduğunu Katılımcı-3 “...özellikle de firma sahiplerine ve yöneticilerine, özellikle üst düzey yöneticilere aslında pandemi süreci, bu tür yatırımların hızlandırması gerektiğini göstermiş oldu herkese...” sözleri ile dile getirmiş; Katılımcı-4 tedarik zinciri değerini arttırdığını “...yatay ve dikey entegrasyonu yapmışız, görünürlüğü sağlamışız, tedarik zinciri operasyonel bir eylem operasyonel bir süreç olduğu için değerlendirme süreci artmış oldu...” sözleriyle vurgulamıştır.

Literatür bağlantısı: 2020 senesinde Covid-19 bağlamında yapılan küresel bir anketin sonuçlarına göre yıkıcı teknolojilerden en çok büyük veri (%86), bulut bilişim (%82,7) ve nesnelerin interneti (%78) tedarik zinciri süreçlerine ve zincirin yanıt verme kapasitesine olumlu anlamda etki etmiştir (Frederico, 2021:5).

3.5.10. Katılımcıların Önerilerine Dayanan İfadeler

Katılımcılara, henüz adaptasyona başlamamış işletmelere önerileri sorulduğunda alınan yanıtlar üzerinden yapılan kodlamalar bu bölümde değerlendirilecektir. Katılımcı-8 öncelikle ihtiyaç belirlenmesi gerektiğini

...şirket bu masadan ne bekliyor, biz günlük olarak yaptığımız işlerde nasıl bir efor sarf ediyoruz ve nasıl bir sonuca ulaşıyoruz. Daha sonra haritayı alıp karşılıklarına bakmalarını öneririm açıkçası. Yani ben bu adımlardan hangilerini daha yalın hale getirebilirim, hangilerinde manuel dokunduklarımı dokunmayabilirim, orada da harcadığım eforu benim için daha katma değerli diyebileceğim işlere harcayabilirim gibi bir analizi ben önerilerine koymalarını tavsiye edebilirim...

şeklinde dile getirirken, Katılımcı-9 “...önce analiz yapmaları lazım, yani burada dijital olgunluk seviye (digital maturity level¹) analizi yapmaları ve bunu mümkünse bir danışmanla yapmaları lazım...” diyerek dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu için dijital olgunluk seviye analizinin önemini vurgulamıştır. Katılımcı-7 “...kendi sektöründeki kendi rakipleri arasında en iyi olanları takip etmeleri ve onların uyguladığı teknolojileri araştırmalarını önerirken” “...global bakmak durumundalar...” diye eklemiş, Katılımcı-9 “...mühendislik altyapınız yoksa bu iş çok zor. Mühendislik altyapısı ve yaklaşımınızın olması lazım, ihtiyaç duyulan araçların olması lazım. Bana göre iyi bir IT ekibiniz ya da IT partneriniz olması lazım..” diyerek teknolojik altyapının önemini vurgulamıştır.

¹ Acatech Dördüncü Sanayi Devrimi Dijital Olgunluk Endeksi’nin (Acatech Industry 4.0 Digital Maturity Index) kullanımı birbirini takip eden üç aşamadan oluşur. İşletmeler ilk adımda şu an oldukları olgunluk seviyesini tanımlayabilirler, ikinci aşamada işletmenin kurumsal stratejisine dayalı olarak dönüşüm sürecinin sonunda ulaşmak istediği hedef geliştirme aşamasını belirler ve üçüncü aşamada aksiyonların formüle edilip çizilen yol haritası ile birleştirilerek belirlenen yeteneklerin geliştirilmesini sağlar (Schuh ve diğerleri, 2020: 47).

Katılımcı-5 ihtiyaca göre yatırım yapılması gerektiğini “...siz şimdi 50 milyon dolarlık bir firmaysanız... 500 milyon dolarlık firmanın kullanacağı sistemi kullanırsanız, ne insan kaynağınız yeterli olur, ne de onu yönetebilecek finansalınız olur...” sözleriyle dile getirmiştir. Katılımcı-4 ise süreçleri iyi tanımlayarak, rolleri ve süreçleri standartlaştırmak gerektiğini “..görev tanımlamalarına göre bütün organizasyonda yapılacak görev tanımlamaları çok açık ve net olacak, herkesin belirli olacak....süreçleri standartlaştırmadım ben bir yazılım aldım, hadi ben dijitalleştirdim veya endüstri 4.0. Hayır kardeşim!..” sözleri ile belirtmiştir.

Adaptasyon sürecinin en önemli unsurlarında olan çalışanlar ile ilgili Katılımcı-9 bilgilendirmenin önemini

...bilgilendirme çok önemli teknoloji ile tanıştığınız çok önemli. Teknoloji eşittir insanların iş kaygısı anlamına da gelebilir. Bunu giderebiliyor olmanız çok önemli. Kendi ekibinizle hali hazırda bu şekilde siz ilerlerken, ekip adapte olmuşken hala adapte olmayan insanlar varsa da bunun sebebini iyi irdelenmek gerekiyor, arkasında yatan nedeni bulduğunuzda sorunu daha net çözebiliyorsunuz...

sözleriyle vurgulamış, ayrıca çalışanların ilgi duydukları alanlara yönlendirilmesi gerektiğini de “...bizde daha geriden adapte olanlar var, orada biz şu yöntemi kullandık. Kişinin ilgi duyduğu alan atıyorum, 3D yazıcı hiç ilgisini çekmeyebiliyor ama otomasyon ilgisini çekebiliyor...” sözleriyle dile getirmiştir.

Katılımcı-4 projelendirmenin içeriden olması gerektiğini “...hiç kimse sizin işinizi sizden iyi bilemez, hangi yazılımcı olursa olsun, siz o yazılımcıdan daha doğru şekilde aktarmanız lazım...” sözleriyle belirtmiş, adım adım ilerlemek gerektiğini ise Katılımcı-5

...gidip ERP yani kurumsal kaynak planlamasını güçlendirecek bir program alıyorsa daha doğru bir yatırım yapar. Çünkü başta ERP'nizi kurarsınız sonra MRP'nizi kurarsınız, modüllerinizi. Optimizasyon sonraki süreçtir, çünkü optimizasyon veri ile beslenir. Siz doğru veriye sahip değilseniz sisteme çöp yükleyeceğiniz için çöp alacaksınız...

sözleriyle dile getirerek gerekli yazılımların kullanılması gerektiğini de vurgulamıştır. Katılımcı-1 yöresindeki işletmeleri örnek vererek “...çevremizde bölgemizde çok eksiklik var aslında. En basit yapılarda bile hala daha normal elle yapılan işlemler, kâğıtla yapılan işlemler devam ediyor...” diyerek bir durum

tespiti yapmış ve manuel işlemleri kaldırarak teknoloji kullanımını arttırılması gerektiğini de “...bir türlü bilgisayar seviyesine, bir türlü bilgisayarın üstündeki otonom yapılara, kontrol mekanizmalarına geçemiyorlar. Bu yüzden hani endüstri 4.0 değil de teknoloji kullanımını arttırmalarını öneriyorum ...” şeklinde dile getirmiştir.

Ayrıca, Katılımcı-7 global bakış açısı gerektiğini, Katılımcı-4 üst yönetimin öncülüğü olmadan olmayacağını vurgulamıştır.

Görüşmeler esnasında yeni neslin nasıl olduğuna ve/veya yeni nesilden neler beklendiğine dair bulgular da yine önerilere ilişkin bulgular kısmında değerlendirilmiştir. Dördüncü sanayi devrimine adapte olmuş ve/veya hala adaptasyon sürecinde olan çok uluslu bir işletmede lojistik müdürü olarak çalışan Katılımcı-5 “...yenilikçi misiniz? Değişime karşı direnç gösteriyor musunuz? Yoksa değişimin ta kendisi misiniz?... nedir bu meydan okumalar proaktif misiniz?” soruları ile; %100 yerli sermaye bir işlemede 20 yıldır çalışıp şu an grup tedarik zinciri müdürlüğü görevini üstlenen Katılımcı-4

...yeni nesilde yazılım biliyorlar, dil biliyorlar, okuma biliyorlar, kendilerini idare edebiliyorlar, özgürlük de var... E bu adamlar muazzam derece çok fonksiyonlular. Yeni bir işe başlıyorsunuz ilgili İnsan Kaynakları size şunu sormuyor, ehliyet var mı hangi üniversite mezunusun? Bitti artık bu hikâyeler. Sen ileri derecede Excel biliyor musun diye sormuyor artık, ileri derecede Excel bilmeyen bizim yanımızda zaten olmuyor. İleri derecede sen doğrusal programlama biliyor musun, sen strateji geliştirebiliyor musun sen? Optimizasyon nedir, kısıtları-kaynakları-değişkenleri anlayabiliyor musun? Senin bir projede bakış açın nedir? Sana bunları soruyorlar artık...

sözleri ile yeni nesilden beklenen bakış açısını, strateji geliştirmeyi ve programlama özelliklerini dile getirmiş ve eski becerilerin artık ayıt edici bir özellik oluşturmadığını vurgulamıştır.

Literatür bağlantısı: Cotet ve diğerleri (2020: 2) dördüncü sanayi devrimi gereklerine karşılık gelen nitelikleri tanımlamak için 120 endüstri mühendisi öğrencisi ile yaptıkları çalışmayı başarı motivasyonu ve duygusal olarak iki bölümde değerlendirmişlerdir. Başarı motivasyonu envanterinde; korkusuz, rekabetçi, hedef odaklı, özgür, üretkenlikle gurur duyan Z kuşağı duygusal bölüm envanterinde ise; esneklik, problem çözme, sosyal sorumluluk, atılganlık ve mutluluk gibi özelliklere sahiptir.

Bazı katılımcılar görüşmelerde dördüncü sanayi devriminin Türkiye’ye etkileri konusunda da görüş bildirmişlerdir. Katılımcı-4 “...Türkiye’nin daha alacağı yollar var ama Türkiye’de bazı şeyler çok hızlı ilerliyor haberiniz olsun...” sözleriyle umutlu bir bakış açısı sergilemiştir. Katılımcı-7 ise bunun Türkiye için bir şans olduğunu belirtmiştir.

Literatür bağlantısı: Uzun vadede Türkiye için umutlu bir yaklaşım sergileyen Kasa ve Arslan, (2020:1824) eğitim bütçesinin arttırılması, nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesi sayesinde katma değerli ürünler için yenilikçi fikirler çıkabileceği görüşündedir.

3.6. ÇALIŞMANIN GÜÇLÜ YANLARI VE KISITLARI

Araştırma Covid-19 salgını ve sonrasındaki seyahat kısıtları nedeniyle ZOOM programı aracılığı ile çevrimiçi katılımcıların yoğunluğu nedeniyle ise ortalama 25 dakika süren görüşmeler üzerinden yapılmıştır. Salgın nedeniyle evden çalışan, hasta olduğu için karantinada olan katılımcı adayları ile görüşme sağlanamamıştır. Çalışmanın güçlü yanı ise, Covid-19 salgınının ilanından henüz 15 ay geçmiş olması etkilerinin tam olarak incelenmesini mümkün kılmamakla birlikte bu çalışmada Covid-19 salgınının tedarik zincirindeki satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkilerine değinebilmiş olmasıdır.

3.7. GELECEĞE YÖNELİK ÖNERİLER

Araştırmacılara Öneriler: Dördüncü sanayi devrimi unsurlarını adapte eden işletmelerin ve çalışanlarının özellikleri, adaptasyon sürecinde neler yapılması gerektiği ve yaşanan/yaşanacak zorluklar gibi konularda literatürdeki kaynak yetersizliği için daha çok araştırma yapılmalıdır. Görüşmelerde satın alma ve lojistik dışında değinilen insan kaynakları, pazarlama gibi fonksiyonlarda dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu ve devrimin etkilerinin

incelenmesi mümkündür. Covid-19 salgınının önümüzdeki senelerde etkilerinin daha iyi analiz edileceği için gelecekte üzerine çalışılabileceği düşünülmektedir.

Uygulayıcılara Öneriler: Bu konuya ilgi duyan işletmeler içinde piyasayı, akademiye ve rakiplerini takip ederek yenilikleri, teknolojik gelişmeleri araştırmak ve işletmeye adapte etmek için bir birim oluşturulabilir. Çalışanlarına, tedarikçilerine ve müşterilerine düzenli bilgilendirme toplantıları yapılmasının işletmeye olumlu etkileri olacağı düşünülmektedir. Ayrıca insan kaynakları, danışmanlıklar, eğitim kurumlarıyla işbirliği yaparak konu hakkında hem çalışanlarına eğitim verilmesini hem de ileride potansiyel çalışanı olacak yeni nesle staj ya da bilgilendirme toplantıları aracılığı ile ulaşmayı sağlayabilir.

Kurumlara Öneriler: Sadece kamu kurum ve kuruluşlarının dijitalleşmesi görevini yürüten Dijital Dönüşüm Ofisinde başta KOBİ'ler olmak üzere dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu yapmak isteyen işletmelere danışmanlık yapmak için bir birim oluşturulabilir. Sektör ya da bölge bazlı pilot uygulamalarla başlayabilecek bu sürecin Türkiye'nin dördüncü sanayi devrimi unsurlarının adaptasyonunu hızlandırarak büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.8. BULGULARIN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Yapılan görüşmeler sonucunda katılımcıların akademisyenlerin aksine dördüncü sanayi devrimi yerine *endüstri 4.0* demeyi tercih etmeleri Almanya'nın yol haritasındaki ismin daha çok benimsendiğini göstermektedir. Katılımcıların satın alma ve lojistik fonksiyonlarında en çok kullandıkları dördüncü sanayi devrimi unsurları sırasıyla; büyük veri ve bulut bilişimdir. Gerçek zamanlı veri sağlayarak karar verme sürecini destekleyen bu iki unsur satın alma ve lojistik fonksiyonlarının daha güçlü daha bağımsız olmalarını sağlamaktadır. Satın alma ve lojistik fonksiyonlarının yanı sıra katılımcılar dördüncü sanayi devrimi unsurlarının pazarlama, insan kaynakları, yatırım, güvenlik ve üretim gibi fonksiyonlarında kullanımlarından da bahsetmişlerdir. En çok sipariş için kullanılan dördüncü sanayi devrimi unsurları, mal kabulü, ürün takibi, depolama, stok düşümü, stok sayımı ve öngörü/tahminleme için de kullanılmaktadır.

Böylece satın alma ve lojistik işletmenin tepki veren değil inisiyatif alan fonksiyonları haline gelmektedir.

Yapılan görüşmeler sonucunda dördüncü sanayi devrimi unsurlarını satın alma ve lojistik fonksiyonlarında kullanma nedenleri rekabet, işletme varlığını sürdürmek, maliyetleri azaltmak, süreçleri iyileştirmek, güvenlik ve doğru öngörü yapabilmek olan işletmeler, adaptasyon sonucunda manuel işlemi azalttıklarını, insandan bağımsız otonom sistemler sayesinde insan hatasından kaynaklı maliyeti düşürdüklerini ve öngörülebilirlikte artış olduğunu belirtmişlerdir. Dördüncü sanayi devrimi unsurlarını adapte etme nedenleri ile çıktılarının çeşitliliğinden hareketle, yeni teknolojilerin kullanımının sinerjik bir yapı oluşturarak beklenenin üstünde yarar sağladığı söylenebilir.

Adaptasyon sürecinin çeşitli aşamalarında olan katılımcılar göz önüne alındığında dördüncü sanayi devrimi unsurlarını bünyelerine adapte edecek işletmelerin; vizyoner, standartlaştırılmış/yalınlaştırılmış süreçleri olan, yenilikler için bir birime sahip, çalışanını kazanmayı ön planda tutan bir yönetime, çok çalışan, meraklı/heyecanlı, çok fonksiyonlu, işletmeyi iyi bilen tecrübeli bir çalışan grubuna sahip olmasının yanı sıra piyasayı, yeni sistemleri akademiye takip edip bilgi paylaşması ve tedarikçi ilişkilerine özen göstermesi gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar çalışan, yönetim ve üçüncü kişilerle ilişkiden oluşan üçgenin unsurlarının hep birlikte bir bütünü oluşturarak dördüncü sanayi devrimi adaptasyonunu sağladığını göstermektedir. Adaptasyon sürecinde işletme yapısına göre değişiklik gösterse de genel itibariyle problemin tanımlanıp hedefin belirlenerek planlama/projelendirme yapılmalı, takımlar oluşturularak gerekli eğitimler ve yazılımlar alınmalıdır. Bu aşamalardan sonra uygulamaya başlanabilir. Adaptasyon zorlu bir süreç olduğu için yönetim desteği hatta öncülüğü, mesai dışı çalışma ve kullanıcıların ikna edilmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde başarılı bir adaptasyon süreci geçirilebilir.

Adaptasyon sonucunda yapılan yatırımların geri dönüş süresi işletme yapısına göre değişse de ortalama 5 sene olarak belirtilmiştir. Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının adaptasyonunda KOBİ'lere nazaran büyük işletmelerin çoğunlukta olmasının nedeni; geri dönüşü kolay hesaplanamayan bu bütçeleri harcama değil yatırım olarak görmeleridir. Ayrıca görüşmelerde neticesinde

dördüncü sanayi devrimi adaptasyonu için yapılan bütçeden satın alma ve lojistik fonksiyonlarına ayrılan payın minimum %1 maksimum %30 oranında olduğu söylenebilir.

Covid-19'un ilanından 13-14 ay geçtikten sonra yapılan görüşmelerde bu salgının direkt etkileri; alternatif tedarikçi, depolama alanı ve konteynır bulma sıkıntılarının yanı sıra tam zamanında teslimatın (JiT) ve öngörülebilirliğin ortadan kalkmasıdır. Ancak bu dönemde hem işletme içi hem de işletme dışıyla bilgi paylaşımının arttığı görülmüştür. Bu salgın döneminde dördüncü sanayi devriminin olumsuz etkileri; tedarik, tedarikçi ve çip sorunlarının yanı sıra karantinalar ve yarı zamanlı çalışmalar nedeniyle hat duruşları yaşanmasıdır. Olumlu etkileri ise; uzaktan çalışmaya imkan vermesi, online ürün ve araç takibi yapılabilmesi, teknolojik yatırımların artması ve tedarik zincirinin değerinin artması olarak sıralanabilir. Salgının en birincil sorunu olan öngörü yapamamayı ancak dördüncü sanayi devrimi unsurlarını kullanarak etkisinin azaltılabileceği görülmüştür.

Katılımcıların dördüncü sanayi devrimi unsurlarının adaptasyonuna başlamamış işletmelere; süreçleri iyi tanımlayarak, rolleri ve süreçleri standartlaştırmaları, dijital olgunluk seviye analizi yaptırmaları, ihtiyaca göre yatırım yapmaları ve teknolojik altyapının önemini anlamaları yönünde önerilerde bulunmuşlar ve çalışanları bilgilendirmenin önemini vurgulamışlardır. Her yeni teknoloji o dönemin çalışanlarının bir kısmının işlerine kaybetmesine yol açtığı ve çalışanların katkısı olmadan böyle bir adaptasyon süreci yönetilemeyeceği için çalışanların iyi bilgilendirilip ikna edilmesi gerekmektedir. Çalışan ne kadar bilgili ne kadar istekli olursa çıkan sonuç beklenenin çok üzerinde olacaktır. Şu an yönetici kadrosunda X ve Y kuşağı bulunmakta işe başvuran kesimi ise Z kuşağı oluşturmaktadır. Özgür, yazılım ve dil bilen, çok fonksiyonlu Z kuşağının X ve Y kuşağı ile çatışmadan uyum içinde çalışabilmesi için yöneticilerin genç neslin özelliklerini öğrenip benimsemesi gerektiği düşünülmektedir.

SONUÇ

Her gün yeni bir teknolojik gelişmeye uyandığımız günümüz koşulları, insanlar gibi kurum ve işletmeler için de zorlayıcıdır. Arz artık, müşterilerin talep ve ihtiyaçları doğrultusunda ve kişiselleştirilmiş bir şekilde sunulmaktadır. Müşteriye en hızlı ve en doğru ürünü sağlamak için hayati rol oynayan tedarik zinciri yönetimi içindeki satın alma ve lojistik fonksiyonlarının yeni teknolojilere uyumu sağlanmalıdır. Böylece rekabet edebilen işletme, varlığını daha kolay sürdürebilecektir.

Dördüncü sanayi devrimi etkisindeki sanayi işletmelerinin satın alma ve lojistik fonksiyonlarına yönelik nitel bir araştırmanın yapıldığı bu çalışmada; Türkiye'deki sanayi işletmelerinin dördüncü sanayi devrimine bakış açıları, uygulayan işletmeler özelinde adaptasyon süreçleri, nedenleri ve çıktılarının literatürle karşılaştırması yapılmış ve çıkan bulgular değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda görülen o ki; işletmelerin ilk adımda iş süreçlerini, görev ve rolleri yalınlaştırması ve standartlaştırması gerekmektedir. Karmaşık ve kişilere bağlı süreçler, dijitalleşmemiş işlemler katma değerli işlerin yapılmasına engel oluşturmaktadır. Çok fonksiyonlu çalışanlar ile kullanılacak dördüncü sanayi devrimi unsurları işletmeleri bir değil birkaç adım ileriye götürecek bir hamle olacaktır.

Covid-19 pandemisi gibi ani gelişen ve öngörü yapılamayan bir dönemde büyük veri ve bulut bilişimle istenen raporlara ulaşılabilir, yatay dikey entegrasyon ve nesnelerin interneti (IoT) ile ürün takibi yapılabilir ve herhangi bir sorunda yeni aksiyon alınabilir, simülasyon ve arttırılmış gerçeklik ile planlama yapılabilir, üç boyutlu yazıcı ile kritik parçalar üretilebilir, akıllı robotlar ile insanların çalışamadığı durumlar telafi edilebilir ve siber güvenlik ile işletmenin güvenliği sağlanabilir.

Özetle dördüncü sanayi devrimi unsurlarının sanayi işletmelerine adaptasyonu artık bir tercih değil zorunluluktur.

KAYNAKÇA

Acatech (2009). Strategy for Promoting Interest in Science and Engineering. *Acatech Takes A Position*. No: 4.

Addo-Tenkorang, R. ve Helo, P. T. (2016). Big Data Applications in Operations/Supply-Chain Management: A Literature Review. *Computers and Industrial Engineering*. 101(Kasım): 528–543.

Ahsan Alhajjar, A., Kassim Muhammad, R., Raju, V. ve Alnachev, T. (2018). Driving Industry 4.0 Business Through Talent Management of Human Resource System: The Conceptual Framework for Banking Industry. *World Journal of Research and Review*. 7(3): 53–57.

Akaba, T. I., Norta, A., Udokwu, C. ve Draheim, D. (2020). A Framework for the Adoption of Blockchain-Based e-Procurement Systems in the Public Sector: A Case Study of Nigeria. *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology*. (ss. 3-14)

Akben, İ. ve Özel, M. (2017). Tedarik Zinciri Görünürlüğü: Kontrol Kulesi Yaklaşımı. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*. 16(3): 612–627.

Akben, İ. ve Ös, M. (2019). Akıllı ve Veriye Dayalı Tedarik Zincirleri. *3rd International EMI Entrepreneurship and Social Sciences Congress*. 346–353.

Akçacı, T. ve Çınaroğlu, S. (2020). Yeni Koronavirüs (COVID-19) Salgınının Lojistik ve Ticarete Etkisi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*. (Özel Sayı): 447–456.

Aktepe, Ç. ve Saatçioğlu, Ö. Y. (2017). Cloud Computing Adoption in Logistics Firms in Turkey: An Exploratory Study. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)*. 7(1): 9–20.

Akturan, U. (2009). Tedarik Zinciri Yönetiminde Satın Alma Fonksiyonunun Değişen Karakteri: Stratejik Satın Alma. *Öneri Dergisi*. 8(31): 103–111.

Akyüz, A. G. (2019). Tedarik Zinciri Yönetiminde Üç Boyutlu Baskı Teknolojisi: Potansiyel Etkiler, Fırsatlar ve Zorluklar. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 20(2): 119–134.

Alçın, S. (2016). A New Theme for Production: Industry 4.0. *Journal of Life Economics*. 3(2): 19–30.

Alkahtani, M. Omair, M., Khalid, Q. S., Hussain, G. Ahmad, I. ve Pruncu, C. (2021). A Covid-19 Supply Chain Management Strategy Based on Variable Production Under Uncertain Environment Conditions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(4): 1-23.

Altunışık, R. (2015). Büyük Veri: Fırsatlar Kaynağı mı Yoksa Sorunlar Yumağı mı?. *Yıldız Social Science Review*. 1(1): 45–76.

Ashton, K. (2009). That ‘Internet of Things’ Thing. *RFID Journal*. 22(7): 07-114.

Asiltürk A. (2018). İnsan Kaynakları Yönetiminin Geleceği:İK 4.0. *Journal of Awareness*. 3(Özel): 527-544.

Armağan G. (2014). Kalkınma Teorileri. <https://docplayer.biz.tr/106196503-Kalkinma-teorileri-1-kalkinma-teorileri-g-armagan-clark-ve-fisher-in-gorusleri-chenery-ve-kuznets-in-gorusleri.html>. (02.02.2020).

Armani, A.M., Hurt, D. E., Hwang, D., McCarthy, M. C. ve Scholtz, A. (2020). Low-tech Solutions for The COVID-19 Supply Chain Crisis. *Nature Reviews Materials*. 5(6): 403-406.

Arslan Ü. ve Demirağ, Y. (2017). Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Başkent Üniversitesi Avrupa Birliği ve Uluslar arası İlişkiler Enstitüsü.

Atan, M., Atan, S. ve Şenol, A. (2015). Matematiksel Programlama ile Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkinlik Planlaması. *Alphanumeric Journal*. 3(1): 15–24.

Attaran, M. (2017). The Rise of 3-D Printing: The Advantages of Additive Manufacturing Over Traditional Manufacturing. *Business Horizons*. 60(5): 677-688.

Atzori, L., Iera, A. ve Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*. 54(15): 2787-2805.

Baena, F.,Guarin, A., Mora,J. Sauza, J. ve Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*. 9: 73–80.

Bag, S. (2016). Fuzzy VIKOR Approach for Selection of Big Data Analyst in Procurement Management. *Journal of Transport and Supply Chain Management*. 10(1): 1–6.

Bag, S. Wood, L. C., Mangla, S. K. ve Luthra, S. (2020). Procurement 4.0 and Its Implications on Business Process Performance in A Circular Economy. *Resources, Conservation and Recycling*. 152(Eylül 2019): 1–14.

Baghci, S., Buckley, S. J., Ettl, M. ve Lin, G. Y. (1998). Experience Using The IBM Supply Chain Simulator. *Proceedings of The 1998 Winter Simulation Conference* (ss. 1387–1394).

Bakan İ. ve Şekkeli Z. (2018). Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0. *Journal of Life Economics*. 5(2):17-36.

Baki, B.ve Serdar, D. (2020). Sanayi 4.0 Olgunluk Modeli Uygulamaları Üzerine Literatür İncelemesi. Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 11(22): 766-787

Ballou, R. H. (2007). The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management. *European Business Review*. 19(4): 332–348.

Basiliere, P. ve Shanler, M. (2015). *Hype Cycle for 3D Printing, 2015, Gartner Research*. <https://www.gartner.com/en/documents/3100228> (23.02.2020).

Basiliere, P. ve Shanler, M. (2019) *Gartner Hype Cycle 2019: 3D Printing Predictions, 3D Native*. <https://www.gartner.com/en/documents/3947508> (23.02.2020).

Başer, N. ve Erkan N. (2011). I. Sanayi Devrimi'nde Teknolojik Gelişmenin Rolü. (Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Başkol, M. (2011). Bir Rekabet Aracı Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi: Strateji ve Yaklaşımlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 3(5): 13–27.

Bayülken, Y. (2017). Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi İşletmeleri (KOBİ'ler). https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/KOBİ_oda_raporu_677.pdf. (21.05.2021).

Beleş, T. ve Purcărea, A. A. (2017). The Evolution of Enterprise Resource Planning Systems. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*. 3(12): 1091-1095.

Ben-Daya, M. ve Bahroun, Z. (2019). Internet of Things and Supply Chain Management : A Literature Review. *International Journal of Production Research*. 57(15-16):4719-4742.

Benedikt, C. ve Osborne, M. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?. *Oxford Martin Programme on Technology and Employment*. 114: 1-77

Betti, Q. Khoury, R., Halle, S. ve Montreuil, B. (2019). Improving Hyperconnected Logistics with Blockchains and Smart Contracts. *IT Professional*. 21(4): 25–32.

Betti, Q. Montreuil, B., Khoury, R. ve Hallé, S. (2020). Smart Contracts-Enabled Simulation for Hyperconnected Logistics. *Decentralised Internet of Things: A Blockchain Perspective*. 109–149.

Bezanson, A. (1922). The Early Use of the Term Industrial Revolution. *The Quarterly Journal of WEconomics*. 36(2): 343–349.

Birol, Ö. H. ve Gencer, A. H. (2014). Neo-Klasik İktisat ve Neo-Klasik Sentez. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 16(1): 259–280.

Bienhaus, F. ve Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: Factors Influencing The Digitisation of Procurement and Supply Chains. *Business Process Management Journal*. 24(4): 965-984.

Bogdan, B. ve Bilken, S. K. (1992). Foundations of Qualitative Research in Education. *Quality Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*.(ss. 1-48) Boston: Allyn and Bacon.

Boon- itt, S ve Pongpanarat, C. (2011). Measuring Service Supply Chain Management Processes : The Application of the Q-Sort Technique. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 2(3): 217-221.

Bozkurt, V. (2014). *Endüstriyel ve Post-Endüstriyel Dönüşüm Bilgi, Ekonomi ve Kültür*. Bursa: Ekin Basın Yayın.

Börü, F. ve Demiröz, D. M. (2019). Beşinci ve Altıncı Kondratieff Dalgalarının Teknolojik ve Sosyoekonomik Etkileri. *İstanbul İktisat Dergisi*. 69(2): 247–283.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. ve Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Information and Communication Engineering*. 8(1): 37–44.

Britanica T. Editors of Encyclopaedia (2020). *Edmund Cartwright, Britanica*. <https://www.britannica.com/biography/Edmund-Cartwright> (31.01.2020).

Brozzi, R., Forti, D., Rauch, E. ve Matt, D. T. (2020). The Advantages of Industry 4.0 Applications for Sustainability: Results from A Sample of Manufacturing Companies. *Sustainability*. 12(9): 1–19.

Brynjolfsson, E. ve McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age, Work, Progress and Prosperity in A Time of Brilliant Technologies*. NewYork:W.W. Norton Company

BSTB (2018). *İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası, TC Bilim Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı*. <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>. (04.02.2020)

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

Butt, J. (2020). A Strategic Roadmap for The Manufacturing Industry to Implement Industry 4.0. *Designs*. 4(2): 1–31.

Büyüközkan, G. ve Göçer, F. (2018). Digital Supply Chain: Literature Review and A Proposed Framework for Future Research. *Computers in Industry.*, 97: 157–177.

Büyüközkan, G. ve Güler, M. (2019). Lojistik 4.0 Teknolojilerinin Analizi için Metodolojik Yaklaşım. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi.* 8(1): 21–47.

Byrne, J., Heavey, C., Byrne, P.J. ve Brown, L. (2004). A Review of The Logistics Management Software Sector as An Aid to Identifying User Requirements for A Simulation-Based Contract Costing Tool. *Proceedings of the 21st International Manufacturing Conference (IMC21)*(ss 1–8), Düzenleyen University of Limerick, İrlanda. 1-3.09.2004.

Caiado, R. G. G. Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., Nascimento, D. L., Garza-Reyes, J. A. (2021). A Fuzzy Rule-Based Industry 4.0 Maturity Model for Operations and Supply Chain Management. *International Journal of Production.* 231:1-21

Cambridge (2020) *Dictionary.*

[https://dictionary.cambridge.org/tr/sözlük/ingilizce-türkçe/industry.](https://dictionary.cambridge.org/tr/sözlük/ingilizce-türkçe/industry)
(23.01.2020)

Cavata, J. T., Massote, A. A., Maia, R. F. ve Lima, F. (2018). *Presenting The Benefits of Industry 4 . 0 Through Agent- Based Simulation.*

[http://euroma2018.org/wp-content/uploads/proceeding/488_254_2.pdf.](http://euroma2018.org/wp-content/uploads/proceeding/488_254_2.pdf)
(17.05.2021)

CBDDO (2019). *Cumhurbaşkanımızdan Millî Teknoloji Hamlesi ve Dijital Türkiye Açıklaması.* <https://cbddo.gov.tr/haberler/4259/cumhurbaskani-erdogan-hgm-atlas-ve-hgm-kure-uygulamalarinin-tanitilmasi-toreni-nde-dijital-gelisimi-vurguladi>. (19.03.2021).

Chetthamrongchai, P. ve Jermstittiparsert, K. (2019). Modernizing Supply Chain Through Cloud Adoption: Role of Cloud Enabled Supplier Integration in Gaining Competitive Advantage and Sustainability. *International Journal of Supply Chain Management*. 8(5): 708–719.

Chopra, S. ve Meindl, P. (2017). Tedarik Zinciri Yönetimi Strateji, Planlama ve Operasyon. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Clark, C. (1940). *The Conditions of Economic Progress*. London: MacMillan and Co. Ltd.

Clercq, M., Vats, A. ve Biel, A. (2018). *Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology*. <https://www.oliverwyman.com/ourexpertise/insights/2018/feb/agriculture-4-0--the-future-of-farming-tech>. (18.04.2020).

Commission, E. (2013). *Factories of Future*. <https://www.effra.eu/factories-future#:~:text='Factories%20of%20the%20Future'%20is,industrial%20revolution%3A%20materialising%20Factories%204.0>. (09.04.2020)

Cooper, M., Lambert, D. M. ve Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*. 8(1): 1-14.

Cotet, G. B., Carutasu, N. L. ve Chiscop, F. (2020). Industry 4.0 Diagnosis from an iMillennial Educational Perspective. *Education Science*. 10(1): 1-14.

Cox, M. ve Ellsworth, D. (1997). Application-Controlled Demand Paging for Out of Core Visualization. *IEEE Visualization '97 Conference*. 235–244.

Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark P., Vicki L. ve Morales, A. (2007). Qualitative Research Designs: Selection and Implementation. *The Counseling Psychologist*. 35(2): 236–264.

Crnjac, M., Veža, I. ve Banduka, N. (2017). From Concept to The Introduction of Industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1). 21–30.

Croom, S., Romano, P. ve Giannakis, M. (2000). Supply Chain Management: An Analytical Framework for Critical Literature Review. *European Journal of Purchasing and Supply Management*. 6(1): 67–83.

Croxtan, K. L., García-dastugue, S. J., Lambert, D. M. ve Rogers, Dale S. (2001). The Supply Chain Management Processes. *Independent Journal of Logistics Management*. 12(2): 13-36.

CSCMP (2021) *Supply Chain Management Definitions and Glossary*.
https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx, (06.03. 2021).

Culot, G. Fattori, F., Podrecca, M, ve Sartor, M. (2019). Addressing Industry 4.0 Cybersecurity Challenges. *IEEE Engineering Management Review*. 47(3): 79–86.

Cumhuriyet (2017). *Siber saldırı, Oyak Renault Bursa fabrikasında da üretimi durdurdu*. <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/siber-saldiri-oyak-renault-bursa-fabrikasinda-da-uretimi-durdurdu-740429>. (08.07.2021)

Çelikkol M. (2019). Bilgi Yönetim Sürecinde Kurumsal Kaynak Planlamasının Finansal Boyutları ve Bir Firmada Uygulanması. 54(1): 662-680.

Çiçekli, S. (2018). *Sanayi 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri. Kalkınmada Anahtar Verimlilik*. <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-4-0in-lojistik-sektorune-etkileri/9635>(15.02.2020)

Çubukçu, M. (2020). İşletmelerde Bilgi Yönetiminin Stratejik Önemi ve Uygulamada OLAP Modelleri. *SSAD Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 4(1): 57–89.

da Costa Soares, T. F. (2021). *Vehicle Tracking in Warehouses via Bluetooth Beacon Angle-of-Arrival*.(Yüksek Lisans Tezi). Porto: Universidade do Porto Faculdade de Engenharia.

Davies, R., Coole, T. ve Smith, A. (2017). Review of Socio-Technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*. 11: 1288–1295

Demirkaya, H. ve Sarpel, E. (2018). Eğitim ve Geliştirme Uygulamalarında Yeni Nesil Bilişim Teknolojilerinden Sanal Gerçeklik, Bulut Bilişim ve Yapay Zeka. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*. 40: 231–245.

Denning, S. (2017). From A Casino Economy to A New Golden Age: Carlota Pérez At Drucker Forum 2017. *Forbes*.

<https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2017/11/25/from-a-casinoeconomy-toanewgoldenagecarlotaperezatdruckerforum2017/?sh=5d90c673b4ed>.(05.02.2020)

Denzin, N. K. ve Lincoln, Y. S. (2008). *The Landscape of Qualitative Research*. California:Sage Publications.

Dereköylü, F. B. (2017). *Kişilik ve Motivasyon Arasındaki İlişki : Mavi ve Beyaz Yakalı Çalışanlar Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Dev, N. K., Shankar, R. ve Qaiser, F. H. (2020). Industry 4.0 and Circular Economy: Operational Excellence for Sustainable Reverse Supply Chain Performance. *Resources, Conservation and Recycling*. 153(Ocak 2019): 1–15.

Digital India (2021). *Programme Management Structure for Digital India programme.*

<https://digitalindia.gov.in/content/management-structure>. (23.04.2021)

Ding, B., Hernández, X. F. ve Jané, N. A. (2021). Combining Lean and Agile Manufacturing Competitive Advantages Through Industry 4.0 Technologies: An Integrative Approach. *Production Planning & Control*. 1–17.

Doğan K. ve Kavruk H. (2016). Balıkçılık Sektöründe Su Ürünleri Kooperatiflerinin Yeri ve Önemi. 21. Milletlerarası Kooperatifçilik Kongresi.(Mayıs 2015): 629-649.

Dong, H. J., Abdulla, R., Selvaperumal, S. K., Duraikannan, S., Lakshmanan, R. ve Abbas, M. K. (2019). Interactive on Smart Classroom System Using Beacon Technology. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. 9(5): 4250–4257.

Dossou, P.-E. (2019). Development of a new framework for implementing industry 4.0 in companies. *29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. 573–580.

Dubey S. ve Jain S. (2014). Logistics Information System and Cloud Computing. *International Journal of Operations and Logistics Management*. 3(1): 42-47.

Eddles-Hirsch, K. (2015). Phenomenology and Educational Research. *International Journal of Advanced Research (IJAR)*.3(8): 251–260.

Eğilmez Ö. ve Koca G. (2018). Gelişmekte Olan Ekonomilerde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri İçin Endüstri 4.0 Girişimlerine Yönelik Güçlüklerin Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı):1521-1536.

Ersöz, B. Özmen, M. (2020). Dijitalleşme ve Bilişim Teknolojilerinin Çalışanlar Üzerindeki Etkileri. *AJIT-e: Online Academic Journal of Information Technology*, 11(42): 170–179.

EPO (2021). *Patent Index 2020*. <https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2020/statistics/patent-applications.html#tab2>.(15.02.2020)

Esmailian, B., Sarkis, J., Lewis, K. ve Behdad, S. (2020). Blockchain for The Future of Sustainable Supply Chain Management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling*. 163(July):1–15.

European Commision (2013). *Factories of The Future*.
<https://www.effa.eu/factories-future-roadmap>. (21.03.2021)

Eurostat (2008). *NACE Rev. 2 – Statistical Classification of Economic Activities in The European Community*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF>.(20.01.2020).

Eurostat (2021). *NACE background*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=NACE_background. (24.05.2021)

Evans, D. (2011). *The Internet of Things How The Next Evolution of The Internet Is Changing Everything, CISCO White Paper*.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+Internet+of+Things+-+How+the+Next+Evolution+of+the+Internet+is+Changing+Everything#0>.
(29.05.2020)

Fatorachian, H. ve Kazemi, H. (2021). Impact of Industry 4.0 on Supply Chain Performance. *Production Planning and Control*. 32(1): 63–81.

Ferrer, E. C. (2018). *Innovation 25: A Retro-Futuristic World?*
<https://www.eduardocastello.com/innovation-25-a-retro-futuristic-world/>.
(22.03.2020)

Fisher, A. G. B. (1935). *The Clash of Progress and Security*. MacMillan. London.

fikir.gen.tr (2018). *Ekonomik Faaliyetler ve Gelişmişlik*.
<https://www.fikir.gen.tr/ekonomik-faaliyetler-ve-gelismislik/>. (08.09.2020)

Fırat, S. U. ve Fırat, O. Z. (2017a). Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*. 46(2): 211–223.

Fırat, S. U. ve Fırat, O. Z. (2017b). Sanayi 4.0 Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye. 114(June): 10–23.

Flügel, C. ve Gehrmann, V. (2009). Scientific Workshop 4: Intelligent Objects for the Internet of Things: Internet of Things – Application of Sensor Networks in Logistics. *Communications in Computer and Information Science*. 32:16-26

Frazzon, E., Rodriguez, C., Pereira, M., Pires, M. ve Uhlmann, I. (2019). Towards Supply Chain Management 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 16(2): 180-191.

Fredendall, L. D. ve Hill, E. (2016). *Basics of Supply Chain Management*. Boca Raton: CRC Press.

Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A. ve Kumar, V. (2020). Supply Chain 4.0: Concepts, Maturity and Research Agenda. *Supply Chain Management*, 25(2): 262–282.

Frederico, G. F. (2021). Towards A Supply Chain 4.0 on The Post-COVID-19 Covid-19 Pandemic: A Conceptual and Strategic Discussion for More Resilient Supply Chains. *Rajagiri Management Journal*. 1(11): 1–11.

Gandomi, A. ve Haider, M. (2015). Beyond The Hype: Big Data Concepts, Methods, and Analytics. *International Journal of Information Management*. 35(2): 137–144.

Garay-Rondero, C. L., Martinez-Flores, J. L., Smith, N. R., Caballero Morales, S. O. ve Aldrette-Malacara, A. (2020). Digital Supply Chain Model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 31(5): 887–933.

Gartner (2021). *Gartner Predicts the Future of Supply Chain Technology*. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-predicts-the-future-of-supply-chain-technology/>.(28.05.2021).

Genç, R. (2009). *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Yöntem ve Kavramları*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Genç, S. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye. *Sosyoekonomi*. 26(36): 235–243.

Ghadge, A., Er Kara, M., Moradlou, H. ve Goswami, M. (2020). The Impact of Industry 4.0 Implementation on Supply Chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 31(4): 669–686.

Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, Digitization, and Opportunities for Sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 252: 1–21.

Ginters, E. ve Martin-Gutierrez, J. (2013). Low Cost Augmented Reality and RFID Application for Logistics Items Visualization. *Procedia Computer Science*. 26(Aralık): 3-13.

Glas, A. H. ve Kleemann, F. C. (2016). The Impact of Industry 4.0 on Procurement and Supply Management: A Conceptual and Qualitative Analysis. *International Journal of Business and Management Invention*. 5(6): 55–66.

Glavee-Geo, R. (2015). The History and Development of Purchasing Management and Its Theoretical Framework A Review of Transaction Cost Economics. *Handbook of Research on Global Supply Chain Management* (ss 379–401). Hershey, PA: Business Science Reference.

Gomez, M., Grand, S. ve Grivas, S. G. (2015). Digitalisation in Logistics and The Role of Cloud Computing How Cloud Computing will. *Logistics Innovation*. 2: 4–7.

Gökten, D. P. O. (2018). Karanlıkta Üretim: Yeni Çağda Maliyetin Kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*. 20(4): 880–897.

Görçün, Ö. F. (2018). Lojistikte Teknoloji Kullanımı ve Robotik Sistemler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 10(24): 351–368.

GTAI (2013) *Industrie 4.0 Smart Manufacturing for The Future*. <https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/industrie-4-0>. (18.02.2020).

Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Dubey, R., Wamba, S. F., Childe, S. J., Hazen, B. ve Akter, S. (2017). Big Data and Predictive Analytics for Supply Chain and Organizational Performance. *Journal of Business Research*. 70: 308–317.

Gundlach, G. T., Bolumole, Y. A., Eltantawy, R. A. ve Frankel, R. (2006). The Changing Landscape of Supply Chain Management, Marketing Channels of Distribution, Logistics and Purchasing. *Journal of Business and Industrial Marketing*. 21(7): 428–438.

Guo, L., Zhao, L., Song, Y. ve Hu, J. (2020). Design and Control of A Variable Structure Robot. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 17(1): 1–21.

Gupta, S., Modgil, S., Gunasekaran, A. ve Bag, S. (2020). Dynamic Capabilities and Institutional Theories for Industry 4.0 and Digital Supply Chain. *Supply Chain Forum*. 21(3): 139-157.

Güleş, H. K. ve Çağlıyan, V. (2010). Tedarik Zinciri Yönetimi Bağlamında Ürün Yeniliğine Tedarikçi Katılımı. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*. 3(1): 30–40.

Gupta, S., Modgil, S., Gunasekaran, A. ve Bag, S. (2020). Dynamic Capabilities and Institutional Theories for Industry 4.0 and Digital Supply Chain. *Supply Chain Forum*. 21(3): 139–157.

Günay, D. (2002) Sanayi ve Sanayi Tarihi, *Mimar ve Mühendis Dergisi*, (31): 8–14.

Hahn, G. J. (2020). Industry 4.0: A Supply Chain Innovation Perspective. *International Journal of Production Research*. 58(5): 1425–1441.

Halili, S. (2019). Technological Advancements in Education 4.0. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*. 7(1): 63-69.

Haller, S., Karnouskos, S. ve Schroth, C. (2008). The Internet of Things in An Enterprise Context. *First Future Internet Symposium* (ss.1-15). Viyana. 29-30.09.2008.

Hamaker, R., Jimenez-Alonso, E., Rycerz, A., Baglee, A. ve Stegmaier, P. (2017). Analysis of Existing Data Infrastructure for Climate Services. European Market for Climate Services. (Haziran): 1-69.

Henriette, E., Feki, M. ve Boughzala, I. (2016). Digital Transformation Challenges. *Tenth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)*(ss. 1–7).

Hermann, M., Pentek, T. ve Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 3928–3937.

Hofmann, E., Sternberg, H., Chen, H., Pflaum, ve A., Prockl, G.(2019). Supply Chain Management and Industry 4.0: Conducting Research in The Digital Age. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 49(10): 945–955.

Hoek, R. (2020). Responding to COVID-19 Supply Chain Risks—Insights from Supply Chain Change Management, Total Cost of Ownership and Supplier Segmentation Theory. *Logistics*. 4(23): 1-18

Hong, P. ve Kwon, H. B. (2012). Emerging Issues of Procurement Management: A Review and Prospect. *International Journal of Procurement Management*. 5(4): 452-469.

Hsu, A. P. T., Lee, W. T., Trappey, A. J.C., Trappey, C. V. ve Chang, A. C. (2016). Using System Dynamics Analysis for Performance Evaluation of IoT Enabled One-Stop Logistic Services. *Proceedings - 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. (ss. 1291–1296).

Humayun, M., Jhanjhi, N. Z. Hamid, B. ve Ahmed, G. (2020). Emerging Smart Logistics and Transportation Using IoT and Blockchain. *IEEE Internet of Things Magazine*. (June): 58-62.

IBM (2020). *X-Force Tehdit İstihbaratı Endeksi*.

<https://www.ibm.com/downloads/cas/A4L7A60P>. (12.05.2021)

IBM (2021) *IBM X-Force Threat Intelligence Index*. <https://www.ibm.com/tr-tr/security/data-breach/threat-intelligence>. (12.05.2021)

IFR (2019) *IFR Press Conference 2019*.

<https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%2018%20Sept%202019.pdf>. (14.04.2020)

IFR (2020) *IFR Press Conference 2020*.

https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation_WR_2020.pdf (21.05.2021)

ISDP (2018). *Made In China 2025 Backrounder Report*. www.isdp.eu. (23.03.2021)

Ivanov, D. ve Dolgui, A. (2020). A Digital Supply Chain Twin for Managing The Disruption Risks and Resilience in The Era of Industry 4.0. *Production Planning and Control*. (çıkacak) 1–14.

Ivanov, D., Dolgui, A. ve Sokolov, B. (2018). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*. 57(3): 829–846.

İyigün İ. (2019). Lojistik ve Tedarik Zinciri Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımı ve Etkilerinin Analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 7:96-105.

Japankantai.go (2021). *Innovation* 25.

https://japan.kantei.go.jp/innovation/interim_e.html.(21.04.2021)

Jemielniak, D. (2012) *The New Knowledge Workers*. Polonya: Edward Elgar Publishing.

Ji-fan Ren, S., Fosso Wamba, S., Akter, S., Dubey, R. ve Childe, S. J. (2017). Modelling Quality Dynamics, Business Value and Firm Performance in A Big Data Analytics Environment. *International Journal of Production Research*. 55(17): 5011–5026.

Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). Securing The Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing The Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0. *Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*.4(0)

Kağncıoğlu, C. H. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi*. Eskişehir: TC Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kahya, S. Ö. ve Aydın, S. (2014). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemleri ve Deri Hazır Giyim Sektörüne Bir Yazılım Önerisi. *Tekstil ve Muhendis*. 21(96): 27–36.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A. ve Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review Identifying The Current Trends and Future Perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*. 117: 408–425.

Karakış, İ. (2007). *Tedarikçi İlişkileri Yönetimi (Yüksek Lisans Tezi)*.İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kasa, H. ve Arslan, G. (2020). Endüstri 4.0 Kapsamında Teorik Bir Analiz: Türkiye Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 19(76): 1810–1826.

Kaya, Ş. (15.08.2017). Aşamalı Devrimler Teorisi. *Hürriyet Gazetesi*.
<https://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/sahver-kaya/asamali-devrimler-teorisi-40550313>, (04.02.2020)

Kaya M. ve Filiz M. (2019). Health 4.0 ve Türkiye.
https://www.researchgate.net/publication/334122335_Health_40_ve_Turkiye.
(12.04.2021).

Kaygın, E., Zengin, Y. ve Topçuoğlu, E. (2019). Endüstri 4.0’a Akademik Bakış. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 33(4): 1065–1081.

Kazak, H. (2018). Perakende (Süpermarket) Sektöründe Tedarik ve Satın Alma Fonksiyonlarının Bilişim Teknolojileri Yardımıyla Gelişimi ve Endüstri 4.0 Tabanlı Çözüm Modeli. *International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*. (Ekim): 39-48.

Keleş, B. ve Ova, G. (2020). Gıda Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 17(1): 137–143.

Keow, A. K. S. ve Nee, A. Y. H. (2018). Robotics in Supply Chain. *Emerging Technologies for Supply Chain Management*. California: WouPress.

Kerin, M. ve Pham, D. T. (2019). A Review of Emerging Industry 4.0 Technologies in Remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*. 237: 0–37.

Keser, A. (2005). Çalışmanın Değişen Anlamı ve Çalışmaya İlişkin Yeni Trendler. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*. 0(49): 362–377.

Khuan, L. S. ve Swee, F. S. H. (2018). Technologies for Procurement: Current Trends and Emerging Trends. *Important Emerging Technologies for Supply Chain Management*.(ss. 45-61). Penang: WOU Press.

Kılıç, S. ve Alkan, R. M. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3): 29–49.

Kıral, B. (2020). Nitel Bir Veri Analizi Yöntemi Olarak Doküman Analizi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 8(15): 170–189.

Klaus, T. ve Schrödl, H. (2011). SCOR In The Cloud – Potential of Cloud Computing for The Optimization of Supply Chain Management System. *European, Mediterreanean & Middle Eastern Conference on Information Systems*.(ss. 37–45).

Kılavuz E. ve Erdem İ. (2019). Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü. *E-journal of New World Sciences Academy*. 14(4): 133-157.

Klein, M. (2020). İşletmelerin Dijital Dönüşüm Senaryoları - Kavramsal Bir Model Önerisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 19(7): 997–1019.

Koca, K. C. (2018). Industry 4.0: Chances and Threats from the Point of Turkey. *Sosyoekonomi*. 26(36): 245–252.

Koç, E., Kaya, K. ve Şenel, M. C. (2017) Türkiye’de Sanayi Sektörü ve Temel Sanayi Göstergeleri – Ekonomik Güven Endeksi. *Engineer and Machinery* 58(688): 15–37.

Koç, Ö. E. (2019). Türkiye’de Sektörel Mali Teşvik Uygulamaları. *Türkiye’de Sektörel Mali Teşvik Sistemi ve Uygulamaları*. 85–105.

Koçak, B. (2019). Türkiye’deki Őirketlerde Tedarik Zinciri lek ve Kapsam Ekonomileri Modelinin Araştırılması. Kayseri Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 1(1): 91-113.

Koh, L., Orzes, G. ve Jia, F. (2019) The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): Technologies Disruption on Operations and Supply Chain Management. *International Journal of Operations and Production Management*. 39(6/7/8): 817-828.

Kostrzewski, M. (2013). Simulation Research of Order-Picking Processes High-Bay Warehouses. *Logistics and Transport*. 4(20): 5–12.

KPMG (2020). COVID-19 Gündemi Yeni Gereklikte Makro Trendler. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2020/07/covid-19-gundemi.pdf>. (17.07.2021).

Kracke, A. (2012). Overview of the Advanced Manufacturing Partnership. *Proceedings of the 23rd Advanced Aerospace Materials and Processes (AeroMat)Conference and Exposition*. New York. https://www.researchgate.net/publication/267901119_Overview_of_the_Advanced_Manufacturing_Partnership/citations. (20.03.2020)

Krug, R., Stoyanov, T., Tincani, V., Andreasson, H., Mosberger, R., Fantoni, G. ve Lilienthal, A. J. (2016). The Next Step in Robot Commissioning: Autonomous Picking and Palletizing., *IEEE Robotics and Automation Letters*. 1(1): 546–553.

Kurokawa, K. (2007). *Keynote " Innovation 25 " Long-Term Strategic Guidelines and The Future of Japan and the World*. Tokyo. https://www.jst.go.jp/crds/sympo/gies2007/en/symposium/materials/summary/Summary_Kurokawa.pdf. (15.03.2021)

Kutlu, O. (2021). İşletme Nedir ve Türleri Nelerdir?.
<http://www.malicevaplar.com/isletme-nedir-ve-turleri-nelerdir.html>.
(21.05.2021)

Küpper, D., Kuhlmann, K., Köcher, S., Dauner, T. ve Burggraaff, P. (2016). *The Factory of Future*, BCG. <https://www.bcg.com/publications/2016/learning-manufacturing-operations-factory-of-future> (10.03.2021).

Lamba, K. ve Singh, S. P. (2017). Big Data in Operations and Supply Chain Management: Current Trends and Future Perspectives. *Production Planning and Control*. 28(11–12): 877–890

Lambert, D. M. (2008). *Supply Chain Management Processes, Partnership, Performance*. 3. Baskı. Florida: Supply Chain Management Institute

Lambert, D. M. ve Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*. 29(1): 65–83.

Lambert, D. M., Cooper, M. C. ve Pagh, J. D. (1998). Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. *The International Journal of Logistics Management*. 9(2): 1–19.

Lambert, D. M., García-Dastugue, S. J. ve Croxton, K. L. (2005). An Evaluation of Process-Oriented Supply Chain Management Frameworks. *Journal of Business Logistics*, 26(1): 25–51.

Lambert, D. M., García-Dastugue, S. J. ve Croxton, K. L. (2008). The Role of Logistics Managers in the Cross-Functional Implementation of Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*. 29(1): 113–132.

Laney, D. (2001). *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*, Technical report, META Group.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T. ve Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business and Information Systems Engineering*. 6(4): 239–242.

Lee, C., Lv, Y., Ng, KH, Ho, W. ve Choy, KL. (2018). Design and Application of Internet of Things Based Warehouse Management System for Smart Logistics. *International Journal of Production Research*. 56(8): 2753–2768.

Lee, E. A. (2008). *Cyber Physical Systems: Design Challenges*.
<http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS-2008-8.html>.
(02.04.2020)

Li, J., Tao, F., Cheng, Y. ve Zhao, L. (2015). Big Data in Product Lifecycle Management. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 81(1–4): 667–684.

Ligade, D. N. ve Veer, V. R. (2017). Regional Disparities of Red Collar Workers in Solapur District. *Research Front*. 5(2): 9–16.

Lintukangas, K., Kähkönen, A. K. ve Hallikas, J. (2019). The Role of Supply Management Innovativeness and Supplier Orientation in Firms' Sustainability Performance. *Journal of Purchasing and Supply Management*. 25(4): 1–10.

Liotine, M. (2019). Shaping the Next Generation Pharmaceutical Supply Chain Control Tower with Autonomous Intelligence. *Journal of Autonomous Intelligence*. 2(1): 56–71.

Liu, T. ve Lu D. (2012). The Application and Development of IOT. *Proceedings of 2012 International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education, ITME 2012*. 2: 991-994.

Lohr, S. (2007). Google and I.B.M. Join in “Cloud Computing” Research. *The New York Times*.

<https://www.nytimes.com/2007/10/08/technology/08cloud.html>. (04.01.2020)

López-De-Armentia, J., Casado-Mansilla, D. ve López-De-Ipiña, D. (2012). Fighting Against Vampire Appliances Through Eco-Aware Things. *Proceedings - 6th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, IMIS 2012*. 868–873.

Lou, P., Liu, Q., Zhou, Z. ve Wang, H. (2011). Agile supply chain management over the Internet of Things. *International Conference on Management and Service Science*.

Löw J., Abrahamsson, L. ve Johansson, J. (2019). Mining 4.0 - The Impact of New Technology From A Workplace Perspective. *Mining, Metallurgy & Exploration*. 36: 701-707.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*. 6: 1–10.

Lueth, K. L. (2020). *State of the IoT 2020: 12 Billion IoT Connections, Surpassing Non-IoT for The First Time*, *IoT Analytics.com*. <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connections-surpassing-non-iot-for-the-first-time/> (15.02.2021).

Luthra, S., Kumar, A., Zavadskas, E. K., Mangla, S. K. ve Garza-Reyes, J. A. (2020). Industry 4.0 as An Enabler of Sustainability Diffusion in Supply Chain: An Analysis of Influential Strength of Drivers in An Emerging Economy. *International Journal of Production Research*. 58(5): 1505–1521.

Maddison A. (2004). Macromasurement Before and After Colin Clark. *Australian Economic History Review*. 44(1): 1-66

Makeinindia (2021). *About Us*.

<https://www.makeinindia.com/about>. (25.04.2021).

Malanciuc, B. S. (2018). International Economic Relations and Their Influence Upon Power Center. *Studies and Scientific Researches*. (27): 99–106.

Maurer, C., Kim, K., Kim, D. ve Kappelman, L. A (2021). Cybersecurity: Is It Worse Than We Think?. *Communications of the ACM*. 64(2): 28–30.

MAXQDA (2020). Getting Started Guide : Go for it !. *MAXQDA 2020 Manual*.

<https://www.maxqda.com/help-mx20/welcome>. (21.05.2021)

McKinsey&Co. (2012) *Urban world : Cities and The Rise of The Consuming Class*. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/urbanization/urban-world-cities-and-the-rise-of-the-consuming-class> (26.02.2020)

McKinsey&Co. (2020) *Future of Work Turkey's Talent Transformation in the Digital Era*

<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/future%20of%20organizations/the%20future%20of%20work%20in%20turkey/future-of-work-turkey-report.pdf>. (20.03.2021)

Mell, P. ve Grance, T. (2011). The NIST-National Institute of Standards and Technology- Definition of Cloud Computing. *NIST Special Publication*. 800(145): 1–7.

Menon, S., Shah, S. ve Coutroubis, A. (2018). Competitive and Digital Global Supply Chains. *2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)*. (ss.178-183).

Merlino, M. ve Sproge, I. (2017). The Augmented Supply Chain. *Procedia Engineering*. 178: 308-318.

Microsoft (2019). *IoT SIGNALS*.

<https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT-Signals-Microsoft-072019.pdf>. (09.04.2020)

Microsoft (2021). *What is azure?*. <https://azure.microsoft.com/tr-tr/overview/what-is-azure/> (17.07.2021)

Mill B. ve Dirican C. (2018). Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Turizme Etkileri. *Journal of Multidisciplinary Academic Tourism*. 3(1): 1-9.

Mohr, S. ve Khan, O. (2015). 3D Printing and Supply Chains of the Future. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics*. (Kasım): 147-174.

Mohd, K. N., Adnan, A. H. M., Yusof, A. A., Ahmad M. K.ve Kamal M. A. M.(2019). Teaching Arabic Language to Malaysian University Students using Education Technologies based on Education 4.0 Principles. *International Invention, Innovative and Creative (InIIC) Conference*.(ss.52-60).

Mokyr, J. (1999). The Second Industrial Revolution, 1870-1914. *Storia dell'economia Mondiale*. 219-245

Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., Sauer, O., Schuh, G., Sihn, W. ve Ueda, K. (2016). Cyber-Physical Systems in Manufacturing. *CIRP Annals*. 65(2): 621–641.

Morse, J. M. (1994). *Critical Issues in Qualitative Research Methods*. California: Sage Publication, Inc.

Mrugalska, B. ve Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*. 182: 466–473.

MTSO (2021). *Meslek Grupları, NACE Faaliyet Kodları Listesi veya Değişiklik Talebi Hk. Bilgi*. <http://www.mtso.org.tr/tr/uyelere-faaliyet-kodlarinin-verilmesi-ve-mesleklerin-guruplandirilmesi>. (03.06.2021).

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. (12.04.2021)

Notteboom, T., Pallis, T. ve Rodrigue, Jean P. (2021). Disruptions and resilience in global container shipping and ports: the COVID-19 Covid-19 pandemisc versus the 2008–2009 financial crisis. *Maritime Economics and Logistics*. 23(2): 179-210.

Novack, R. A. ve Simco, S. W. (1991). The Industrial Procurement Process: A Supply Chain Perspective. *Journal of Business Logistics*. 12(1): 145–167.

Nuroğlu, H. H. ve Nuroğlu, E. (2018a). Digital Transformation of Turkish Industry : Lessons From Germany ' S Example. *14th International Conferenge on Knowledge, Economy & Management Proceedings*. (April): 527–536.

Nuroğlu, E. ve Nuroğlu, H. H. (2018b). Endüstri 4.0'ı Türkiye'nin Dış Ticareti İçin Bir Fırsat Penceresine Dönüştürmek. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 16(Eylül): 329–346.

Okada, T., Sato, H. ve Namatame, A. (2016). An Agent-Based Model of Smart Supply Chain Networks. *Intellegent and Evolutionary Systems*. 5: 373–384.

Onozuka, M. (2015). *Logistics 4.0, Think Act*. <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Shiten-No.109-Logistics-4.0.html>. (07.09.2020)

Oesterreich, T. D. ve Teuteberg, Fr. (2016). Understanding The Implications of Digitisation and Automation in The Context of Industry 4.0: A Triangulation Approach and Elements of A Research Agenda for The Construction Industry. *Computers in Industry*. 83(Aralık):121-139

Öğünç, H. (2018). Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Tam Zamanında Üretim Sistemi Üzerindeki Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23: 1651–1673.

Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23(Temmuz-Aralık): 87–96.

Özdemir, A. ve Özgüner, M. (2018). Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Etkileri: Lojistik 4.0. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*. 6(4): 39–47.

Özçelik, T., Erkollar, A. ve Cebeci, H. İ. (2019). Bir İmalat İşletmesi için Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi Belirleme Uygulaması. IMISC. Journal contribution. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7581734.v1> (24.02.2020)

Özkan, M., Al, A. ve Yavuz, S. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye. *Siyasal Bilimler Dergisi*. 6(2)1–30.

Özkan, O., Bayın, G. ve Yeşilaydın, G. (2015). Sağlık Sektöründe Yalın Tedarik Zinciri Yönetimi. *Online Academic Journal of Information Technology*. 6(18): 71–94.

Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Dergisi İİBF Dergisi*. 21(1): 41–64.

Öztemel, E. ve Gürsev, S. (2018). Türkiye’de Lojistik Yönetimi Üzerinde Endüstri 4. Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*. 2: 145–154.

Öztürk, D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler. *International Journal of Social and Economic Sciences*. 6(1): 17–24.

Öztürk, M. G., Köseoglu, A. M. ve Zorlu, G. H. (2018). Inventory Control Methods in Companies by Using Industry 4.0. *Pressacademia*. 7(1): 348–351.

Paschou, T., Adrodegari, F., Rapaccini, M., Saccani, N. ve Perona, M. (2018). *Procedia CIRP*. 73: 148-154.

Patel, B. D., Chauhan, A., Mishra, S. ve Jain, S. (2019). Procurement Optimization In I4.0 Environent-A Review. *Pramana Research Journal*. 9(1): 21–27.

Pech, M. and Vrchota, J. (2020). Classification of Small- and Medium-Sized Enterprises Based on the Level of Industry 4.0 Implementation. *Applied Sciences*. 10(15): 5150.

Pellengahr, K., Schulte, A. T., Richard, J. ve Berg, M.(2016). *Pilot Study on Procurement 4.0 – The Digitalisation of Procurement*.

https://www.iml.fraunhofer.de/de/abteilungen/b2/einkauf_finanzen_supply_chain_management/dienstleistungen/procurement-engineering/einkauf-4-0.html. (21.08.2019).

Perboli, G., Musso, S. ve Rosano, M. (2018). Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases. *IEEE Access*. 6: 62018–62028.

Pereira, C. R., Christopher, M. ve Lago Da Silva, A. (2014). Achieving Supply Chain Resilience: The Role of Procurement. *Supply Chain Management*. 19(November): 626–642.

Perez, C. (2009) Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms, *Governance An International Journal Of Policy And Administration*. (20): 1-26

Perez, C. (2010). *The Advance of Technology and Major Bubble Collapses: Historical Regularities and Lessons for Today*.

<http://www.carlotaperez.org/downloads/media/PEREZTechnologyandbubblesforEngelsbergseminar.pdf> (29.01.2020)

Perez, C. (2011). Finance and Technical Change: A Long-Term View. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*. 3(1): 10–35.

Perez, C. (2012). Technological Revolutions and The Role of Government in Unleashing Golden Ages. *Journal of Globalization Studies*. 3(2): 211–218.

Pfohl, H.C., Yahsi, B. ve Kurnaz, T. (2015). The Impact of Agile SAP on The Supply Chain. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics*. 31–58.

Pinzone, M., Fantini, P., Perini, S., Garavaglia, S., Taisch, M. ve Miragliotta, G. (2017). Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. 282–288.

Plattform I4.0. (2021). *What is Industrie 4.0?*. <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html> (20.02.2021).

Posada, J. Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D. ve Eisert, P. (2015). Visual Computing as Key Enabling Technology for Industry 4.0 & Industrial Internet. *Computer Graphics and Applications*. 35(2): 26–40.

Prasse, C., Nettstraeter, A. ve Hompel, M. T. (2014). How IoT will change the design and operation of logistics systems. 2014 International Conference on the Internet of Things, IOT 2014. (ss. 55-60).

Preindl, R., Nikolopoulos, K. ve Litsiou, K. (2020). Transformation Strategies for The Supply Chain: The Impact of Industry 4 .0 and Digital Transformation. *Supply Chain Forum: An International Journal*. 21(1): 26-34.

Qin, J., Liu, Y. ve Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP*. 52: 173–178.

Ramingwong, S., Ramingwong, L., Thaiupathump, T. ve Chompu-inwai, R. (2021). Readiness Model for Integration of ICT and CPS for SMEs Smart Logistics. *Implementing Industry 4.0 in SMEs* (ss. 187–209). Londra: Palgrave Macmillan UK.

Rane, S. B. ve Thakker, S. V. (2019). Green Procurement Process Model Based on Blockchain–IoT Integrated Architecture for A Sustainable Business. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. 31(3): 741–763.

Rejeb, A., Süle, E. ve Keogh, J.G. (2018). Exploring New Technologies in Procurement. Transport & Logistics: *The International Journal*. 18(45): 76-86.

Rejeb, A., Keogh, J.G., Wamba, S. F. ve Treiblmaier, H. (2020). The Potentials of Augmented Reality in Supply Chain Management: A State-of-The-Art Review. *Management Review Quarterly*.

Richey, R. G. Morgan, T. R., Hall, K. L. ve Adams, F. G. (2016). A Global Exploration of Big Data in The Supply Chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 46(8): 710–739.

Roche (2019). *The Nine Pillars of Industry 4.0 - Transforming Industrial Production*. <https://circuitdigest.com/article/what-is-industry-4-and-its-nine-technology-pillars> (27.04.2021)

Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. 11(5): 77–90.

Rostow, W. W. (1971). Sanayi devrimi nasıl başladı. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 30(1-4): 255-278.

Rudolph, J.-P. ve Emmelmann, C. (2017). A Cloud-based Platform for Automated Order Processing in Additive Manufacturing. *The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems* (ss. 412–417).

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. ve Harnisch, M. (2015). Future of Productivity and Growth in Manufacturing. *Boston Consulting*.

https://inovasyon.org/images/Haberler/bcgperspectives_Industry40_2015.pdf. (22.02.2020)

Saatçioğlu, Ö. Y., Kök, G. ve Özispa, N. (2018). Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Yansımalarının Örnek Olay Kapsamında Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23: 1675–1696.

Sabancı Üniversitesi (2017). *Sanayide Dijitalleşme Stratejileri Çalıştayı*. http://research.sabanciuniv.edu/34507/1/Taslak_Rapor_v3.pdf. (02.03.2020)

Sağiroğlu, C. (2018). Üretimde Dijital Dönüşüm. *Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı*. <https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/2018/01/EPID-BS-UretimdeDijitalDonusum.pdf>. (22.03.2021).

Sauer, P. C., Orzes, G. ve Davi, L. (2021). Toward SME 4.0: The Impact of

Industry 4.0 Technologies on SMEs' BusinessModels. *Implementing Industry 4.0 in SMEs* (ss. 293–343). Londra: Palgrave Macmillan UK.

Sayer, S. ve Ülker, A. (2014). Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi. *Mühendis ve Makina*, 55(657): 65–72.

Schettkat, R. ve Yocarini, L. (2003). The Shift to Services: A Review of The Literature. *IZA Discussion Paper*. 964(964): 1–44.

Schrauf, S. ve Berttram, P. (2016). *Industry 4.0 How Digitization Makes The Supply Chain More Efficient, Agile and Customer-Focused*, PWC.

<https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry4.0.pdf><http://www.strategyand.pwc.com/reports/industry4.0>. (12.01.2020)

Schrödl, H. (2012). Adoption of Cloud Computing in Supply Chain Management Solutions: A SCOR-Aligned Assessment. *Web Technologies and Applications*. 233–244.

Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A. R. ve Prote, J. P. (2014). Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in The Context of Industrie 4.0. *Procedia CIRP*. 19(C): 51–56.

Schuh, G. Anderl R., Dumitrescu R., Krüger A. ve Hompel M. (2020). Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies. *Acatech Study*, www.acatech.de/publikationen. (28.03.2021)

Schuldt, A., Hribernik, K. A., Gehrke, J. D., Thoben, K. D. ve Herzog, O (2010). Cloud Computing for Autonomous Control in Logistics. *INFORMATIK 2010 - Service Science - Neue Perspektiven für die Informatik, Beiträge der 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)*, 305–310.

Schulz, A. A. (2017). Analysis of The Current State of Industry 4.0 in

Purchasing: A Multiple Case Study Based on The Purchasing Year Cycle. *9th IBA Bachelor Thesis Conference*. 1–14.

Schumacher, A., Erol, S. ve Sihni, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*. 52: 161–166.

Schwab, K. (2017) *Dördüncü Sanayi Devrimi*. Çev. Zülfü Dicleli. İstanbul: Optimist

Sener, S. ve Elevli, B. (2017). Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğretim. *Mühendis Beyinler Dergisi*. 1(2): 25–37.

Seyedghorban, Z., Samson, D. ve Tahernejad, H. (2020). Digitalization Opportunities for The Procurement Function: Pathways to Maturity. *International Journal of Operations and Production Management*. 40(11): 1685–1693.

Shafiq, S. I., Sanin, C., Szczerbicki, E. ve Toro, C. (2015). Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process : A specialized Form of Cyber Physical System for Industrie 4 . 0. *Procedia - Procedia Computer Science*. 60 (Ocak 2016): 1146–1155.

Shavazi, A. R., Abzari, M. ve Mohammadzadeh, A. (2009). A Research in Relationship Between ICT and SCM. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 38: 92–101.

Smith, D. W. (2018). Phenomenology. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University.

<https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/phenomenology/>.
(24.06.2021)

Sonicwall (2020). *2020 SonicWall Cyber Threat Report, 2020 SonicWall*.
<https://www.sonicwall.com/resources/2020-cyber-threat-report-pdf/>.

(08.03.2021)

Soyak, A. (2017). Teknolojiye Dayalı Sanayileşme: Sanayi 4.0 ve Türkiye Üzerine Düşünceler. *Marmara Sosyal Araştırma Dergisi*. 11(Ağustos): 68–83.

Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*. 32: 43-57

Stăncioiu, A. (2017). The Fourth Industrial Revolution “Industry 4.0”. *Fiabilitate și Durabilitate*. 1(19): 74–78.

Stock, T. ve Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*. 40: 536–541

Stoltz, M. H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J. ve Srinivasan, R. (2017). Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers. *IFAC-PapersOnLine*. 50(1): 12979–12984.

Straka, M., Khouri, S., Lenort, R. ve Besta, P. (2020). Improvement of logistics in manufacturing system by the use of simulation modelling: A real industrial case study. *Advances in Production Engineering And Management*. 15(1): 18-30.

Sutherland, I. E. (1968). A Head Mounted Three Dimensional Display. *Fall Joint Computer Conference*. 757–764.

Suvacı, B. (2016). Sosyal Bilimler Veri Tabanında Yayımlanan Lojistik ve Tedarik Zinciri Makalelerinin Bibliyometrik Profili. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 3(25): 263–281.

Szozda, N. (2017). Industry 4.0 and Its Impact on The Functioning of Supply Chains. *Scientific Journal of Logistics*. 13(4): 401–414.

Şahin, S. (2004). Satın Alma ve Risk Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimindeki Yeri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şahin T., Yılmaz M. ve Varol Ç. (2018) Ekonomik Faaliyet Kolu Tanımlama ve Sınıflandırma Önerisi: Bilgi Yoğun İş Hizmetleri (BYİH). *Coğrafi Bilimler Dergisi*. 16(2): 239-258.

Şişman, Y. (2015). Kayıtdışı Ekonomi, Enformel Ekonomik Faaliyetler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi*. (5): 1–19.

Tan, K. (2001). A Framework of Supply Chain Management Literature. *European Journal of Purchasing and Supply Management*. 7(1): 39-48.

Tanyaş, B. (2014). Nitel Araştırma Yöntemlerine Giriş: Genel İlkeler ve Psikolojideki Uygulamaları. *Eleştirel Psikoloji Bülteni*. 5: 25–38.

Tassabehji, R. ve Moorhouse, A. (2008). The Changing Role of Procurement: Developing Professional Effectiveness. *Journal of Purchasing and Supply Management*. 14(1): 55–68.

Taşkın, K. ve Çallı, L. (2015). 3D Yazıcı Endüstrisinin Oluşturacağı Yeni Pazarlar ve Pazarlama Uygulamaları. *ICEB 2015*: 1–12.

Taylor, A. M. (2002). *Globalization, Trade, and Development: Some Lessons from History*. Nber Working Paper. No.9326

TCMEB (2019) *PISA 2018 Türkiye Ön Raporu*.

http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf. (05.04.2021)

TCMB (2020). Sektör Bilançoları 2009-2019.

<http://www3.tcmb.gov.tr/sektor/2020/#/tr>. (19.03.2021).

TDK (2020). *Güncel Sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>. (08.02.2020).

TDK (2021). *Güncel Sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>. (13.03. 2021).

Tekin, Z. (2018). The Examination of Applications of Industry 4.0 in Enterprises by Content Analysis Method. *Pressacademia*. 7(44): 251–255.

Thames, L. ve Schaefer, D. (2016). Software-Defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0. *Procedia CIRP*. 52(Eylül): 12–17.

The White House (2013). *President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee ‘2.0’*.

<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/09/26/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership-steering-com> (19 March 2021).

Theorin, A., Bengtsson, K., Provost, J., Lieder, M., Johnsson, C. ve Lundholm, T. (2017). An Event-Driven Manufacturing Information System Architecture for Industry 4.0. *International Journal of Production Research*. 55(5): 1297–1311.

Tiwari, S., Wee, H. M. ve Daryanto, Y. (2018). Big Data Analytics in Supply Chain Management Between 2010 and 2016: Insights to Industries. *Computers and Industrial Engineering*. 115(Kasım): 319–330.

Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E. ve Pelaez, G.C. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?. *Procedia Manufacturing*. 13(2017): 1175–1182.

Toker, K. (2018). Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri. *Istanbul Management Journal*. 29(84): 51–64.

Trab, S. Bajic, E., Zouinkhi, A., Abdelkrim, Mohamed N., Chekir, H. ve Hadj, L.R. (2015). Product Allocation Planning With Safety Compatibility Constraints in IoT-Based Warehouse. *Procedia Computer Science*. 73: 290–297.

Tripathi, S. ve Gupta, M. (2020). A Framework for Procurement Process Re-engineering in Industry 4.0. *Business Process Management Journal*. 27(2): 439–458.

Tsiatsis, V. Karnouskos, S., Holler, J., Boyle, D. ve Mulligan, C. (2019). *Internet of Things: Technologies and Applications for A New Age of Intelligence*. Second Edition London: Elsevier Ltd. https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=Hap6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Internet+of+Things:+Technologies+and+Applications+for+a+New+Age+of+Intelligence&ots=wLEm8x13xb&sig=_F34WtWfCuHZuimykdWvFXzJOU&redir_esc=y#v=onepage&q=Internet%20of%20Things%3A%20Technologies%20and%20Applications%20for%20a%20New%20Age%20of%20Intelligence&f=false. (12.03.2020)

Tung, C. M. (2018). Vertical Integration for Smart Manufacturing-The Dynamic Capability Perspective. *Journal of Advances in Technology and Engineering Research*. 4(2): 70–78.

Turan, B. O. ve Şahin, K. (2018). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 2(2): 2587–2621.

Tutar, H., Terzi, D. ve Tınmaz, G. (2018). Türkiye'nin Vizyon 2023 Stratejisi ile Almanya'nın "2025" Strateji Hedeflerinin Endüstri 4.0 Göstergeler İtibariyle Karşılaştırılması. *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*. 2(3): 195–212.

TÜBİTAK (2016). *Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı*.

https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27a_ralik2016.pdf (12.04.2020)

TÜİK (2020a) *Cinsiyete ve Ekonomik Faaliyetlere Göre İstihdamın Yüzde Dağılımı, 2014-2019*.

<https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=istihdam>, (10.02.2020)

TÜİK (2020b) *Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri, 2019*.

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kucuk-ve-Orta-Buyuklukteki-Girisim-Istatistikleri-2019-37548>, (10.02.2020)

TÜİK (2021) *Gayri Safi Yurtiçi Hasıla*. <https://www.sbb.gov.tr/temel-ekonomik-gostergeler/#1594716589132-d3a64e97-2238>, (15.03.2021)

Türker, M., Balyemez, F. ve Biçer, A. A. (2005). Üretim Sürecinde Tedarik Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*. 459–465.

TÜSİAD ve BCG (2016) *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0*.

<http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf> (30.01.2020)

UNCTAD (2019). *Digital Economy Report 2019*.

<https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2019>. (22.02.2021)

Uzun, E. (2019). İşletme Büyüklüklerinin Muhasebe Kalitesi Üzerine Etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 6(2): 101-111

Ünal, A. N. ve Saygılı, M. S. (2019). Sanayi 4.0 Dönüşümünde 4 Boyutlu Baskı Teknolojisinin Yeri ve Tedarik Zinciri Yönetimine Etkileri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 7(2): 1–14.

Vemula, R. ve Zsifkovits, H. (2016). Cloud Computing in Supply Chain Management Cloud Computing for Supply Chain Management. *BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*. 161(5): 229–232.

Viale, L. ve Zouari, D. (2020). Impact of Digitalization on Procurement: The Case of Robotic Process Automation. *Supply Chain Forum*. 21(3): 185–195.

Von Solms, R. ve Van Niekerk, J. (2013). From Information Security to Cyber Security. *Computers and Security*. 38: 97–102.

Vrchota, J. Maříková, M., Řehoř, P., Rolínek, L. ve Toušek, R. (2020). Human Resources Readiness for Industry 4.0. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 6(1): 1–20.

Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, Steven J., Dubey, R. ve Childe, S. J. (2017) .Big Data Analytics and Firm Performance: Effects of Dynamic Capabilities. *Journal of Business Research*. 70: 356–365.

Wamba, S. F. ve Queiroz, M. M. (2020). Industry 4.0 and The Supply Chain Digitalisation: A Blockchain Diffusion Perspective. *Production Planning & Control*. 0(0): 1–18.

Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E.W.T. ve Papadopoulos, T. (2016). Big Data Analytics in Logistics and Supply Chain Management: Certain Investigations for Research and Applications. *International Journal of Production Economics*. 176:

98–110.

Wang, M. Asian, S., Wood, L. C. ve Wang, B. (2020). Logistics Innovation Capability and Its Impacts on The Supply Chain Risks in The Industry 4.0 Era. *Modern Supply Chain Research and Applications*. 2(2): 83–98.

Wang, X., Love, P.E.D., Kim, M. J., Park, C. S., Sing, C. P. ve Hou, L. (2013). A Conceptual Framework for Integrating Building Information Modeling with Augmented Reality. *Automation in Construction*. 34(2013): 37–44.

WB (2019) *Industry Value Added, World Bank Data*.

<https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS?view=chart>.
(20.03.2021).

WB (2020) *World Development Indicators: Population dynamics, World Bank Data*. <http://wdi.worldbank.org/table/2.1>. (21.03.2021).

Wegner, A., Graham, J., ve Ribble, E. (2017). A new approach to cyberphysical security in industry 4.0. *Cybersecurity for Industry 4.0*. (ss.59-72). Cham: Springer.

Van Weele, A. J. (2009). *Purchasing and Supply Chain Management: Analysis, Strategy, Planning and Practice*. Hampshire: Cengage Learning EMEA.

WEF (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*.

http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf.
(16.05.2021).

Weltzien, C. (2016). Digital Agriculture - or Why Agriculture 4.0 Still Offers Only Modest Returns. *Landtechnik*. 71(2): 66-68

WHO (2021). *Coronavirus disease (COVID-19) Covid-19 pandemic*.
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/novel-coronavirus-2019-nc>. (17.07.2021).

Xie, Y., Yin, Y., Xue, W., Shi, H. ve Chong, D. (2020). Intelligent Supply Chain Performance Measurement in Industry 4.0. *Systems Research and Behavioral Science*. 37(4): 711–718.

Xu, L. Da, Xu, E. L. ve Li, L. (2018). Industry 4.0: State of The Art and Future Trends. *International Journal of Production Research*. 56(8): 2941–2962.

Yavuz, A. (2005). Tedarik Zinciri Yönetiminde Simülasyon Kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2(3): 1–9.

Yayla, Y. (2014). Sanayi Devriminde Patent Rolü. *TBB Dergisi*. 114: 219–238.

Yazıcı, E. ve Düzkaya, H. (2016). Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı? Bilginin merkezi dönüştürme aracı olarak gücü. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*. 7(13): 49–88.

Yercan M. (2007). Cooperation Pattern of Turkish and European Union Agriculture and Agricultural Cooperatives. *Tarım Ekonomisi Dergisi*. 13(1):19-29

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). Qualitative research methods in social sciences. Ankara: Seçkin Publishing.

Yıldırım, S. (2016). İşletmelerde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 1(1): 175-191.

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ile Bütünleştirilmiş Dijital Tedarik Zinciri. *Business & Management Studies: An International Journal*. 6(4): 1215–1230.

Yıldız, A., Karakoyun, F. ve Parlak, İ. E. (2011). Endüstri 4.0 Temelli Dijital Tedarik Zinciri. *Mühendislik Alanında Akademik Araştırmalar*. 416–426.

Yılmaz, Ü. ve Duman, B. (2019a). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Lojistik Faaliyetleri Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi. *International Journal of Human Studies*. 2(3): 1–7.

Yılmaz, Ü. ve Duman, B. (2019b). Lojistik 4.0 Kavramına Genel Bir Bakış: Geçmişten Bugüne Gelişim ve Değişimi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 4(1): 186–200.

Yudhistyra, W. I., Risal, E. M., Raungratanaamporn, I. S. ve Ratanavaraha, V. (2020). Exploring Big Data Research: A Review of Published Articles from 2010 to 2018 Related to Logistics and Supply Chains. *Operations and Supply Chain Management*. 13(2): 134–149.

Zander, B., Lange, K. ve Haasis, H. (2020). Impacts of a Smart Factory on Procurement Logistics. *Proceedings of the Hamburg International Conferance of Logistics*. 459–485.

Zhang, Z. Li, X., Wang, X. ve Cheng, H. (2017). Decentralized Cyber-Physical Systems: A Paradigm for Cloud-Based Smart Factory of Industry 4.0. *Cybersecurity for Industry 4.0 Analysis for Design and Manufacturing* (ss.127–172). Birmingham: Springer International Publishing AG.



EKLER

EK1: Ön Çalışma Anketi

Sayın Yetkili,

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Lojistik Yönetimi bölümünde yüksek lisans yapmaktayım. Tezim ile ilgili aşağıdaki 5 kısa soruya vaktinizi ayırıp yanıt verirseniz çok sevinirim

Desteğiniz için şimdiden teşekkür ederim.

KISA ANKET SORULARI (cevaplarınızı mail içine yazıp geri gönderebilirsiniz.)

1-Şirketteki pozisyonunuz nedir?

Cevabınız:

2- Endüstri 4.0 hakkında ne kadar bilginiz var? **x ile işaretleyiniz.**

- ☐ Daha önce duymadım
- ☐ Biraz
- ☐ Gündemi yakından takip ediyorum
- ☐ Şirketimizde uygulamaya başlamayı düşünüyoruz
- ☐ Şirketimizde uygulamaya başladık
- ☐ Endüstri 4.0 projemizin takımında yer alıyorum

3- Endüstri 4.0'ı birkaç kelime ile tanımlar mısınız?

Cevabınız:

4- Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri ile satın alma departmanı arasındaki bağlantıyı kısaca yazar mısınız ?

Cevabınız:

5- İlerleyen zamanlarda Endüstri 4.0'ın satın alma departmanınıza stratejik anlamda katkıları sizce neler olacaktır?

Cevabınız:

EK 2: Nitel Çalışma Soruları

**Dördüncü Sanayi Devriminin Etkisindeki Sanayi İşletmelerinin Satın Alma
ve Lojistik Fonksiyonlarına Yönelik Bir Araştırma
Soru Formu**

Sayın Yönetici,

Bu çalışmanın amacı dördüncü sanayi devriminin sanayi işletmelerinde satın alma ve lojistik fonksiyonlarına etkisini saptamaktır. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lojistik Yönetimi yüksek lisans programı bünyesinde Doç. Dr. Didem Özer Çaylan danışmanlığında hazırlanan yüksek lisans araştırmamın ekteki sorularına vereceğiniz yanıtlar, etik çerçevede üçüncü kişilerle paylaşılmayacak ve sadece araştırmam kapsamında kullanılacaktır. İstedığınız takdirde çalışmanın bir kopyasını tamamlandığında tarafınıza PDF formatında iletilecektir. Göstereceğiniz ilgiye şimdiden teşekkür ederim.

Saygılarımla,
Çiler ÇALLI
Dokuz Eylül Üniversitesi
Lojistik Yönetimi Yüksek Lisans Öğrencisi

A- GÖRÜŞME SORULARI

1. Sizce dördüncü sanayi devriminin tedarik zinciri yönetimindeki etkileri neler olacaktır?

2. Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte satın alma ve lojistik departmanınızda ileride nasıl değişiklikler olacağını düşünüyorsunuz?

3. Aşağıdaki dördüncü sanayi devrimi unsurlarından en çok hangilerini satın alma departmanınızda kullanmayı düşünüyorsunuz?

- | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------------------|
| a) Siber güvenlik | b) Büyük veri | c) 3B yazıcılar |
| d) Nesnelerin interneti | e) Simülasyon | f) Bulut bilişim |
| g) Arttırılmış gerçeklik | h) Özerk robotlar | i) Yatay-dikey entegrasyon |

4. Bu unsurları seçme nedenleriniz nelerdir? Bu unsurların satın alma departmanınıza etkilerinin neler olacağını düşünüyorsunuz?

5. Yukarıda belirttiğiniz unsurları şirketinizin satın alma ve lojistik fonksiyonlarına nasıl adapte etmeyi düşünüyorsunuz? Planlarınız nelerdir?

6. Dördüncü sanayi devrimi unsurlarının satın alma sürecinize adaptasyonu için yapılacak harcamaların ne kadar sürede geri döneceğini düşünüyorsunuz?

7. Dördüncü sanayi devriminin Covid-19 pandemisi döneminde satın almaya etkileri sizce nelerdir?

B- İŞLETME ve GÖRÜŞÜLEN BİLGİLERİ

- İşletmenizin türü:
() Çok uluslu () Yabancı ortaklı () Yerli sermaye
- İşletmenizde istihdam edilen çalışan sayısı:
() 0-250 () 251-500 () 501-1000 () 1001 ve üzeri
- İşletmenizin faaliyet konusu:
() Madencilik () İmalat () Elektrik
() Su üretim-dağıtım, atık yönetimi () İnşaat
- İşletmenizin kuruluş yılı:
- İşletmedeki pozisyonunuz:
- Yaşınız:
- İşletmedeki çalışma süreniz: