T.C.

MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

İŞLETME ANABİLİM DALI

İŞLETME PROGRAMI

DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE LOJİSTİK 4.0 UYGULAMALARI: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİ İLE LOJİSTİK SEKTÖRÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN

Danışman

Doç. Dr. Mustafa GERŞİL

MANİSA-2024

FATMANUR AVAR ÇALIŞKAN

DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE LOJİSTİK 4.0 UYGULAMALARI: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİ İLE LOJİSTİK SEKTÖRÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

2024

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalında akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, tezin yazımında akademik ve etik kurallara aykırı herhangi bir yapay zeka ve program kullanmadığımı beyan ederim.

İmza
Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN

ÖZET

Doktora Tezi

Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa GERŞİL

Endüstri 4.0 kavramının ortaya atıldığı 2011 yılından beri, söz konusu sanayi devrimi ve çeşitli sektörler üzerindeki etkileri büyük ilgi uyandıran bir konuyu oluşturmuştur. Benzer şekilde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma, boyutlarının geniş etkilere sahip olması sebebiyle hem akademik, hem de sektörel bağlamda literatürde en çok ilgi çeken konulardan birini oluşturmaktadır. Lojistik, tedarik zincirinde yer alan çeşitli aktörleri, kaynak kullanım miktarı ve çalışma performansına büyük etkiler yaratma potansiyeli ile sürdürülebilirlik bağlamında oldukça kritik bir sektörü oluşturmaktadır. İçinde bulunduğumuz dijital dönüşüm çağında lojistik stratejilerini belirlemek ve operasyonları teknolojik çözümler ile birleştirerek sürdürülebilirlik prensibine uygun olarak yürütmek, firmaların küresel rekabette hayatta kalabilmeleri için bir ihtiyaç olarak görülmektedir. Bu çalışmada, lojistik 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları üzerindeki etkileri bir lojistik hizmet sağlayıcı olarak freight forwarder firmalar üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırmada, lojistik 4.0 teknolojilerinin freight forwarder firmalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliği üzerindeki olumlu veya olumsuz olarak değerlendirilebilecek etkileri nitel bir yaklaşım kullanılarak değerlendirilmiş ve yarı yapılandırılmış görüşmenin çok yönlü doğası ile geniş bir perspektiften bakmak hedeflenmiştir. Nitel araştırma kapsamında, Türkiye menşeili uluslararası alanda faaliyet gösteren 20 freight forwarder firmadan, 20 yönetici veya çalışan ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiş ve analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, endüstri 4.0 teknolojilerinin lojistik sektöründe, sürdürülebilirliğin her bir boyutu üzerinde olumlu ve olumsuz anlamda önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca

çalışmada, olumsuz etkilerin kaynakları ve bu etkilerin giderilmesine yönelik çözümler de ortaya koyulmuştur. Bu tez çalışması, Türkiye menşeili freight forwarder firma örneklemi üzerinden teknolojik dönüşüm etkilerini incelemesiyle literatürdeki boşluğu doldururken, bu etkileri şeffaf bir şekilde ortaya koymasıyla sektöre ışık tutacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, Sürdürülebilirlik, Taşıma İşleri Komisyoncusu, Teknoloji Kabul Modeli

2024, 242 sayfa

ABSTRACT

PhD Thesis

Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN
Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Education
Department of Business Administration

Supervisor: Doç. Dr. Mustafa GERŞİL

Since the introduction of the Industry 4.0 concept in 2011, this industrial revolution and its effects on various sectors have been a topic of great interest. Similarly, sustainability and sustainable development, due to their broad dimensions, have become one of the most captivating subjects in both academic and industrial contexts. Logistics, as a sector, plays a crucial role in sustainability by potentially exerting significant impacts on various actors in the supply chain, resource utilization, and operational performance. In the current era of digital transformation, determining logistics strategies and integrating operations with technological solutions to align with sustainability principles are perceived as a necessity for companies to survive in global competition. This study evaluates the effects of Logistics 4.0 technologies on the economic, social, and environmental dimensions of sustainability through freight forwarding companies as logistics service providers. In the research, the positive or negative impacts of Logistics 4.0 technologies on the economic, social, and environmental sustainability of freight forwarders are assessed using a qualitative approach. The multifaceted nature of semi-structured interviews is employed to gain a comprehensive perspective. Within the scope of qualitative research, semi-structured interviews were conducted with 20 executives or employees from 20 international freight forwarding companies based in Turkey. The findings were then analyzed. Based on the results, it was determined that Industry 4.0 technologies have significant positive and negative effects on each dimension of sustainability in the logistics sector. Additionally, the sources of negative impacts and solutions for mitigating these effects were identified in the study. This thesis fills a gap in the literature by examining the impact of technological transformation through a sample of Turkish

freight forwarder firms. Moreover, by transparently presenting these effects, the study sheds light on the industry.

Keywords: Digital Transformation, Industry 4.0, Logistics 4.0, Sustainability, Freight Forwarder, Technology Acceptance Model

2024, 242 pages

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER

Endüstri 4.0 ve beraberinde getirdiği teknolojiler, çağımızın dijital dönüşüm yaklaşımını oluşturmaktadır. Bu teknolojik dönüşüm, insan yaşamının her alanına dokunduğu gibi, her sektörü de derinden etkilemiştir ve değiştirmiştir. Bu bağlamda çalışmada, dördüncü endüstriyel devrimin, lojistik sektörüne olan yansımalarını içeren lojistik 4.0 uygulamaları üzerine yoğunlaşılmıştır. Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne olan yansımaları, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma boyutları perspektifinden incelenmiş, dijital teknolojilerin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri değerlendirilmiş ve olumsuz etkileri iyileştirmeye yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur.

Doktora tez sürecim boyunca, daima yanımda olan, sabırla dinleyen ve desteğini benden hiç esirgemeyen çok değerli hocam, sayın Doç. Dr. Mustafa GERŞİL'e, sunduğu katkılardan dolayı çok teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimim boyunca bana sayısız bilgi ve deneyim kazandıran, sabır ve gayretle öğreten ve değerlendiren, yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, lisansüstü eğitimimin temellerini atan, sayın Doç. Dr. Aysu GÖÇER hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez sürecimde tanıma şansı yakaladığım, kıymetli yorumlarından ve görüşlerinden sıklıkla faydalandığım, sayın Doç. Dr. Ayça TÜMTÜRK hocama çok teşekkür ederim.

Ayrıca, tez savunma sınavı jürimde yer alan kıymetli hocalarım sayın Prof. Dr. Bengü Sevil OFLAÇ'a ve sayın Prof. Dr. Çiğdem SOFYALIOĞLU'na vakit ayırdıkları ve değerli görüşleri ile çalışmama ışık tuttukları için çok teşekkür ederim.

Her daim, koşulsuz sevgi ve sabırla yanımda olan, elimi hiç bırakmadan desteğini bana daima hissettiren hayat arkadaşım Oğuz Can ÇALIŞKAN'a; bugünlere gelmemde üzerimde sonsuz emeği bulunan ve akademik hayatım boyunca benimle üzülüp, benimle sevinen kıymetli aileme teşekkürü bir borç bilirim. Siz olmasaydınız, her şey daha zor olurdu.

Tez görüşmelerimde, hiçbir menfaat gözetmeksizin bana vakit ayıran ve çok kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan lojistik sektör temsilcilerine, mülakatlarımı gerçekleştirdiğim kurum ve kuruluşlara çok teşekkür ederim.

Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN
Manisa, 2024

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AR.&GE.	Araştırma ve Geliştirme
B.R.I.C.	Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin
C.I.V.E.T.S.	Kolombiya, Endonezya, Vietnam, Mısır, Türkiye ve Güney Afrika
C.S.C.M.P.	Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi
F.I.A.T.A.	Uluslararası Taşıma İşleri Organizatörleri Dernekleri Federasyonu
G.C. C.	Körfez İşbirliği Konseyi
G.Z.F.T.	Güçlü ve Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler
I.o.S.	Hizmetlerin İnterneti
K.O.B.İ.	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
K.O.S.G.E.B.	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
L.P.I.	Lojistik Performans Endeksi
M.S.C.I.	Morgan Stanley Capital International
O.E.C.D.	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
R.F.I.D.	Radyo Frekansı ile Tanımlama
T.A.M.	Teknoloji Kabul Modeli
T.B.L.	Üçlü Bilanço Sistemi
U.N.E.S.C.A.P.	Birleşmiş Milletler Asya ve Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu
U.N.F.C.C.C.	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
W.C.E.D.	Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu
3D.	Üç Boyutlu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dijital Dönüşüm Boyutları Çerçevesi. 9
Şekil 2. Müşteri Değer Önerisini Yeniden Şekillendirmede Kullanılabilecek Üç Aşama. 12
Şekil 3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Üç Temel Boyutu. 51
Şekil 4. Teknoloji Kabul Modeli. 57
Şekil 5. Etkileşimli Araştırma Tasarımı Modeli. 61
Şekil 6. Çıkarımsal (Abdüktif) Akıl Yürütme Süreci. 63

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Endüstriyel Devrimler 16
Tablo 2. Lojistik Evrim Süreci 37
Tablo 3. Avrupa Lojistik Köylerinin İlk 20 Sıralaması 46
Tablo 4. Çalışmanın Örneklemi 65
Tablo 5. Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkilerine İlişkin Bulguların Kodlanması Sürecinden Bazı Örnekler 72
Tablo 6. Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkileri Frekans Tablosu 84
Tablo 7. Lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutlarına entegre etmek için beklenti ve öneriler 84

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkileri

Ek 2. Lojistik 4.0 Uygulamalarını Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Boyutlarına Entegre Etmek İçin Sektörel Beklenti ve Öneriler

Ek 3. Freight Forwarder Firmaları ile Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere Ait Soru Formu

Ek 4. Etik Kurul Onay Formu

Ek 5. Özgeçmiş

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
TABLOLAR DİZİNİ x
EKLER DİZİNİ xi
GİRİŞ 1
Araştırmanın Problemi 1
Araştırmanın Amacı 3
Araştırmanın Önemi ve Özgün Değeri 4

1. LİTERATÜR TARAMASI 6
1.1. Dijital Dönüşüm 6
1.1.1. Dijital Dönüşümün İş Modelleri Üzerindeki Etkileri 9
1.1.1.1. Avantajları 12
1.1.1.2. Dezavantajları 14
1.2. Endüstri 4.0 16
1.2.1. Endüstri 4.0 Teknolojileri 21
1.2.1.1. Katmanlı üretim (3D baskı) 22
1.2.1.2. Yapay Zekâ 23
1.2.1.3. Arttırılmış Gerçeklik 24
1.2.1.4. Otonom robotlar (Robotik) 25
1.2.1.5. Büyük veri analitiği 25
1.2.1.6. Blok zinciri 26
1.2.1.7. Bulut bilişim 27
1.2.1.8. Siber güvenlik 28
1.2.1.9. İnsansız hava aracı (Dronlar) 29
1.2.1.10. Küresel konumlandırma sistemi (GPS) 30
1.2.1.11. Endüstriyel nesnelerin interneti 31
1.2.1.12. Mobil teknoloji 32

1.2.1.13. Nanoteknoloji 32
1.2.1.14. Radyo Frekans Tanımlama Sistemi 33
1.2.1.15. Sensörler ve aktüatörler 34
1.2.1.16. Simülasyon 34
1.3. Lojistik 4.0 35
1.3.1. Lojistik 4.0 bileşenleri 39
1.3.1.1. Otomatik tanımlama 39
1.3.1.2. Gerçek zamanlı konum 40
1.3.1.3. Akıllı algılama 40
1.3.1.4. Ağ oluşturma 41
1.3.1.5. Veri işleme ve analiz 41
1.3.1.6. İş hizmetleri 42
1.3.2. Lojistik 4.0'ın Avantajları ve Zorlukları 42
1.3.3. Avrupa Birliği ülkelerinde Lojistik Köyler ve Lojistik 4.0 Uygulamaları 44
1.3.4. Gelişmekte Olan Ülkelerde Lojistik 4.0 Uygulamaları 47
1.4. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma 49
1.4.1. Sürdürülebilirliğin Çevresel Boyutu 51
1.4.2. Sürdürülebilirliğin Sosyal Boyutu 53
1.4.3. Sürdürülebilirliğin Ekonomik Boyutu 54

2. TEORİK ÇERÇEVE 56
2.1. Teknoloji Kabul Modeli 56

3. METODOLOJİ 60
3.1. Nitel Araştırma Tasarımı ve Yöntemi 60
3.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme 64
3.2.1. Örnekleme Dâhil Edilen Firmalar 64
3.2.2. Veri Toplama 67
3.2.3. Geçerlilik ve Güvenilirlik 68
3.2.4. Veri Analizi 70

4. BULGULAR 86
4.1. Dijital Dönüşümlerin Ekonomik Sürdürülebilirliğe İlişkin Algılanan Etkileri 86
4.1.1. Verimlilik Üzerindeki Etkiler 86

4.1.1.1. İşletme Varlık ve Kaynaklarının Etkin Kullanılması 86
4.1.1.2. Çalışan Motivasyonu Artışının Karlılığa Yansıması 87
4.1.1.3. Hata Oranının Azaltılmasının Sağlanması 88
4.1.1.4. Maddi Risklerin Kontrol Altına Alınmasının Sağlanması 88
4.1.2. Müşteri Hizmetleri Üzerindeki Etkiler 89
4.1.2.1. Müşteriye Yönelik İşlemlerin Sistemler Üzerinden Yürütülmesinin Sağlanması 89
4.1.2.2. Firma içi İletişimin Gelişmesi ile Müşteriye Daha Hızlı Geri Dönüş Sağlanması 90
4.1.2.3. Müşteriye Bilgi Akışının Hızlandırılması 90
4.1.2.4. Müşteri ile İletişimin Arttırılması 91
4.1.3. Pazar Payı Üzerindeki Etkiler 92
4.1.3.1. İnsan Faktörünün Minimize Edilmesi 92
4.1.3.2. Vakit Kazandırma Yoluyla Yeni Müşterilere Erişilmesi 93
4.1.3.3. Müşteriye Katma Değer Oluşturulması 93
4.1.3.4. Firmalar Arası Etkileşimin Sağlanması 94
4.1.3.5. Farklı Pazarlara Erişim Sağlanması 94
4.1.3.6. Potansiyel Müşterilere Erişim Sağlanması 95
4.1.4. Güvenlik/Güvenilirlik Üzerindeki Etkiler 96
4.1.4.1. Ürün Güvenilirliği Sağlanması 96
4.1.4.2. Müşteri Güvenilirliğinin Sağlanması 97
4.1.5. Yönetsel Beceriler Üzerindeki Etkiler 97
4.1.5.1. Teknik Becerilerin Geliştirilmesi 98
4.1.5.2. Kavramsal Becerilerin Geliştirilmesi 99
4.1.5.3. Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi 100
4.1.5.4. Örgütsel Zamanın Etkin Kullanılması 100
4.1.6. Tedarik Zinciri Entegrasyonu Üzerindeki Etkiler 101
4.1.6.1. Tedarik Zinciri Ortakları Arasında Teknolojik Altyapı Uyumsuzluğu Bulunması 102
4.1.7. İletişim Üzerindeki Etkiler 102
4.1.7.1. Sistemsel Hataların Oluşması 103
4.1.7.2. Kişilerarası İletişim Yoluyla Sorun Çözmenin Ortadan Kaldırılması 104
4.1.8. Yatırım Geri Dönüş Beklentisi Üzerindeki Etkiler 104
4.1.8.1. Teknolojik Yatırım Maliyetlerinin Yüksek Olması 105

4.2. Dijital Dönüşümlerin Sosyal Sürdürülebilirliğe İlişkin Algılanan Etkileri 106

4.2.1. Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması Üzerindeki Etkiler 106

4.2.1.1. Toplumsal Farkındalığın Arttırılması 106

4.2.1.2. Sektörel Farkındalığın Arttırılması 107

4.2.2. Dijital Dönüşüme Kurum İçi Adaptasyon Üzerindeki Etkiler 108

4.2.2.1. Kurum İçi Teknolojik Dönüşüm Eğitimlerinin Yetersiz Olması 108

4.2.2.2. Ekip Ruhunun ve Dayanışmanın Geliştirilmesi 109

4.2.2.3. Çalışanların İş Yükü Azalması..... 110

4.2.3. İstihdam Üzerindeki Etkiler..... 110

4.2.3.1.İnsan Gücüne ve İnsan Kontrolüne Olan İhtiyacın Azalması 109

4.2.3.2. Yeni Mesleklerin Ortaya Çıkması..... 112

4.2.4. Çalışan Sadakati Üzerindeki Etkiler 112

4.2.4.1. Çalışanların Yeni Teknolojilere Adapte Olamayacağına Dair Endişe Yaşaması 113

4.2.5. Kurumlar arası İletişim Üzerine Etkiler..... 113

4.2.5.1. İletişimin Yerini Otomasyonun Alması 114

4.2.6. Çalışan Performansı Yönetimi Üzerine Etkiler..... 115

4.2.6.1. Çalışan Performansının Objektif Olarak Ölçülmesi..... 115

4.2.7. Çalışan Memnuniyeti Üzerine Etkiler..... 116

4.2.7.1. İş Yeri Dışında Çalışabilme İmkânı Tanınması..... 116

4.3. Dijital Dönüşümlerin Çevresel Sürdürülebilirliğe İlişkin Algılanan Etkileri 117

4.3.1. Atık Yönetimi Üzerindeki Etkiler..... 117

4.3.1.1. Dijital Arşivleme Sistemlerine Geçilmesi 118

4.3.1.2. Çevre Dostu Operasyonlara Yönelinmesi 118

4.3.1.3. Lojistikte Doğa Dostu Ürün Kullanımına Yönelinmesi 119

4.3.2. Karbon Salınımı Üzerindeki Etkiler..... 120

4.3.2.1. Yüklerin Birleştirilmesi..... 120

4.3.2.2. Uygun Taşıma Modunun Seçilmesi..... 121

4.3.2.3. Fosil Yakıt Tüketmeyen Araçların Kullanılması 122

4.4. Lojistik 4.0 Uygulamalarını Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Boyutlarına Entegre Etmek İçin Sektörel Beklentiler Ve Öneriler 122

4.4.1. Sürdürülebilirliğin Ekonomik Boyutuna İlişkin Beklentiler ve Öneriler122

4.4.1.1. Sektör-Teknoloji Entegrasyonu Kurulması 123
4.4.1.2. Tedarik Zinciri Entegrasyonu Geliştirilmesi 123
4.4.1.3. Lojistik Potansiyel Avantajının Doğru Kullanılması 123
4.4.1.4. Bilişim Teknolojilerine Yatırım Yapılması 124
4.4.1.5. Stratejik Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi 124
4.4.1.6. Ar-Ge Yatırımlarının Arttırılması 125
4.4.2. Sürdürülebilirliğin Sosyal Boyutuna İlişkin Beklentiler ve Öneriler125
4.4.2.1. Bilinçli Üretim ve Tüketim Süreçlerinin Geliştirilmesi 126
4.4.2.2. Toplumsal Farkındalığın Arttırılması 126
4.4.2.3. Çalışan Adaptasyonunun Sağlanması 126
4.4.2.4. Çalışan Memnuniyetinin Arttırılması 127
4.4.2.5. Genç İstihdamının Arttırılması 127
4.4.2.6. Üniversitelerde Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması 128
4.4.2.7. Eğitimde Teknolojik Uygulamaların Kullanılması 128
4.4.3. Sürdürülebilirliğin Çevresel Boyutuna İlişkin Beklentiler ve Öneriler129
4.4.3.1. Teknolojik Altyapının Çevresel Sürdürülebilirliği Desteklemesi 129
4.4.3.2. Yeşil Lojistik Uygulamalarının Arttırılması 129
4.4.3.3. Akıllı Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması 130

5. TARTIŞMA 131
5.1. Teorik Çıkarımlar 131
5.1.1. Teknoloji Kabul Modeli 131
5.2. Yönetimsel Çıkarımlar 134

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 138
6.1. Sonuç 138
6.2. Çalışmanın Kısıtları 144
6.3. Gelecek Çalışmalara Öneriler 144
KAYNAKÇA 146
EK 1: Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkileri 192
EK 2: Lojistik 4.0 Uygulamalarını Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Boyutlarına Entegre Etmek İçin Sektörel Beklenti ve Öneriler 228

EK 3: Freight Forwarder Firmaları ile Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere Ait Soru Formu 237

EK 4: Etik Kurul Onay Formu 239

EK 5. Özgeçmiş 241

GİRİŞ

Bu bölümde, mevcut araştırmanın problemine, amaç ve hedeflerine, önemine ve özgün değerine yer verilecektir.

Araştırmanın Problemi

Küreselleşme uzun yıllardır işletmeleri değişime, dönüşüme ve rekabetin gün geçtikçe yoğunlaştığı bir ortamda hayatta kalmaya zorlamaktadır. İşletmeler hem rekabetçi ortamlarda varlığını sürdürebilmek, kendini yenileme ve inovasyon ihtiyacını karşılayabilmek, hem de gelişimlerini ve ekonomik kazançlarını devam ettirebilmek için dijital dönüşüm süreçlerine adapte ve entegre olmak çabası içindedirler (White, 2012; Kraus, vd., 2021). Dijital dönüşüm doğasında, herhangi bir örgüt içerisindeki teknolojinin ve teknolojinin beraberinde getirdiği somut varlıkların rolünde değişimi barındırır ve öneminin artmasını gerektirir (Tang, 2021). Dijital dönüşüm, teknolojik uygulamaların çeşitli iş süreçlerindeki desteğini değil, iş süreçlerinin tamamının merkezine oturma ihtiyacını beraberinde getirir. Doğru kullanıldığında dijital dönüşüm uygulamaları, iş süreçlerinde gelişim, operasyonel faaliyetlerde iyileştirme ve müşteri değerinde artış yaratarak toplam değer yaratımına önemli ölçülerde katkıda bulunabilir (Tang, 2021).
Dijital dönüşüm veya dijitalleşme denildiğinde, akla endüstri 4.0 kavramı gelmektedir. Su ve buhar gücünün üretim süreçlerinde kullanılmaya başlandığı birinci endüstriyel devrimden bugüne işletmeler, sayısız değişim ve gelişime şahit olmuşlardır (Gare ve Deoskar, 2020). Bunların en önemlilerinden biri olan endüstri 4.0, fiziksel ve sanal dünyayı birleştirerek, yapay zekâ, arttırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, robot teknolojileri, katmanlı üretim gibi farklı üretim yöntemleri ve teknolojileri ile işletmelere sayısız avantaj sunmaktadır. Beraberinde getirdiği teknolojiler ile endüstri 4.0 dijital dönüşümünün yansımlarını, tüm sektörlerde görebilmek mümkündür. Bu teknolojilerin etkilerinin en net şekilde görüldüğü sektörlerden biri ise lojistik sektörüdür. Lojistik sektörü, bünyesinde barındırdığı dijital dönüşüm, inovasyon ve entegrasyon potansiyeli ile endüstri 4.0 teknolojileri ve yenilikleri tarafından güçlü bir şekilde etkilenmiştir.

Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründeki yansımalarını ifade eden lojistik 4.0 kavramı, bu çalışmanın odak noktalarından birini oluşturmaktadır. Günümüz küresel dünyasında, müşteri isteklerini mükemmel bir şekilde ve maliyet etkin olarak karşılamak, çok sayıda

ürün varyasyonuyla başa çıkmak, yeni taleplere hızlı bir şekilde yanıt vermek, lojistik sistemlerin başarısına ve teknoloji oryantasyonuna bağlıdır. Bu nedenle, endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği teknolojilerin lojistik sistemlere yansıtılması büyük bir gerekliliktir. Timm ve Lorig (2015), lojistik 4.0'ı, lojistik sektörünün donanım odaklı versiyondan, yazılım odaklı versiyona bir geçişi olarak ifade etmişlerdir. Lojistik 4.0 doğru uygulandığında, tedarik zincirine hız ve kalite artışının yanı sıra, büyük bir maliyet tasarrufu da sağlamaktadır. Endüstri 4.0 kavramının aksine lojistik 4.0, tanımlanması zor, nasıl uygulanacağı konusunda belirsizlikleri bulunan (Wang, 2016) ve literatürde henüz yeterli kapsamda atıfta bulunulmamış bir kavramdır. Özellikle lojistik 4.0'ın avantaj ve dezavantajlarını, potansiyel zorluklarını, sektörün bu konudaki öngörüleri ve çözüm önerilerini ortaya koyma ihtiyacı bulunmaktadır.

Günümüzde başta üretim olmak üzere tüm sektörlerde büyük bir yankı uyandıran ve ekonomik, sosyal, çevresel boyutları her yönüyle içine alan sürdürülebilirlik kavramı, kaynak kullanımı ve içinde barındırdığı çeşitli faaliyetleriyle lojistik sektörünü yakından ilgilendiren bir konuyu ve bir endişe kaynağını oluşturmaktadır. Lojistik sektöründe bilgi teknolojileri kullanımının ve bu sektöre yansıyan dijital dönüşüm uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlardaki etkileri ise merak konusudur. Sürdürülebilirlik ve lojistikte dijital dönüşümün veya lojistik 4.0 kavramının kesiştiği literatür incelendiğinde, çoğunlukla sürdürülebilirliğin ekonomik boyutu ile teknoloji ilişkisinin incelendiği ve bu boyutu üzerindeki negatif-pozitif ilişkinin değerlendirildiği görülmüştür. Üçlü kâr hanesi (Triple Bottom Line) yaklaşımıyla bakıldığında ortak kabul edilen düşünce, sürdürülebilirliği ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla olumlu ve olumsuz etki yönleriyle değerlendirme şeklindedir; ancak lojistik 4.0'ın sürdürülebilirlik boyutları üzerinde yarattığı ve yaratması öngörülen etkilerin araştırılması ve bu konuya daha geniş bir perspektiften bakılması gerekmektedir. Ayrıca, ekonomisi gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında daha az uygulama alanı bulan endüstri 4.0 etkilerinin gelişmekte olan ülkelerde araştırılması ihtiyacı da bulunmaktadır (Luthra ve Mangla, 2018). Dolayısıyla bu çalışma, teknolojik dönüşümün lojistik sektörü üzerindeki sürdürülebilirlik etkilerini ekonomik boyutun ötesine taşımaktadır. Uzun yıllardır küresel rekabetten yüksek seviyede etkilenen freight forwarding endüstrisi, rekabetin dijital ortamlara taşınmasıyla hızını arttırarak mali baskıyı hafifletmek, her yönüyle optimize edilmiş daha ucuz ve tahmin edilebilir bir taşıma süreci yaratmak zorunda kalmıştır (Gruchmann, Pratt, Eiten ve Melkonyan, 2020). Bu endüstriye yansıyan teknolojilerin, sürdürülebilirlik boyutları

üzerindeki etkilerini araştırmak önemlidir (Negrutiu, Vasiliu ve Enache, 2020). Araştırma, lojistik 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirlik boyutları üzerindeki etkilerini freight forwarder örneklemi üzerinden ele almaktadır. Mevcut çalışma ile dijital dönüşümün lojistik sektörü üzerindeki sürdürülebilirlik etkilerinin olumlu ve olumsuz olmak üzere her yönüyle incelenmesi hedeflenmektedir. Bu yönüyle çalışma, dijital dönüşüm çağında hayatta kalmaya ve karlılığını arttırmaya çalışan lojistik sektöründeki firmalara öneriler sunacak ve yol gösterecektir.

Araştırmanın Amacı

Bilgi teknolojilerini içine alan ve oldukça geniş bir kavramı ifade eden dijital dönüşüm, birçok bağlamda ve özellikle endüstri 4.0 çatısı altında sıkça araştırılmıştır. Fakat endüstri 4.0 devriminin lojistik sektörüne yansımalarını ifade eden lojistik 4.0 hala incelenmesi gereken ve literatürde eksiklikleri bulunan bir konudur. Bu anlamda çalışmada, dijital dönüşüm kavramının lojistik 4.0 bağlamında incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma, lojistik sektörü içerisinde önemli bir yer tutan freight forwarder örneklemi üzerinden yapılmıştır. Bir lojistik hizmet sağlayıcısı olarak freight forwarder firmalar, küresel rekabetle mücadele etmeye ve bunu gerçekleştirirken de yük lojistiğini daha hızlı, daha ucuz, hem müşteri tarafı için hem de kendi tarafları için daha sürdürülebilir hale getirmeye çalışmaktadırlar. Söz konusu sektör hem tüm bunları gerçekleştirebilmek, hem de küresel rekabette hayatta kalabilmek için endüstri 4.0 dijital dönüşümünün lojistiğe yansıttığı çeşitli teknolojilerden sıkça etkilenmektedir. Bu etki, ekonomik olduğu kadar, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik boyutları üzerinde hem olumlu hem de olumsuz yönlerden kendini göstermektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, lojistik sektöründe oldukça önemli bir aktör olarak nitelendirilen freight forwarder firmalarının endüstri 4.0 dönüşümünün sürdürülebilirlik boyutları kapsamında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi (LPI) 2023 raporu verilerine göre Türkiye, 3.4 puanla 38. sırada yer almıştır. Türkiye'nin bu endekste yükselişi veya sıralamasını korumaya çalışan yapısı, ülkenin gümrük, altyapı, kalite, izlenebilirlik, zamanında teslimat gibi birçok parametre ile birlikte lojistik yeteneklerini bir bütün olarak ortaya koymaktadır. Gelişmekte olan ekonomiler sınıflandırmasında yer alan Türkiye, lojistik sektöründe dijital dönüşüm ve endüstri 4.0 teknolojilerinin yansımalarının

görülebilmesi için ise henüz erken bir evrede bulunmaktadır. Fakat buna rağmen, küresel ticaretin ve rekabetin beraberinde birçok zorunluluğu getirmesiyle, lojistik sektörünün dijital dönüşüm sürecine girmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu anlamda çalışmada, Türkiye menşeili uluslararası çalışan freight forwarder firmaların lojistik 4.0'a geçişte karşılaştıkları zorlukları ve elde ettikleri faydaları derinlemesine incelemek hedeflenmiştir.

Endüstri 4.0 dijital dönüşüm sürecinin lojistik sektöründe önemli bir yer tutan freight forwarder firmaları tarafından algılanan ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmayı ve değerlendirmeyi amaçlayan bu araştırmanın problemi ortaya koyulduktan sonra belirlenmiş olan araştırma soruları şunlardır:

- Dijital dönüşümlerin Türkiye menşeili freight forwarder firmalar tarafından sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları üzerindeki algılanan etkileri nelerdir?
- Lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutlarına entegre etmek için neler yapılmalıdır?

Araştırmanın Önemi ve Özgün Değeri

Literatür detaylı bir şekilde incelendiğinde, endüstri 4.0 teknolojilerinin lojistik sektörüne yansımalarını ifade eden lojistik 4.0 ve sürdürülebilirlik kesişimini içeren ve bu iki temel konunun kesişiminde etki ve avantaj / dezavantaj barındıran çalışmaların sayısı oldukça azdır. Türkiye'nin de taraf olduğu Paris İklim Anlaşması, Yeşil Mutabakat gibi güçlü dönüşüm ve eylem gerektiren çeşitli adımlar, üç temel boyutuyla –çevresel, sosyal ve ekonomik- bunların başarılmasını sağlayacak olan sürdürülebilir kalkınmayı, gündemin başına taşımıştır. Dolayısıyla lojistik sektörü kapsamındaki dijital dönüşümlerin, literatürde bu denli önemi bulunan sürdürülebilirlik kavramı üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini görmek oldukça önemlidir. Bu nedenle mevcut araştırma, lojistik 4.0'ın son derece önemli bir lojistik hizmet sağlayıcı olan freight forwarder firmalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlikleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerine odaklanmıştır. Araştırma, ekonomisi gelişmekte olan ülkeler kategorisinde bulunan Türkiye menşeili ve uluslararası faaliyet gösteren freight forwarder firmaları örneklem olarak belirlemesiyle, teknolojik dönüşümün sektör üzerindeki

avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymasıyla ve olumsuz etkilerin önüne geçebilecek öneriler içermesiyle özgün bir değer taşımaktadır.

Çalışma dört temel bölümden oluşmaktadır. Öncelikle, araştırmanın problemi detaylı bir şekilde ifade edilmekte, daha sonra amacı ve araştırma sorularına yer verilmekte, önemi ve özgün değeri ortaya koyulmaktadır. Birinci bölümde, araştırmanın merkezinde bulunan kavram ve ifadelere ait literatüre yer verilmektedir. Bu bağlamda, dijital dönüşüm, endüstri 4.0, lojistik 4.0 ve sürdürülebilirlik ekseninde temel tanımlardan, teknolojilerden, avantaj ve dezavantajlardan söz edilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünü, araştırmanın teorik altyapısını oluşturan Teknoloji Kabul Modeli oluşturmaktadır. Metodoloji merkezli olarak oluşturulan üçüncü bölümde nitel araştırmanın tasarım ve yönteminden, yarı yapılandırılmış görüşmenin özelliklerinden, örneklem olarak seçilen firmalardan, veri toplama süreçlerinden ve geçerlilik güvenilirlik kısımlarından bahsedilmektedir. Dördüncü bölümde araştırmanın bulgularına yer verilirken, beşinci bölümde teorik ve yönetimsel çıkarımlar ifade edilmektedir. Son olarak sonuç başlığı altında, çalışmanın sonucu, kısıtları ve gelecek çalışmalara öneriler bulunmaktadır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, mevcut araştırma ekseninde yer alan dijital dönüşüm, endüstri 4.0 ve lojistik 4.0 literatürlerine yer verilecektir.

1.1.Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm kavramı, hem uygulayıcılar, hem de akademisyenler tarafından oldukça yoğun bir ilgi görüyor olsa da, tanımı ile ilgili bir fikir birliğinden yoksundur (Morakanyane, Grace ve O'Reilly, 2017; Osmundsen, Iden ve Bygstad, 2018; Cichosz, Wallenburg ve Knemeyer, 2020). Nwankpa ve Roumani (2016), dijital dönüşümü; dijital teknolojilerin temeli üzerinde yönlendirilen ve inşa edilen değişim ve dönüşümler olarak tanımlamaktadır. Baker (2015), tek bir şirket için de, tüm endüstri için de geçerli olmak üzere dijital dönüşümün tüm süreçleri kapsayan en geniş değişim olduğunu ve doğası gereği yıkıcı olma potansiyeli taşıdığını belirtmiştir. Vial (2019), dijital dönüşüm sürecini, bir şirketin değer yaratımını arttırmak için birçok dijital teknolojiyi kullanarak, çeşitli çevresel değişimlere yanıt verebilme kapasitesi olarak ifade etmiştir. Tüm bu tanımlardan yola çıkılarak dijital dönüşümün, çeşitli dijital teknolojiler kullanılarak bir organizasyonu daha ileri taşımak için verilen çabalar olduğunu söylemek mümkündür. Dijital dönüşüm, dijital teknolojiler kavramını da kapsamakta ve çalışanları, tüm iş süreçlerini, yapıları, görevleri ve örgütsel prosedürleri etkisi altına almaktadır (Henriette, Feki ve Boughzala, 2015; Konopik Jahn, Schuster, Hoßbach ve Pflaum, 2022). Bu nedenle söz konusu kavram, bireyleri ve tüm iş süreçlerini bütünsel ve ciddi bir değişime zorlar (Schnasse, Menzefricke ve Dumitrescu, 2021). Bounfour (2016) ise, dijital dönüşümün yalnızca organizasyonları değil, insan yaşamına dâhil olması sebebiyle tüm toplumu etkilediğini ve zorluk oluşturduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla dijital dönüşümün, teknolojideki radikal değişimler sebebiyle bireyleri ve toplumu da derinden etkilediği söylenebilir.

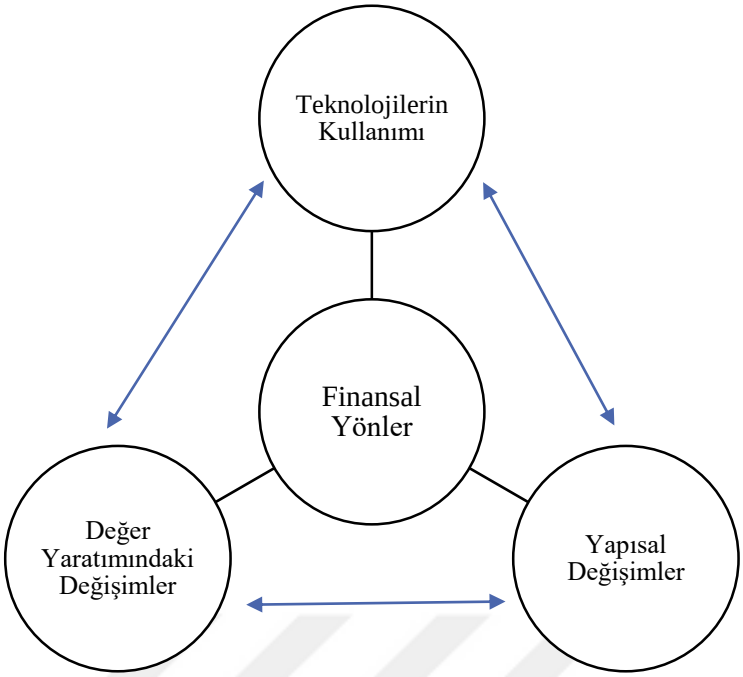
Literatürde sıklıkla, dijital dönüşümün kolaylaştırıcı etkisinin yanı sıra, ciddi bir zorluk oluşturma etkisi de ele alınmaktadır. Ziyadin, Suieubayeva ve Utegenova (2019), dijital teknolojilerin tüm organizasyonlarda zorluk yaratmasının temelini, yöneticilerin önemini anlamış olmalarına rağmen, dijital dönüşümün bileşenleri hakkında bilgi eksikliği bulunması gibi engeller ile karşılaşmalarına dayandırmaktadır. Burada, yönetimsel bilgi eksikliği devreye girmektedir. Henriette, Feki ve Boughzala

(2016), dijital dönüşümün tüm örgütün kültürünü, yapısını ve çalışma şeklini etkileyebilme potansiyeli olduğundan bahsetmektedirler. Yöneticilerin dijital dönüşüm sürecinde karşı karşıya kaldıkları zorluklar şu şekilde sıralanabilir (Tiersky, 2017; Heavin ve Power, 2018):

- *Öncelikleri doğru belirlemek*: firmalar, önceliklerinin operasyon verimliliği mi, yoksa müşteri tatmini mi olduğuna karar verme konusunda bir zorluk yaşayabilirler ve bu konuda verilen yanlış kararlar müşteri tatmininin azalmasıyla sonuçlanabilir.
- *Veri toplama ve kişiselleştirme*: firmalar, müşteri davranışlarını tahmin etmeye çalışırken, kalıplaşmaya ve standartlaşmaya gidebilir ve bu da kişiselleştirmenin önüne geçerek bireysel hizmet vermeyi zorlaştırmayla sonuçlanabilir.
- *Bilgi teknolojileri personeline kaynak sağlamak*: firmalar, hem bilgi teknolojileri alanında çalışan, hem de bilgi teknolojileri dışı alanda çalışan personellerine ihtiyaç duydukları kaynakları ve eğitimi sağlamalıdır (Gartner, 2016).
- *Depolamak için doğru veriyi seçmek*: firmalar, veri kalitesini doğru değerlendirmeli ve her veriyi mi, belirli bir amaca hizmet edecek ve analiz için kullanılabilecek olan veriyi mi depolayacağına dair doğru karar vermelidir. Kullanılmayan verileri depolamak bir maliyet olduğundan, veri depolamak hem bir problem, hem de bir fırsattır.
- *İnsanlar ve bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilen işler* (Forbes, 2016): bilgisayarlar ve robotlar, vasıfsız ve yarı vasıflı işçilerin yerlerini almaya devam etmektedir ve devam eden dönüşüm, vasıflı işçilerin de yerine geçebileceğini göstermektedir (Davenport ve Kirby, 2016).
- *Güvenlik ve erişilebilirlik dengesinin sağlanması:* firmalar, veri güvenlik hassasiyetini, erişilebilirlikle dengelemelidir.
- *Bireylerin mahremiyeti*: firmalar, çalışanlar ve tüm müşterilerinin mahremiyetini ve çeşitli bilgilerini korumalıdır.

Bahsedilen tüm zorluklara karşın dijital dönüşüm, kuruluşların iş yapma şekillerini yeniden tasarlayabilecekleri bir fırsat olarak tanımlanabilir (Bharadwaj, 2013).

Bir örgüt için dijital dönüşümde başarılı olmanın yolu, tüm uygulamaları ve koordinasyonları düzenleyen doğru bir dijital dönüşüm stratejisi inşa etmektir (Matt, Hess ve Benlian, 2015). Doğru bir şekilde entegre edilmiş bir dijital dönüşüm stratejisi, tüm organizasyonu; üretimi, yönetimi, tüm tedarik zinciri ağlarını ve nihayet müşterileri ve toplumu etkileme gücüne sahiptir. Aslında bu da, tüm iş modelinin yeniden şekillendirilmesi anlamına gelmektedir (Downes ve Nunes, 2013). Aşağıda belirtilen dört dijital dönüşüm stratejisi, Matt, vd., (2015) tarafından literatür taraması, vaka çalışmaları ve görüşmelerin sonucunda elde edilmiştir ve bu stratejilerin herhangi bir sektörden veya endüstri kolundan bağımsız olduğu belirtilmiştir. Bahsedilen dört temel boyut; *teknolojilerin kullanımı, değer yaratımındaki değişimler, yapısal değişimler* ve *finansal yönler*dir. Bunlardan ilki olan *teknolojilerin kullanımı boyutu*, bir firmanın bilgi teknolojilerini kullanım amacını ifade etmektedir. Firmalar kendi bilgi teknoloji standartları oluşturarak pazar lideri konumuna geçebilir ve ciddi oranda kar elde edebilir, fakat bu durum riskli de olabilir. Diğer bir seçenek ise firmanın hâlihazırda var olan bilgi teknolojilerini kullanmasıdır. Bilgi teknolojilerinin rolünü ve kullanım amacını belirlemek oldukça önem taşımaktadır (Matt, vd., 2015). Boyutlardan ikincisi olan *değer yaratımındaki değişimler*, yeni teknolojilerin işletmeye entegre edilmesiyle, müşterinin beklentisi ve satın alma sonrasındaki tatminini ifade eden değer yaratımı kavramındaki değişimleri ifade etmektedir. Firmanın sunduğu ana ürün veya hizmetlerdeki dijital dönüşüm yollu değişimler, ürün ve hizmetlerin genişlemesi yoluyla fırsat yaratabildiği gibi, deneyim eksikliği sebebiyle risk de teşkil edebilmektedir. Üçüncü boyut olan *yapısal değişimler*, teknoloji kullanımı ve değer yaratımındaki değişimlerin artışına göre bir firmanın kurumsal yapısında gidilecek olan değişimleri ifade eder. Firmanın ürün, süreç ve yeterliliklerindeki değişimlerin kapsamı dar ise, değişimleri mevcut kuruma entegre etmek, kapsamı geniş ise bir yan firma kurmak daha akla yatkın olabilir (Matt, vd., 2015). Bahsedilen bu üç boyut ise, ancak *finansal yönler* dikkate alınır ise anlam kazanabilir. Firmanın finansal kapasitesi, dijital dönüşüm için bir itici güç veya bir sınırlandırıcı rolünü oynayabilir. Bu boyutların birbirleriyle olan ilişkileri aşağıdaki şekilde görülmektedir (Şekil 1). Verilen şekilde, finansal yönler boyutu, diğer tüm boyutların merkezinde yer almaktadır. Diğer boyutlar ise birbirleriyle etkileşim halindedir.



Şekil 1. Dijital Dönüşüm Boyutları Çerçevesi. "Digital transformation strategies", Matt, C., Hess, T., & Benlian, A., 2015, Business & information systems engineering, 57(5), s. 341 kitabından alınmış ve Türkçe 'ye çevrilmiştir.

1.1.1. Dijital Dönüşümün İş Modelleri Üzerindeki Etkileri

Dijital dönüşüm ve inovasyon süreçleri, iş modellerini de derinden etkilemektedir. Uzun yıllardır varlığını ve karlılığını sürdüren firmalar, dijitalleşmenin tüm olumlu yönlerini birer rekabet gücü haline getirerek (Ferreira, Fernandes ve Ferreira, 2019) tüm iş süreçlerine, örgütsel süreçlere ve altyapılarına entegre etmeye çalışmaktadırlar (Warner ve Wäger, 2019; Do Vale, Collin-Lachaud ve Lecocq, 2021). Dolayısıyla, şirketlerin iş modelleri sürekli değişmekte ve gelişmektedir.

İş modelleri konusu, yönetim literatüründe oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Belussi, Orsi ve Savarese, 2019). Tanımı konusunda bir fikir birliğine varılamamasına rağmen, firma ve paydaşlarını birbirine bağlayan değer önerisinin, kaynaklar ve yönetişim mekanizmalarını birleştiren güç olarak kabul edildiği söylenebilir (Zott ve Amit, 2010; Do Vale, vd., 2021). Paydaşlar için değer yaratmak ve müşteri beklentilerini en iyi şekilde karşılamak, firmaların sahip olduğu temel amaçlardan biridir. Günümüzde birçok firma, süregelen rekabete

ayak uydurabilmek için iş modeli inovasyon süreci içerisine girmektedir (Saebi, Lien ve Foss, 2017). Literatürde iş modeli inovasyonu, bir organizasyonun iş modelinde veya bu iş modelini oluşturan yapı taşlarında tasarlanmış olan önemli boyuttaki değişimler olarak tanımlanmıştır (Foss ve Saebi, 2017; Do Vale, vd., 2021). Foss ve Saebi (2017), iş modeli inovasyonunun başarısını etkileyen üç potansiyel değişken üzerinde durmaktadırlar; makro düzey, firma düzeyi ve mikro düzey.

İlk olarak makro düzey; resmi veya gayri resmi sosyal kurumların firmaların iş modeli inovasyonlarını etkileme gücünü yansıtır. Firmaların çalışma şekillerinde yapacakları değişimler, çeşitli mevzuat, hukuk, kural veya yasaklardan etkilenebilmektedir. Yasalar ve hukuk kuralları, iş modellerinin genişlemesini rekabet hukukuna uygun bulmayarak engelleyebilir (Foss ve Saebi, 2017).

Firma düzeyi; kurumsal değer ve örgüt kültürü gibi değişkenleri ifade eder. Burada bahsedilen, iş modellerindeki herhangi bir değişim veya inovasyonun örgüt kültürü veya değerleri ile çatışması olasılığıdır. İş modeli inovasyonu ve örgütsel tasarım arasındaki ilişki çoğu zaman ihmal edilmektedir (Saebi ve Foss, 2015). Oysa iş modelinde yapılan değişimler ile örgüt kültürü oldukça iç içe geçmiş olmalıdır.

Mikro düzey ise, firma çalışanlarının iş modelleri ve inovasyon üzerindeki etkilerini ifade eder. Çalışanların becerileri ve motivasyonu iş modellerinin uygulanmasını kolaylaştırabilecek bir etkendir (Do Vale, vd., 2021). Teknolojinin getirdiği yeni iş modeline direnenler ve kabul edenler olacaktır. Bu noktada, direnenlerin ortaya çıkaracağı olumsuzlukların görülmesi muhtemeldir.

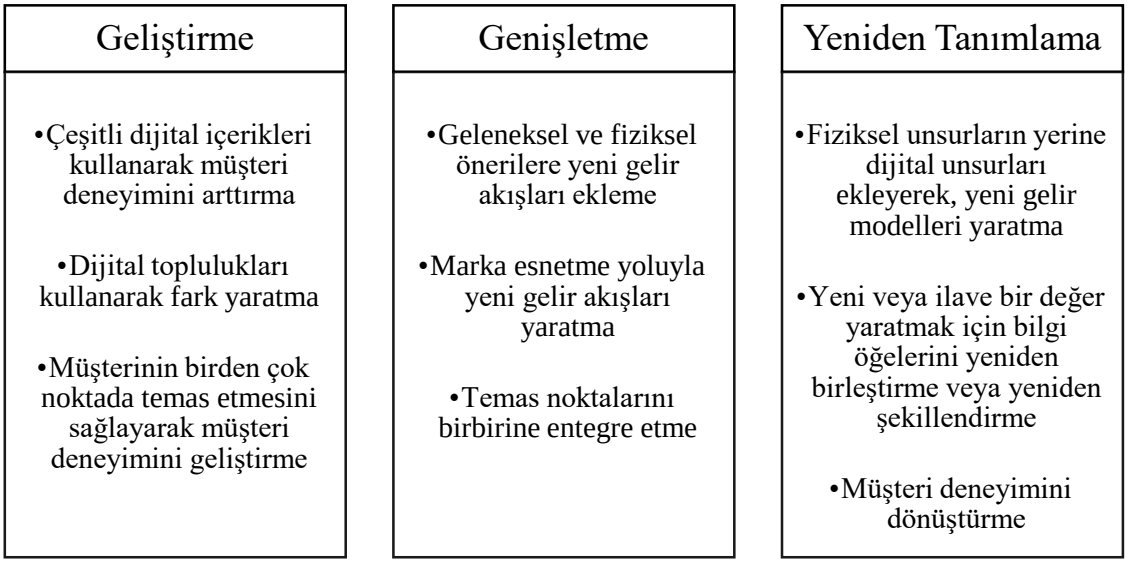
Bazı yöneticiler ve akademisyenler dijital dönüşümü, teknolojiyi kolaylaştıran ve mümkün kılan bir araç olarak tanımlamaktadır (Harvard Business Review, 2001). Hinterhuber (2022) ise dijital dönüşümün bunun ötesine geçerek, var olan iş modellerini geliştirdiğine veya var olan iş modellerini tamamen yıkmaya izin verdiğine vurgu yapmaktadır. Dijital dönüşüm, doğası gereği firmanın kendisi tarafından veya rakipler tarafından mevcut iş modellerini yıkma özelliğine sahiptir.

Başarılı firmalar, tüketiciler ile daha anlamlı ve yakın ilişkiler kurmak için iş modellerini yenilemektedir. Böylece, geleneksel fiziki perakende mağazası

(brick and mortar) düzeninden, müşterilerin daha aktif olabildikleri ve kendilerini daha rahat ifade edebildikleri yeni iş modeline geçiş yapmaktadırlar (Hinterhuber, 2022). Ayrıca, dijital dönüşüm kaynaklı iş modellerindeki değişim tüketicilerin daha kişiselleştirilmiş ürünlere sahip olmalarını da sağlamaktadır. Bahsedilen bu e-ticaret stratejisi sayesinde müşteriler, kendileri için özelleştirilmiş ürünler satın alabilmektedir. Bu örnek, dijital dönüşümün ve teknolojinin iş modelinin kendisi olduğu bir anlayışı yansıtır. Şimşek, Öner, Kunday ve Olcay (2021) çalışmalarında, dijital teknolojilerin bir sonucu olarak, işletmelerin üreticileri ve müşterileriyle firma sınırları dışında da etkileşimde ve değer alışverişinde bulunduğu platform işletme modelinin ortaya çıktığı belirtmiştir. Platform temelli iş modeli de denilen bu modelde, işletmeler dijital teknolojilerin altyapısını kullanarak alıcı, satıcı ve kaynakları, platform denilen bir yapıda toplar. Bu hem maliyetin düşmesine, hem de daha geniş müşteri gruplarına ulaşmaya yardımcı olur (Demirci, 2020).

Berman (2012), dijital dönüşüm sürecine giriş için bir stratejik rota izlenmesi gerektiğini belirtmiş ve bu rotayı üç yaklaşım olarak ele almıştır. Bu yaklaşımlar; müşteri değer önerisine odaklanma gerekliliği, var olan işletme modelini dönüştürme ve eş zamanlı olarak müşteri değer önerisini dönüştürerek ve teslimat operasyonlarını organize ederek bu iki yaklaşımı birleştirme şeklindedir.

İlk yaklaşımda, işletmeler veri ve analitiği kullanarak müşteri değer önerisine odaklanabilir, böylece değer önerisini geliştirme, genişletme veya yeniden tanımlama yoluyla yeniden şekillendirebilir. Bu üç aşama Şekil 2'de detaylı bir biçimde ifade edilmiştir.



Şekil 2. Müşteri Değer Önerisini Yeniden Şekillendirmede Kullanılabilecek Üç Aşama. "Digital transformation: opportunities to create new business models", Berman, S. J., 2012, Strategy & leadership, 40(2), s.19.

IBM Institute for Business Value, *Digital transformation: Creating new business models where digital meets physical,* 2011, s. 5.

İşletme modelini dönüştürme yaklaşımında ve her iki yaklaşımı birleştirirken de, birçok faktörün incelenmesi ve değerlendirilmesi gereklidir (Berman, 2012). Bu faktörler:

- İşletmenin içerisinde bulunduğu sektördeki ürün ve hizmetlerin fiziksel ve dijital olarak bulunduğu noktalar,
- Müşterilerin ve potansiyel müşterilerin sosyal ağları benimseme düzeyleri,
- Rakiplerin stratejik hamleleri,
- Yeni dijital süreçler ile eski fiziksel süreçler arasındaki dönüşümün her aşamasındaki entegrasyon derecesi.

1.1.1.1.Avantajları

Tüm dünyayı, insanların yaşam şekillerini, her sektörden firmayı etkilemiş olan ve halen de etkilemeye devam eden dijital dönüşüm kavramı, içerisinde birçok avantajı barındırmaktadır. Dijital dönüşüm kavramı, her sektörde iş modellerini değiştirip dönüştürdüğü gibi rekabet avantajı da sağlamaktadır. Günümüzde değişip dönüşmeyen firmaların, sektörde daha çevik, değişimi daha kolay benimseyen ve daha

hızlı yanıt veren oyuncularla değiştiği sıklıkla görülmektedir (D'Ippolito, Petruzzelli, ve Panniello, 2019). Firmaların büyük, orta veya küçük ölçekli olmasına bakılmaksızın, rekabet avantajı elde etmede dijital dönüşüme hızlı yanıt vermek oldukça önem arz etmektedir. Dijital dönüşüme ayak uyduramayan firmaların yerine daha çevik firmalar geldikçe de, rekabet ortamı sürekli değişmekte ve yoğunlaşmaktadır.

Dijital dönüşümün başlıca avantajı olarak adı geçmekte olan rekabet avantajı kavramı, "değer yaratma" sürecini ifade etmektedir (Leão ve Silva, 2021). Sigalas (2015)'e göre rekabet avantajı, içinde bulunulan pazarın fırsatını görme ve yakalama ve rakip tehdidine karşı ayakta kalabilme konularında endüstriyel ortalamanın üzerinde olmak olarak ifade edilmektedir (Leão ve Silva, 2021). Pazarda rekabet avantajı yaratmanın birçok yolu bulunmaktadır. Rekabet avantajı yaratmak temelde, hem müşteri memnuniyeti, hem de firmanın öz memnuniyetini yakalamasından geçmektedir. Dijital dönüşüm sayesinde firmalar, gelişen teknolojilerle müşterilerine daha özelleştirilmiş ürünler ve hizmetler sunabilmekte ve böylece müşteri memnuniyetini arttırarak rekabet avantajı elde edebilmektedirler (Singh, Sharma ve Dhir, 2021). Buna ek olarak, dijital dönüşüme tam uyum hem üretim, hem de ürün ve hizmet satışı aşamalarında gerekli maliyetleri azaltmayı da beraberinde getirmektedir. (Zhang, Shi, Shi ve Chen, 2022). Akıllı üretim teknolojileri hem ürünün üretim bandına girişinden çıkışına kadar geçen süreyi kısaltmakta, hem de bu yolla aynı sürede daha fazla ürün üretilmesine izin vermektedir. Lojistik faaliyetlerinin de teknolojiye tam entegrasyonu sayesinde ürünler çok daha kolay izlenebilmekte ve böylece de çıkan veya çıkması muhtemel olan çeşitli problemlere daha çabuk çözüm üretilebilmektedir. Tüm bu gelişmeler ve entegrasyon da ürün ve hizmet maliyetlerine yansıdığından, fiyatlarını olumlu yönde etkileyerek firmaya avantaj sağlamaktadır.

Dijital dönüşümün bir diğer avantajı da iş performansında belirgin bir artış yaratmasıdır (Singh, vd., 2021). Süreçler daha hızlı ilerlemekte, hatalar daha ortaya çıkmadan fark edilerek çözüme ulaşabilmektedir. Ayrıca dijital dönüşüm herhangi bir organizasyonda rutinlerin değişmesini, dijitalleşerek hızlanmasını sağlayarak yeni rutinler, yeni bir iş birliği ve entegrasyon anlayışı ve ortak değerler yaratmaktadır (Singh, vd., 2021). Bu değişim ise zamanla örgüt kültürünün değişmesine yol açmaktadır. Dijital dönüşüme entegre olma çalışmaları, kaynaklardan daha verimli bir şekilde yararlanma, hız, dönüşüme uygun yeni ürün ve hizmetler ortaya çıkarma

yollarıyla firmaların kapasitelerini ve çok yönlü becerilerini arttırmaktadır (Vial, 2021). Dijitalleşme yoluyla veriler daha hızlı yakalanabilmekte ve anlamlı bilgilere dönüşebilmektedir. Ayrıca hem veriye daha kolay ve hızlı bir biçimde ulaşma, hem de örgüt kültürünün dönüşüme adapte olması yollarıyla anlamlı bilgiye dayalı hızlı karar verme yeteneği de artacaktır (Drnevich ve Croson, 2013). Bu da firmaların dönüşüme uyum sağlaması, esnek olması ve maliyet tasarrufu elde etmesi ile sonuçlanacaktır. Buna ek olarak, firmalar Twitter, Facebook ve Instagram gibi çeşitli kanallardan verileri de kolaylıkla çekebilmekte ve kendilerine rekabet avantajı sağlayacak şekilde kullanabilmektedirler. Dijitalleşmenin bir ürünü olan sosyal medya kanalları yoluyla müşterilere ve potansiyel müşterilere dokunarak etkileşimi arttırabilmekte ve bu kanallar aracılığıyla müşterilerin istek ve ihtiyaçlarına da gerçek zamanlı bir şekilde ulaşabilmektedirler (Vial, 2021).

Dijital dönüşüm sayesinde zaman ve mekân engeli çoğu durumda ortadan kalkmış bulunmaktadır. Bugün, birçok firma aynı zamanda ve mekânda bir araya gelmeye gerek duymadan aralarında bir alışveriş ve ticari ilişki oluşturabilmekte ve sürdürebilmektedir. Bu da firmaların mevcut kaynaklardan en üst düzey verimle faydalanmalarına olanak tanımaktadır. Firmalar dijital dönüşümden ve ortaya çıkan çeşitli kanallardan faydalanarak, tanıtım faaliyetlerini çok daha düşük bir bütçe ile yaygınlığı çok daha yüksek bir şekilde yürütebilmektedir (Singh, vd., 2021). Bugün birçok firma dijital dönüşümü, iş performansını iyileştirme ve iş süreçlerini genişleterek rekabet edebileceği alanı arttırma dolayısıyla bir zorunluluk olarak görmektedir (Sağlam, 2021).

Vial (2021), dijital teknolojilerin varlığının tek başına bir firmanın değer yaratmasına doğrudan etkisi olmayacağını, fakat değer yaratmanın yeni yollarını gösteren ve ortaya çıkmasını sağlayan çok önemli bir olgu olduğunu belirtmiştir (Markus ve Robey, 1988; Kane, 2014).

1.1.1.2.Dezavantajları

Literatürde sıklıkla söz edilen avantajlarının yanı sıra, dijital dönüşümün firmalar için dezavantaj olarak sayılabilecek bazı yönleri de bulunmaktadır. Dijital dönüşüm, doğası gereği yıkıcı olma özelliğine sahiptir (Karimi ve Walter, 2015). Vial (2019), dijital dönüşümü anlama konusundaki literatürü ve araştırma gündemini ele aldığı çalışmasında dijital dönüşümün ortaya çıkardığı üç tür bozulmadan

bahsetmektedir. Bunlardan ilki tüketici davranış ve beklentilerinin değişmesidir (Vial, 2019). Tüketicilerin özellikle mobil cihazlar yoluyla sosyal medya erişimi ile dijital teknolojilere sıklıkla dâhil olabilmeleri sebebiyle dijital dönüşüm, tüketici davranışlarını belirleme ve değiştirmede önemli roller oynamaktadır. Birçok sosyal medya kanalı ile bugün tüketiciler, markalar ve firmalar ile birebir etkileşim içerisine girebilmektedir (Kane, 2014; Yeow, Soh ve Hansen, 2018). Bu etkileşim ise hem pozitif, hem de negatif bağlamda değerlendirilebilmektedir. Özellikle müşteri katmanında bakıldığında oldukça pozitif görünen bu durum, firmalar açısından müşteri beklentilerinin artması ve karşılanmazsa rakip firmalara veya markalara rahatlıkla yönelebilmeleri şeklinde sonuçlanabilmektedir. Bu bağlamda, müşteri beklentilerini tahmin etmek günümüzde firmalar için bir zorunluluk halini almıştır (Vial, 2019). Dijital dönüşümün ortaya çıkardığı bir diğer bozulma türü olan rekabet ortamının değişimi ise, dönüşümün pazardaki rekabeti olumsuz anlamda değiştirdiğini öne süren yaklaşımı oluşturmaktadır (Mithas, Tafti ve Mitchell, 2013). Dijitalleşme, özellikle hizmet sektöründe (Barrett, Davidson, Prabhu ve Vargo, 2015) pazara yeni girecek oyuncular için kolaylaştırıcı bir ortam yaratırken, (Woodard, Ramasubbu, Tschang ve Sambamurthy, 2013), yerleşik oyuncuların sürdürülebilir olmasını olumsuz yönde etkileme potansiyeline sahiptir (Vial, 2021). Özellikle hizmet sektöründe çeşitli platformların ortaya çıkışı, mevcut pazarların sürekli yeniden tanımlanmasını zorunlu hale getirir ve var olan sanal platformların yerini engel olunamaz bir biçimde yenileri alır (Tiwana, 2015). Son bozulma türü olan verilerin kullanılabilirliğinin artması ise dijital teknolojilerin veri üretimini desteklemesi yoluyla ortaya çıkarılan verilerin kötüye kullanılabilme olasılığını ifade etmektedir (Vial, 2021). Özellikle kişilerin mobil cihaz kullanımı yoluyla bıraktığı dijital izler, firmaların kendi çıkarları için kullanılabilmekte veya diğer bir firmaya verilerin satışı yapılabilmektedir (Loebbecke ve Picot, 2015).

Verhoef vd. (2021), dijital dönüşümü çok disiplinli bir yansıma ve bir araştırma gündemi olarak incelediği çalışmasında, geleneksel firmaların dijital dönüşüm sürecinin, sektöre yeni katılan firmaların dijital dönüşüm sürecine göre daha dezavantajlı bir görünüm sergilediği sonucuna varmıştır. Bunun sebebinin ise, geleneksel firmaların yaygın olarak karlılığı finansal ölçüt olarak ele alırken, yeni girenlerin çoğunlukla karlılık yerine müşteri sayısı veya satış miktarı gibi büyüme rakamlarını finansal ölçüt olarak ele almaları olduğu belirtilmiştir (Verhoef, vd.,

2021). Geleneksel firmalar için de büyüme rakamları önemlidir, fakat karlılık her zaman daha önde gelmektedir. Bu firmaların var olan dezavantajlarını ortadan kaldırmak için iki ayrı hedefi de yerine getirmeleri gerekmektedir. Bunlardan ilki otomasyon yoluyla maliyetleri azaltmak, diğeri ise müşteri deneyimini geliştirme (Lemon ve Verhoef, 2016; Verhoef, Kannan ve Inman, 2015) yoluyla gelirleri büyütmektir (Verhoef, vd., 2021). Bu iki hedef göz önüne alındığında, geleneksel firmaların, start-up benzeri yeni girişimlerle dijital dönüşüme dahil olması önerilmektedir (Verhoef, vd., 2021; Christensen, Bartman ve Bever, 2016).

1.2.Endüstri 4.0

Dördüncü sanayi devrimi olarak da adlandırılan endüstri 4.0 kavramı, 21. yüzyılın en önemli olgularından biri kabul edilmiş ve tüm iş dünyasını bir dijital dönüşüm sürecine girmeye zorlamıştır (Ghobakhloo, 2020). Dördüncü sanayi devrimini ayrıntılı olarak incelemeden önce, endüstriyi bugünkü noktaya getiren diğer devrimleri incelemekte fayda vardır. Schwab (2016), birinci sanayi devrimini mekanik üretime geçiş çağı; ikinci sanayi devrimini seri üretime geçiş dönemi; üçüncü sanayi devrimini bilgisayar çağı ve dördüncü sanayi devrimini ise dijital çağ olarak tanımlamıştır. Tablo 1'de endüstriyel devrimlerin tarihsel aralıkları ve ana özellikleri görülmektedir.

Tablo 1. Endüstriyel Devrimler

Endüstriyel Devrimler	Tarih Aralığı	Temel Özellikler
Endüstri 1.0	18. yüzyılın sonu – 19. yüzyılın başı	Üretimde Su ve Buhar Gücünün Kullanımı
Endüstri 2.0	19. yüzyılın sonu – 20. yüzyılın başı	Seri Üretim, Montaj Hattı, İş Bölümü, Elektrik Enerjisi
Endüstri 3.0	20. yüzyılın ikinci yarısı	Bilgi Çağı (Bilgisayarlar), Otomatik Üretim
Endüstri 4.0	21. yüzyılın başı	Nesnelerin İnterneti, Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Yapay Zekâ, Robotlar
Endüstri 5.0	Gelecek	İnsan-Robot İşbirliği, Yüksek Düzeyde Kişiselleştirme, Yenilenebilir Kaynaklar

Kaynak: Demir, Döven ve Sezen, Industry 5.0 and human-robot co-working, Procedia computer science, 2019, s.689.

Shahbakhsh, Emad ve Cahoon, Industrial revolutions and transition of the maritime industry: The case of Seafarer's role in autonomous shipping., The Asian Journal of Shipping and Logistics. 2022, s.11.

Sharma ve Singh, Evolution of industrial revolutions: A review, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 2020, s.71.
Speringer, ve Schnelzer, Differentiation of Industry 4.0 models, The 4th Industrial Revolution from Different Regional Perspectives in the Global North and Global South, 2019, s. 3.

18. yüzyılın sonlarında başlayıp, 19. Yüzyılın başlarında son bulan Endüstri 1.0, yani birinci sanayi devrimi, temel olarak buhar gücünün kullanımı ve üretimin mekanizasyonuna dayanmaktadır (Vinitha, Prabhu, Bhaskar ve Hariharan, 2020). Endüstri 1.0 terimi, ilk olarak Alman-Fransız diplomat Louis-Guillaume Otto tarafından yazılan bir mektupta geçmektedir ve bu devrime Birleşik Krallık öncülük etmiştir (Özdoğan, 2017). Birçok topluluğu derinden etkilemiş olan bu olgu, esasen geleneksel üretim yöntemlerine su ve buhar gücünün eklenmesine dayanmaktadır (Demir, Döven ve Sezen, 2019). Buhar gücü, bu devrimden önce de biliniyordu, fakat endüstriyel alanda kullanılması bu devrim sonrasında gerçekleşmiştir. Temeli buhar gücü ve su gücüne dayanan bu devrim ile insan gücü temeline dayanan üretim yöntemleri, makine gücüne doğru kaymıştır. Bu gelişme, sonraki sanayi devrimleri için de bir taban oluşturmuş ve verimliliği oldukça yüksek oranda arttırmıştır. Kas gücünün yerini mekanik gücün alması, hız ve verimliliği yüksek oranda arttırmıştır. Bu dönemde, öncelikle buhar ve su gücü ile çalışan makinelerin icadı ile pamuktan ve yünden iplik üretiminde kas gücünün yerini mekanik güç almış ve bu şekilde sanayileşme faaliyetleri başlamıştır (Sarı, 2020). Daha sonra bu gelişim tüm sanayi kollarına yayılmıştır ve tarım, ulaştırma, iç ve dış ticaretin artışı, nüfus artışı ve kentleşmenin yaygınlaşması gibi birçok alana etki etmiştir (Sarı, 2020). Sanayi devrimi öncesi dönemde, kas gücü ile sınırlı sayıda ürünlerin üretilmesi mümkün olduğundan, ülkeler arası dış ticaret faaliyetleri oldukça sınırlıydı. Sanayi devrimi sonrası üretimin yüksek oranda artması, talebin de artmasına ve dış ticaret faaliyetlerinin yoğunlaşmasına yol açmıştır. Bu dönem, çıkrık makinesi gibi basit üretim makineleri icat edilmiş, enerji kaynağı olarak kömür kullanımı artmış, çelik önemli bir hammadde olarak kullanılmış ve bunlara bağlı olarak ulaşım ağları da gelişmeye başlamıştır (Demirdöğen, 2021). İngiltere'de özellikle pamuk endüstrisinin mekanik üretimi ile başlayan sanayi devrimi olgusu, zamanla fabrikaların kurularak seri üretime geçilmesinin de önünü açmıştır.

19. yüzyılın sonlarında başlayan ikinci sanayi devrimi, birinci sanayi devriminin devamı ve gelişimi niteliğinde olup, üretimin hacim, ürünlerin ise çeşitlilik

olarak geliştiği dönemi işaret etmektedir (Yin, Stecke ve Li, 2018). Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin öncülük ettiği (Von Tunzelmann, 2003) ikinci sanayi devrimi döneminde öne çıkan yenilikler; elektrik gücünün kömürden, çeliğin ise demirden daha fazla önem kazanması ile elektrik, elektronik cihazlar ve mekaniğin, üretim ve ulaşım ağlarının gelişimi şeklinde belirtilebilir (Yin, vd., 2018; Adıgüzel, 2019). Üretim organizasyonlarının doğasındaki değişim, bu dönem için vurgulanması gereken başlıca konulardan biri olmalıdır (Mokyr ve Strotz, 1998). İkinci sanayi devrimi ile büyük ölçek ekonomileri yakalanmış ve endüstriyel büyüme yaşanmıştır. Endüstri 2.0'ın dönüm noktalarından biri, "Yönetimin Babası" olarak anılan Frederick Taylor'un modern yönetim teorisi üzerine yayınlanmış olan Bilimsel Yönetim İlkesi'dir. Çalışan performansı, verimliliği ve etkinliğini arttırma (Adem, Yılmaz Kara, Çakıt ve Dağdeviren, 2022), daha demokratik ve yaratıcı iş ortamları yaratma (DeWinter, Kocurek ve Nichols, 2014) üzerine odaklanan Bilimsel Yönetim İlkeleri, üretim ve yönetim alanlarında bir dönüşüm yaratmıştır. Ürün çeşitliliği ve üretim miktarları artarken, üretim maliyetlerinin de düşürülmesi baskısı meydana gelmiştir (Sarı, 2020). Yine bu dönemde, bugün hala kullanmakta olduğumuz telefon, telsiz, telgraf ve radyo gibi iletişim araçları ile içten yanmalı motorlar ve otomobiller ortaya çıkmıştır. Hendry Ford'un Fordist üretim sistemi ile kitlesel üretim anlayışı, yine bu dönem için oldukça önemli kabul edilir (Demirkol ve Özcan, 2018). Birinci sanayi devriminde buhar gücü ve buradan yola çıkılan icatlar ön planda olurken, ikinci sanayi devriminde elektrik gücü ve elektrik temelli icatlar ön plandadır (Sarı, 2020). Thomas Edison tarafından ışığın icat edilmesiyle, insan yaşamı da kökten değişmiş, şehirleşme artmış ve fabrikalar büyümüştür (Sarı, 2020). Buradan yola çıkılarak, Endüstri 2.0'ın insan yaşamını kökten değiştirdiğini söylemek de mümkün olacaktır.

1970'lerde başlayıp, 2000'lere kadar devam eden üçüncü sanayi devrimi, Amerika Birleşik Devletleri ve Doğu Asya ülkelerinde (Von Tunzelmann, 2003) başlayıp, tüm dünyaya yayılmış ve temelde üretim süreçlerine otomasyon sistemlerinin dâhil olmasına dayanmıştır (Apilioğulları, 2018). Bilgi devrimi veya dijital devrim (Fitzsimmons, 1994) olarak adlandırılan ve bilgisayar çağına girişi ifade eden bu dönem, öncelikle işletmelerin çalışma şekillerini ve tüm sektörleri derinden etkilemiştir. Bu durum, 1970'lerin sonlarında kişisel bilgisayarların piyasaya sürülmesiyle, firmalar ve tüketicilerin bilgi işlem teknolojisini çeşitli yollarla kullanmaya başlamasıyla birlikte ortaya çıkmış ve yaygınlaşmıştır (Daemmrich,

2017). Daha sonra, bu dijital teknolojiler ve bilgisayarlaşma, fabrikalarda, ofislerde ve evlerdeki çeşitli cihazlara yayılmış, özellikle otomatik üretim, veri depolama ve veri dağıtımı gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Daha önce manuel yöntemlerle yapılan çeşitli hesaplamalar ve çeşitli işler, bilgisayar kullanımı ile birlikte son derece hızlı bir hal almış, bu da daha az zamanda, daha çok iş yapma tarzıyla çalışma şeklini tamamen değiştirmiştir (Daemmrich, 2017). Bu durum çeşitli icatlara ve zaman içinde rekabetin ön plana çıkmasına sebep olmuştur. Firmalar gibi ülkeler de Araştırma ve Geliştirme (Ar&Ge) yatırım ve faaliyetleriyle rekabet etmeye başlamıştır (Gerybadze ve Reger, 1999). Bunlara ek olarak üçüncü sanayi devrimi, "Yeşil Sanayi Devrimi", "Verimlilik Devrimi" gibi farklı adlarla anılan büyük bir değişimi ifade etmektedir (Janicke ve Jacob, 2013). Üretim sistemlerinin dijitalleşmesi, zaman içerisinde fosil yakıt kullanımına dayalı olarak sürdürülen üretim faaliyetlerinde iklim değişikliği ve aşırı üretim ve tüketimin ekosisteme verdiği zararlar konusunu da bu dönemde gündeme getirmiştir (Davutoğlu, 2020). Güneş, biyokütle, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artışına ilişkin gündem, yine bu sanayi devrimi içerisinde anılmakta ve etkisi hala devam etmektedir.

Üretimde gelişmiş dijitalleşme temelinde, internete dayalı teknolojilerin ve akıllı nesneler olarak adlandırılan makinelerin ve ürünlerin geleceğe yönelik birleşimi, sanayi üretiminde yeni bir temel paradigma yaratmıştır (Lasi, Fettke, Kemper, Feld ve Hoffmann, 2014). Bu eksende, 21. yüzyılın başlarında dünya, endüstri 4.0, sanayi 4.0 veya 4. endüstriyel devrim olarak adlandırılan iş dünyasının dijital dönüşümüne tanıklık etmiştir (Ghobakhloo, 2020). İlk olarak 2011 yılında, Almanya Hannover Fuarı'nda anılan ve temelde sanayi-teknoloji bütünleşmesini ifade eden endüstri 4.0, bir dijital dönüşüm olarak dünya çapında sanayicilerin ve Almanya başta olmak üzere özellikle tüm Avrupa ülkesi hükümetlerinin dikkatini çekmiş ve bugün de gündemde olmaya devam eden bir konudur (Ghobakhloo, 2018). Endüstri 4.0, 2013 yılında Alman hükümeti tarafından Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020 Eylem Planının bir parçası olarak belirlenen 10 'Geleceğin Projesi' arasında yer almıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve veri depolamanın gelişmesiyle desteklen endüstri 4.0, uygulayıcıların olduğu kadar, akademisyenlerin de ilgisini çekmektedir. Olsen ve Tomlin (2020), endüstri 4.0'a bağlı teknolojileri ve bu alandaki araştırma fırsatlarını ve zorlukları ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Benzer bir şekilde, Ghobakhloo (2020), temel endüstri 4.0 teknolojilerini tanıtarak, endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik

fonksiyonlarını sistematik olarak belirlemiştir. Xu, Xu ve Li (2018), çalışmasında öncelikle endüstri 1.0'dan 4.0'a gelene kadarki evrimi açıklamış, daha sonra ise Endüstri 4.0 teknolojilerini ve zorlukları incelemişlerdir. Rahman, Hamid, Lirn, Kalbani ve Sahin (2022), lojistik endüstrisine odaklanarak, Körfez İşbirliği Konseyi (Gulf Cooperation Council (GCC)) bölgesinde, endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesini sistematik olarak incelemişlerdir. Araştırma sonucunda ise endüstri 4.0 teknolojilerinin GCC ülkelerinin lojistik endüstrileri tarafından benimsenmesinin hala gelişme aşamasında olduğu belirlenmiştir.

Sürdürülebilirlik ve artan rekabet sebebiyle ayakta kalma kaygısı, akademisyenleri ve uygulayıcıları yeni stratejiler geliştirmeye ve tedarik zinciri yeteneklerini iyileştirmeye doğru yöneltmektedir. Bu doğrultuda, Sharma, Mehtab, Mohan ve Mohd Shah (2022) çalışmalarında, endüstri 4.0 teknolojilerinin tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ve tedarik zinciri performans ölçümleri üzerindeki aracı etkisini incelemiştir. Hindistan'daki üretim kuruluşlarına anket yöntemi uygulayarak, endüstri 4.0 teknolojilerinin tedarik zinciri performans ölçümlerini önemli ölçüde olumlu etkilediği sonucuna varmışlardır. Endüstri 4.0 teknolojileri, üretimde verimliliği desteklemekte ve sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarına da olumlu katkılar sağlamaktadır. Ancak endüstri 4.0 kavramının benimsenmesi ve teknolojilerinin hayata geçirilmesi, gelişmekte olan ülkelerde daha az rastlanan bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır (Jayashree, Reza, Malarvizhi, Gunasekaran ve Rauf, 2022). Bu bağlamda, Jayashree vd. (2022), Malezya'da Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerden (KOBİ) topladıkları veriler ile bir nicel çalışma gerçekleştirmişler ve endüstri 4.0 temelli dijital dönüşüm ile KOBİ'ler arasında üretim ve sürdürülebilirlik ilişkisinin geliştirilmesi için bir model ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda, bilgi teknolojilerine dayalı kaynakların, üst yönetimin liderliğinin, ekip çalışmasının ve dış desteklerin endüstri 4.0'ın benimsenmesi ve sürdürülebilirliği açısından önemli olduğu, piyasa baskısının ise önemli olmadığı belirlenmiştir.

Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik ilişkisi ile ilgili literatüre bakıldığında, endüstri 4.0 teknolojilerinin en çok ekonomik sürdürülebilirlik bağlamında incelendiği açıkça görülmektedir (Grybauskas, Stefanini ve Ghobakhloo, 2022). Ekonomik bağlamdan sonra ise, endüstri 4.0'ın çevresel bağlamda yaygın olarak incelendiği, fakat literatürde sosyal sürdürülebilirlik alanında daha az sayıda çalışmanın yer aldığı

belirlenmiştir (Grybauskas, vd., 2022). Buradan yola çıkarak Grybauskas, vd. (2022), sistematik bir literatür taraması yaparak, endüstri 4.0'ın sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini makine öğrenimine dayalı bir analiz ile yürütmüşler ve mevcut boşlukları vurgulayarak gelecek çalışmalara katkılar sunmuşlardır. Son yıllarda sürdürülebilir kalkınma ve endüstri 4.0 yeniliklerinin ilişkisi daha fazla ilgi çekmeye başlamış, fakat hala bu iki olgunun ilişkisi istenilen düzeyde bir bilinirliğe ulaşmış değildir. Bu boşluk göz önüne alınarak, Piccarozzi, Silvestri, Aquilani ve Silvestri (2022), endüstri 4.0 ve sürdürülebilirliğin üç boyutu (ekonomik, sosyal ve çevresel) inceleyerek sistematik bir literatür taraması yapmışlardır. Böylece endüstri 4.0 teknolojilerinden kaynaklı yeniliklere, bu yeniliklerin sürdürülebilirliğin her boyutu üzerindeki etkilerine ve buradan çıkarılabilecek fırsatlara ışık tutmuşlardır. Endüstri 4.0'ın sürdürülebilir üretim için sunduğu fırsatlara ilişkin beklentiler son yıllarda oldukça güçlenmiştir, ancak endüstri 4.0 teknolojilerinin ve sürdürülebilirliğe hangi şekillerde katkı sunabileceğinin tam olarak anlaşılmaması konusu verimliliğin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Ching, Ghobakhloo, Iranmanesh, Maroufkhani ve Asadi (2021), çalışmalarında endüstri 4.0 temelli teknolojilerin, sürdürülebilirliğin her üç boyutunu da destekleyebilecek ve kolaylaştırabilecek şekilde nasıl kullanılabileceğini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır.

1.2.1. Endüstri 4.0 Teknolojileri

Akıllı ve otonom üretimin bir paradigması (Bai, Dallasega, Orzes ve Sarkis, 2020) olan endüstri 4.0, sistemlerin daha esnek ve mevcut durumlara kolay adapte olabilme becerisini ifade etmektedir (Pires, Cachada, Barbosa, Moreira ve Leitão, 2019). Bu beceri ile firmalar, daha karlı iş modellerine geçiş, uzun vadede yüksek verimlilik ve kalite gibi faydalar elde edebilmektedir (Hofmann ve Rüsch, 2017). Bu mevcut ve potansiyel faydaları göz önüne alındığında endüstri 4.0 ve getirdiği teknolojik dönüşüm, uzun yıllardır araştırmacıların ve uygulayıcıların ilgisini çekmektedir (Liao, Deschamps, Loures ve Ramos, 2017).

Literatürde endüstri 4.0 kaynaklı dönüşüme bağlı olarak ortaya çıkan birçok teknolojiden bahsedilmektedir. Birçok akademik yayın ve kaynaktan elde edilen çeşitli endüstri 4.0 teknolojileri aşağıdaki başlıklarda tek tek ele alınmaktadır.

1.2.1.1.Katmanlı Üretim (3D Baskı)

Endüstri 4.0 süreci, akıllı üretim sistemlerinin ve gelişmiş bilgi teknolojilerinin entegrasyonunu beraberinde getirmektedir (Dilberoglu, Gharehpapagh, Yaman ve Dolen, 2017). Bu sürecin önemli bir bileşeni olan ve 3 boyutlu baskı olarak da bilinen katmanlı üretim, herhangi bir ürünün prototipini oluşturma sürecinde çeşitli plastik veya metal malzemeleri katmanlar halinde birleştirerek üç boyutlu fiziksel bir nesneye dönüştüren bir dizi teknolojiyi ifade etmektedir (Elnadi ve Abdallah, 2023; Ardito, Petruzzelli, Panniello ve Garavelli, 2018; Culot, Orzes, Sartor ve Nassimbeni, 2020; Dalmarco, Ramalho, Barros ve Soares, 2019). Endüstri 4.0 dönüşümü, içerisinde birçok teknolojiyi barındırmaktadır, ancak direkt olarak üretim operasyonu ile ilgili olan tek teknoloji, katmanlı üretim teknolojisidir.

Katmanlı üretimde gerçekleştirilen dijital operasyon, bilgisayar destekli tasarım yoluyla modeller oluşturulması, oluşturulan tasarımın katmanlara ayrılarak dilimlenmesi ve üretilmesi sürecini içerir (Butt, 2020). İlk 3 boyutlu baskı teknolojisi olan Stereolitografi, 1980'lerde ortaya çıkmış, hızlı bir prototip yaratma aracı olarak kullanıma geçmiştir (Butt, 2020). Zaman içerisinde, 3 boyutlu baskı yöntemleri artmış ve kullanılan materyaller ile üretilen ürünler gelişim göstermiştir.

Hammaddeleri çeşitli süreçlerden geçirerek nihai ürüne çeviren üretim zinciri, var olan üretim faktörlerini bir ürüne dönüştürmek için tasarım, planlama, üretim ve satış gibi birçok adımı gerektirmektedir (Horst, Duvoisin ve de Almeida Vieira, 2018). Katmanlı üretim teknolojisi sayesinde üretim şirketleri, yeni ürün tasarlama ve daha küçük partiler halinde üretme yeteneklerini geliştirerek, artan ve değişen müşteri ihtiyaç, istek ve taleplerini, karşılanması daha kolay ve daha hızlı hale getirmeyi başarmışlardır (Elnadi ve Abdallah, 2023).

Endüstri 4.0'ın önemli teknolojilerinden biri olan katmanlı üretimin faydası sadece hız ile sınırlı değildir. Katmanlı üretimin tasarım, planlama, üretim ve satış gibi adımların tümünde bir dönüşüme yol açması, üretim zinciri sürecinin de dönüştüğü anlamını taşımaktadır. Üretim firmaları, farklı şekillere ve geometrilere sahip ürünleri kolayca tasarlayıp, üretebilmektedir ve bu da ürünlerin büyük maliyetlerle depolamasına ihtiyaç bırakmadan pazara arz edilmesini sağlamaktadır (Horst, vd., 2018). Ayrıca geleneksel üretim süreçleri ile kıyaslandığında, üretim döngüsü sürecinin daha kısa olması, daha az hammadde kullanılması, tutulan stok miktarının

daha az olması dolayısıyla daha az atık ürettiğinden, çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir (Frank, Dalenogare ve Ayala, 2019). Günümüzde temel olarak otomotiv, havacılık ve biyomedikal başta olmak üzere birçok sektörde kullanılmakta olan katmanlı üretim teknolojisi, ihtiyacın seri üretimden, özel üretime doğru kayması sebebiyle yakın gelecekte diğer birçok endüstride de kullanılacaktır (Horst, vd., 2018).

1.2.1.2.Yapay Zekâ

Birinci sanayi devriminden bu yana, üretim sektöründe maliyetleri azaltma, ürün kalitesini ve verimliliği arttırma yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Temelde siber-fiziksel sistemler ve çeşitli teknolojilere dayanan endüstri 4.0 çağında, veri kullanımına dayalı verimli karar verme oldukça önem taşımaktadır (Jan, vd., 2022). Yapay zekâ teknolojisi çeşitli dijital teknolojiler aracılığıyla toplanan büyük miktarda veri ile birleştirildiğinde, endüstri 4.0'ın dayanaklarından biri olan siber-fiziksel sistemleri oluşturan yapının temel taşlarından biri oluşmuş olur (Jan, vd.,2022). Görüntü ve dili işleme, makine öğrenimi gibi bilişsel yeteneklere sahip olan yapay zekâ (Lee, Davari ve Pandhare, 2018) verileri tanımlamak, öğrenmek, yorumlamak ve analiz etmek için bilgisayarları kullanarak, insanın sahip olduğu doğal zekâyı taklit ermektedir (Tang ve Veelenturf, 2019).

Daha önce bir bilim kurgu öğesi olan ve modern dünyaya olası etkilerinin tartışıldığı yapay zekâ teknolojisi, bugün günlük hayatımızın bir parçası haline gelmiş durumdadır (PK, 1984). Yabancı dil çevirileri, çeşitli sağlık hizmetleri, sesli yardım ve navigasyon, çevrimiçi alışveriş gibi günlük yaşamımıza dâhil olan çeşitli alanlarda yapay zekâdan bahsedebilmek mümkündür. Yapay zeka, günlük yaşamın yanı sıra, çeşitli operasyonların da ayrılmaz bir parçası haline gelmeye başlamıştır. Baidu, Tesla, Alphabet, Nvidia, Enlitic, Facebook, Didi Chuxing, Microsoft, Fanuc, Improbable, Bosch, Line ve IBM gibi başarılı birçok yapay zekâ firması mevcuttur.

Yapay zekâ araç ve teknikleri, dünyada birçok endüstride kullanılmaktadır. Üretimde kullanılan cihazların birçoğu veri yakalayabilme ve kullanabilme özelliğe sahiptir. Bu verilerin analiz edilmesi ve kullanılması firmanın karar verme kabiliyetini iyileştirecek ve ona rekabet avantajı kazandıracaktır. Ayrıca, yapay zekâ ile desteklenmiş bir üretim hattı, üretimde esneklik, müşteri talebini karşılamada hızlanma ve verimlilik artışı gibi avantajları da destekleyecektir (Naveenkumar, 2021).

Bu da özellikle ekonomik bağlamda sürdürülebilir kalkınmanın ancak yapay zekâ teknolojisi ile sağlanabileceğini işaret etmektedir.

1.2.1.3.Arttırılmış Gerçeklik

Arttırılmış gerçeklik kavramı, gerçek dünyada üretilen çeşitli görüntülerin, ses, ışık, grafik ve GPS gibi verilerle zenginleştirilerek yeni bir gerçekliğe kavuşmasını ve kullanıcı deneyimine sunulmasını ifade eder (Paelke, 2014). 1968 yılında Ivan Sutherland arttırılmış gerçeklik görüntüleme sistemini yaratmıştır (De Pace, Manuri ve Sanna, 2018). Bu tarihten yaklaşık 20 yıl sonra, Boeing şirketinde çalışan iki bilim adamı olan Tom Caudell ve David Mizell, şirketin üretim sürecinde kullanmak üzere bir arttırılmış gerçeklik sistemi geliştirmişlerdir (Thomas ve David, 1992). 1994 yılında ise Milgram ve Kishino, gerçek alan, sanal alan ve karma alanın ilişkisini ortaya çıkarmışlardır. ARToolKit (Augmented Reality Tool Kit) yani Artırılmış Gerçeklik Araç Kiti, Hirokazu Kato tarafından bir yazılım geliştirme aracı ve kütüphanesi olarak geliştirilmiştir (İçten ve Bal, 2017). 2000'li yıllara geçiş ve mobil cihaz kullanımının arttırılmasıyla birlikte, arttırılmış gerçeklik uygulamaları oldukça hız kazanmış ve yaygınlaşmıştır.

Fiziksel dünyaya grafiksel, görsel ve işitsel katmanlar ekleyen teknolojik gelişme olan arttırılmış gerçeklik (Post, 2016), temel olarak gerçek ve sanal dünyayı birleştirmek, gerçek zamanlı etkileşim yaratmak ve üç boyutlu kayıt yapmak için kullanılmaktadır (Sharma, vd., 2022). En temel haliyle bir arttırılmış gerçeklik sistemi, gerçek ve sanal görüntülerin bütünleştiği bir ekran, etkileşimli grafikler oluşturan bir bilgisayar ve bir takip sistemini içerisinde barındırmaktadır (Sharma, vd., 2022). Bu şekilde soyut kavramları görülebilir hale getirmesiyle, birçok alanda kullanılabilmesi ve nihai kullanıcılara sayısız faydalar sağlaması mümkündür.

Arttırılmış gerçeklik kavramının nihai kullanıcılar için olduğu kadar işletmeler için de faydaları mevcuttur. Müşteri katılımı ve pazarlama gibi şirket dışı; tasarım, iş birliği ve süreç verimliliği gibi şirket içi faaliyetlerde verimlilik sağlayarak katma değer yaratılmasına yardımcı olması bu faydalar arasında sayılabilir (van Lopik, Sinclair, Sharpe, Conway, West 2020). Arttırılmış gerçekliğin firma içerisinde bir bilgi paylaşım aracı olarak kullanılması, firma sistemlerine esneklik kazandıracak ve işletme büyümesini destekleyerek kaynaklara erişimini hızlandıracaktır (Nason ve Wiklund, 2018).

1.2.1.4.Otonom Robotlar (Robotik)

Endüstri 4.0'ın en belirgin teknolojilerinden biri olarak sayılabilecek otonom robotlar, insan ile iş birliği içinde olan, fakat insan yardımı olmadan çeşitli operasyonları gerçekleştirebilme yeteneğine sahip ve bulunduğu ortamı algılayarak hareket eden teknolojiler olarak tanımlanabilir (Bibby ve Dehe, 2018). Elektronik otonom robotlar, ilk kez 1950 yılında William Gery Walter tarafından üretilmiş (Bladin, 2006) ve bugünkü robotların gelişimine yön vermiştir. Endüstri 4.0'ın doğasında bulunan, her şeyin otomatikleştirilmesi, daha hızlı ve verimli hale getirilmesine öncülük eden otonom robotlar, bugün özellikle üretim olmak üzere birçok alanda ve birçok sektörde aktif olarak kullanılmaktadır (Goel ve Gupta, 2020). Verilen görevi tanımlanan süre içerisinde yerine getirmesi, esnek olması ve diğer robotlar ile iş birliği içerisinde çalışabilmesi otonom robotların başlıca özellikleri arasında sayılabilir (Vaidya, Ambad ve Bhosle, 2018).

Rekabet etmenin giderek zorlaştığı günümüz iş ortamında işletmeler hız, verimlilik, hatasızlık, müşteri memnuniyeti gibi bileşenleri kullanmak ve bu bağlamda doğru bir strateji izlemek zorundadır (das Neves, Marins, Akabane ve Kanaane, 2015). Ayrıca değişen müşteri istek ve talepleri, hızlı tüketim anlayışı ve daha kısa ürün yaşam döngüleri ile sonuçlanmakta ve bu da işletmeleri kişiselleştirilmiş ürünleri daha hızlı ve daha az maliyetli üretmeye zorlamaktadır (Cottyn, Van Landeghem, Stockman ve Derammelaere, 2011). Dolayısıyla üretim, otonom robotların en çok kullanıldığı alanların başında sayılabilir. Üretimde kalite denetimi ve hataların ortaya çıkarılması da otonom robotların üretim endüstrisindeki en önemli görevlerinden biridir. Ayrıca, üretimde insanın fiziksel olarak kaldıramayacağı yükleri kaldırabilmesi ve işlem yapabilmesiyle robotlar, daha efektif çalışmayı sağlayabilmektedir (Rosin, Forget, Lamouri ve Pellerin, 2020). Üretime ek olarak robotlar, sağlık hizmetlerinde, paketlemede, madencilikte, askeri güvenlik alanında, tarımda, süpermarketlerde ve daha birçok alanda kullanılmakta ve verimliliğe katkıda bulunmaktadır (Goel ve Gupta, 2020).

1.2.1.5.Büyük Veri Analitiği

"Büyük Veri", kökenleri belirsiz olmakla birlikte, 1990'ların ortasında ortaya çıkan ve 2011 yılında ise yaygınlaşma gösteren bir terimdir (Gandomi ve Haider, 2015). Büyük veri kavramı literatürde faklı şekillerde tanımlanmaktadır. Laney (2001)

büyük veriyi, çok yüksek miktarda olması dolayısıyla hacim, gerçek zamanlı olarak yaratılmasıyla hız, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış veya yapılandırılmamış olabilirliğiyle çeşitlilik olmak üzere üç karakteristik özellik çerçevesinde şekillendirmiştir. Mayer-Schonberger ve Cukier (2013), kapsamlılık, Boyd ve Crawford, (2012) ilişkisellik ve Marr (2014) ise gerçeğe uygunluk niteliklerini büyük veri terimine dayandırmışlardır (Kitchin ve McArdle, 2016).

Yukarıdaki tanımlar çerçevesinde şekillenen büyük veri kavramı, günümüz rekabet şartlarında verileri zamanında ve değerli bilgilere dönüştürmesi (Gokalp, Kayabay, Akyol, Eren ve Koçyiğit, 2016) sebebiyle firmalar için hayati önem taşımaktadır. Değerli bilgilere dönüşmüş olan ham verileri firmalar çeşitli karar alma alanlarında ve süreçlerin optimize edilmesinde sıklıkla kullanmaktadır. Khan, Wu, Xu ve Dou (2017), endüstriyel büyük veri kullanımının üretim süreçlerinde verimlilik elde etmek için bir zorunluluk haline geldiğini belirtmiş ve bu bağlamda tahmin yapma, proje planlama ve çeşitli algoritmaları yazma anlamında büyük verinin kullanılmasının faydalarından bahsetmişlerdir. Bir firmanın, verileri çeşitli analitik yöntemleri kullanarak faydalanabileceği hale dönüştürmesine olanak tanıyan büyük veri (Ramadan, Shuqqo, Qtaishat, Asmar ve Salah, 2020), firmaların rekabet edebilirliğini destekleyerek, uzun vadede ekonomik sürdürülebilirliği de sağlamaktadır (Maroufkhani, Wagner, Wan Ismail, Baroto ve Nourani, 2019).

Bilgi teknolojilerinin kullanımı, bir firmanın fırsat ve tehditleri hızlı bir şekilde algılaması ve harekete geçmesi anlamına gelen (Ghasemaghaei, Hassanein ve Turel 2017) çevikliğini arttırmada kilit unsurların başında gelmektedir (Liu, Ke, Wei ve Hua, 2013). Büyük veri analitiği de bilgi teknolojileri kullanımının en önemli öğelerinden biri olarak, doğru ve kullanılabilir verileri sağlaması ve bir firmanın hızlı karar alma yeteneklerini geliştirmesi yönüyle, çevikliğe önemli bir katkıda bulunmuş olur (Akter, Wamba, Gunasekaran, Dubey ve Childe, 2016).

1.2.1.6.Blok Zinciri

Blok zinciri teknolojisi ilk olarak, Stuart Haber ve W. Scott Stornetta tarafından 1990 yılında ortaya koyulmuş ve ilk kez 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından dijital para birimi Bitcoin'in kurulması ile uygulamaya koyulmuştur (Bamakan, Motavali ve Bondarti, 2020). Bundan sonra ise birçok alanda ve birçok sektörde uygulama alanı bulmuştur. Tedarik zinciri çözümleri, sağlık hizmetleri, gıda güvenliği,

finansal işlemler, e-ticaret gibi alanlar bunlardan bazılarıdır (Kayikci, Subramanian, Dora ve Bhatia, 2022).

Blok zinciri temelde güvenli bir çevrimiçi kayıt defteridir (Chen, Bulysheva ve Kataev, 2022) ve verileri merkezi olmayan, şeffaf, kronolojik olarak sıralı, değiştirilemez, kuruluşlar arası paylaşılabilir, bütünlüğü korunabilir bir şekilde depolamayı sağlar (Bodkhe, vd., 2020). Bu özellikleri sebebiyle birçok büyük ölçekli kuruluşta ve üretim tesisinde ve çeşitli şirketlerarası anlaşma ve sözleşmelerde sıklıkla kullanılır (Mohamed ve Al-Jaroodi, 2019). Blok zincirinde her blok verilerden oluşur ve bloklar şifreleme algoritmaları yoluyla (Zyskind ve Nathan, 2015) birbirine bağlıdır, yeni bir veri eklenmesi durumunda zincire de yeni bir bağlantı eklenir ve zincir, bütünlük oluşturan bir veri tabanı halini alır (Bodkhe, vd., 2020).

Endüstri 4.0 çağı içerisinde önemli teknolojilerden biri olan blok zinciri, güvenli veri takibi ve bilgi alışverişi (ElMamy, Mrabet, Gharbi, Jemai ve Trentesaux 2020) sağlayarak, insan faktörünü ve insana bağlı hataları da azaltır (Chen, vd., 2022). Ayrıca, sisteme dâhil olan yetkili her kişinin kaydedilen tüm işlemlere şifreler yoluyla erişebilmesi, fakat hiç kimsenin herhangi bir değişiklik yapamaması özellikleri ile şeffaflığı ve izlenebilirliği önemli ölçüde destekler ve böylece kuruluş içerisinde güçlü bir denetleme mekanizması oluşturulmasına yardımcı olur (Alladi, Chamola, Parizi ve Choo, 2019; Mohamed ve Al-Jaroodi, 2019). Belirtilen tüm bu özellikleri doğrultusunda blok zinciri teknolojisinin, yakın gelecekte tüm sektörlere hızla yayılması beklenmektedir (Javaid, Haleem, Singh, Khan ve Suman, 2021).

1.2.1.7.Bulut Bilişim

Bir endüstri 4.0 teknolojisi olarak bulut bilişim, çok büyük miktarlarda verilerin depolanmasını sağlayan (Velásquez, Estévez ve Pesado, 2018), hizmet odaklı bir bilgi işlem kapasitesini ifade eder (Molano, Lovelle, Montenegro, Granados ve Crespo, 2018). Bulut bilişim, bilgi teknolojisi altyapısı satın almak yerine kiralama yoluyla hesaplama, depolama, çeşitli ağ yazılımları ve donanımların sağladığı kolaylıklardan faydalanmayı mümkün kılar (Aceto, Persico ve Pescapé, 2020). Kiralama yoluyla elde edilmesiyle bilgi teknolojisi altyapısına yapılan yatırımın azalması ise herhangi bir endüstri kolundaki bir işletmenin, yatırımlarını başka alanlara kaydırmasına, değişikliklere daha hızlı ve çevik bir şekilde yanıt vermesine ve birçok açıdan daha esnek olmasına olanak tanır (Velásquez, vd., 2018; Thames ve

Schaefer, 2016). Bu avantajlarının yanı sıra, Mirashe ve Kalyankar'a göre (2010) bulut bilişimin, performans geliştirme, veri güvenliğini ve hesaplama gücünü arttırma, güncel olma ve verilere evrensel erişim gibi avantajları da mevcuttur. Ayrıca, internet yoluyla bulut teknolojisi iki veya daha fazla cihazın birbirlerine fiziksel olarak yakın olmalarına gerek olmaksızın iletişim kurmalarını ve koordineli hareket edebilmelerini de sağlar (Frank, vd., 2019).

Bulut bilişim başta akıllı üretim olmak üzere, sağlık, eğitim, ulaştırma, iş ve yönetim gibi birçok sektörde kullanılmakta ve bu sektörlere büyük avantajlar ve kullanım kolaylıkları getirmektedir (Özsoylu, 2017). Söz konusu teknolojinin kullanımının artması ve sektörlere yayılmasıyla, yakın gelecekte bilgisayar hard disklerinin kullanımı yerine, tamamen bulut sunucularına geçilmesi öngörülmektedir (Soylu, 2018). Bu durum ise üretim sistemlerinin ve çeşitli uygulamaların takip ve kontrolünü kolaylaştıracaktır.

1.2.1.8.Siber Güvenlik

Endüstri 4.0 çağına girilmesi ve birçok üretim tesisi ve çeşitli organizasyonun endüstri 4.0 teknolojilerini kullanması, siber güvenlik sorunlarını ve siber güvenlik ile ilgili endişeleri de beraberinde getirmiştir (Lezzi, Lazoi ve Corallo, 2018). Siber güvenlik temelde, endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği dijital dünya içerisinde kurumsal firmaları çeşitli bilgisayar ağları ve yazılımlara olan yetkisiz erişimlerden korumayı amaçlamaktadır (Culot, Fattori, Podrecca ve Sartor, 2019).

Verimliliği yüksek oranda arttırmaya yardımcı olan endüstri 4.0 teknolojileri kullanımı bağlamında siber güvenlik, firmaların rekabet edebilirliğini koruma açısında oldukça büyük ve önemli bir role sahiptir (Lezzi, vd., 2018). Bunun sebebi özellikle birbirine ve çeşitli ağlara bağlı endüstriyel makinelerin ve ekipmanların bir firma için önemi ve bu gibi araçlara yönelik siber saldırıların sıklıkla yaşanıyor oluşudur. Sistemlere yetkisiz bir biçimde erişilerek iş ile ilgili bilgilerin çalınmasına karşı bir savunmayı ifade eden siber güvenlik, hükümetlerin ve kar amacı güden tüm kuruluşların temel önceliği olmalıdır (Humayun, 2021). Çeşitli programları, teknolojileri, yazılımları, ağa bağlı makine ve ekipmanları kullanan tüm firmalar siber güvenlik konusunun farkında olmalı ve bu dış tehdite karşı çeşitli teknolojileri kullanarak önlem almalıdır (Haleem, Javaid, Singh, Rab ve Suman, 2022).

Siber güvenlik tehditlerini tahmin etme, etkisini azaltma ve kullanıcıların şüpheli davranışlarını belirleme yönünde yapay zeka ve büyük veri analitiği teknolojileri sıklıkla kullanılmaktadır (Radanliev, vd., 2018; Haleem, vd., 2022). Ayrıca cihazların bağlantıları belirlemesi yoluyla güvenlik doğrulaması yaparak, nesnelerin interneti teknolojisi de siber güvenlik tehditlerini ortadan kaldırma konusunda yardımcı olur (Chhetri, Rashid, Faezi ve Al Faruque, 2017). Teknoloji kullanımının artışıyla sürekli şekil değiştiren ve artış gösteren siber güvenlik riskini bu gibi teknolojileri kullanarak ölçmek, önlemeye çalışmak ve zararını en aza indirgemek, bir firmanın sürdürülebilirliğini sağlaması ve rekabet edebilmesi açısından hayati önem taşımaktadır (Thames ve Schaefer, 2017).

1.2.1.9.İnsansız Hava Aracı (Dronlar)

İnsansız hava aracı veya diğer adıyla dron, içinde fiziksel olarak bir insanın bulunmadığı, insan veya çeşitli internet ağları yoluyla uzaktan kontrol edilen uçan araçları ifade etmektedir (Coeckelbergh, 2013). Son yıllarda oldukça sık konuşulan teknolojilerden biri olan dronların tarihçesine bakıldığında yaklaşık bir asırdır var olduğu görülmektedir (Custers, 2016). 1916 yılında geliştirilen ilk otomatik uçak, 1917 yılında Birinci Dünya Savaşı sırasında kullanılmış ve 1918 yılında ise menzili geliştirilmiştir (Werrell, 1985; Villasenor, 2013; Custers, 2016). İkinci Dünya Savaşı, Vietnam Savaşı gibi savaşlarda askeri amaçlı kullanımı başlayan dron teknolojisi, daha sonra birçok alanda da kullanılmaya başlanılmıştır. 2016 yılı literatürde dron yılı olarak geçmekte, dronların yazılımsal, donanımsal ve performansla ilgili olarak ciddi gelişmeler gösterdiği yıl olarak belirtilmektedir (Moreno-Jacobo, Toledo-Nin, Ochoa-Zezzatti, Torres ve Estrada-Otero, 2021).

Endüstri 4.0 devriminin getirdiği daha çok hız, güvenlik, verimlilik, rekabet edebilirlik gibi zorunluluklar dronlara olan ihtiyacı arttırmıştır (Beke, vd., 2018). İnsanın ulaşmasının zor olduğu alanlara kolayca girebilmesi, belirli bir menzilde insan kontrolünde ilerleyebilmesi, bir ulaşım aracı olarak daha ucuz olması ve gün geçtikçe hızlarının da arttırılıyor olması, dron kullanımını çekici kılan özelliklerden bazıları olarak sayılabilir (Beke, vd., 2018).

Günümüzde gelişmekte olan teknolojilerin en önemlilerinden biri olarak kabul edilen (Moreno-Jacobo, vd., 2021) dron teknolojisi, birçok alanda kullanılmaktadır. Dronlar sayesinde hammaddeler ve üretimde kullanılan materyaller üretim alanlarına,

bitmiş ürünler ise depolara kolaylıkla taşınabilmekte ve bu sayede işçilik giderleri azalmakta ve hız faktörü arttırılmaktadır (Javaid, Khan, Singh, Rab ve Suman, 2022). Buna ek olarak dronların, tarımda ilaçlama, sulama ve haritalama amaçlı (Özgüven, Altaş, Güven ve Arif, 2022), sağlık sektöründe acil kan ve organ taşıma amaçlı (Yeşilay ve Macit, 2020), gazetecilik sektöründe yüksek çözünürlüklü fotoğraf ve video çekebilme amaçlı (Şahin, 2018) ve daha birçok sektöre ve amaca hizmet edecek şekilde kullanımı bulunduğundan çok önemli katkılar sağladığını söylemek mümkündür. Yukarıda bazı özellikleri verilen ve birçok sektörde kullanım alanı bulan dron teknolojisi toplam performans artışına sağladığı katkılarla oldukça gelecek vaad etmekte olan ve gelişimi devam eden en önemli teknolojilerden bir tanesidir (Bai, vd., 2020).

1.2.1.10. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS)

Küresel konumlandırma sistemi, esas olarak askeri amaçlarla ortaya çıkarılmış bir uydu tabanlı navigasyon sistemini ifade eder (Cummins, Orr, O'Connor ve West, 2013). İkinci dünya savaşı sırasında ilk kez kullanılmış, 1980 yılı itibariyle ise askeri amaçların dışında kullanılmaya başlanmıştır (Gray, 1999). Bu teknoloji, uydulardan alınan sinyaller yoluyla, dünya üzerinde herhangi bir kişinin veya cismin doğru konum, hız ve zaman boyutlarıyla ilgili alıcısına bilgiler iletmektedir (Bai, vd., 2020). Uydulardan alınan sinyaller yoluyla bilgi paylaşan ve tüm hava koşullarında çalışmaya devam edebilen GPS teknolojisinin özellikle tedarik zincirlerinde oldukça büyük ve önemli bir dönüşüme yol açtığını söylemek mümkündür (Gupta ve Singh, 2022). GPS verileri sayesinde işletmeler, gemilerin, kamyonların, uçakların ve çeşitli ulaşım araçlarının konumlarını takip edebilme yoluyla malların konumunu ve durumunu güncel olarak öğrenebilmektedirler (He, Tan, Lee ve Li, 2009). Bu gibi avantajları ile söz konusu teknoloji, kazaların yol açtığı zaman kayıpları ve maddi kayıplar en aza indirgenebilmesine (He, vd., 2009), takip sistemi ile stok kontrolü yoluyla müşteri hizmetlerine ve dolayısıyla kar ve verimliliğe sağladığı katkılar yoluyla da firmaların kazançlar sağlamasına büyük oranda yardımcı olabilmektedir (Gupta ve Singh, 2022).

Modern teknolojilerde GPS sadece tedarik zinciri verimliliğinin sağlanmasında değil, aynı zamanda günlük yaşamın kolaylaşmasında da oldukça önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Haritalama ve rota planlama özellikleri ile sağladığı navigasyon hizmeti konum bulmayı sağlamakta ve bu sayede kayıp risklerini de

azaltmaktadır (He ve Hegarty, 2020). Akıllı telefonlarda ve araç içi navigasyonlarda yer almasıyla da seyahati kolaylaştırmaktadır (Cucuras, Chun, Lee, Jay ve Pusateri, 2017). Bunun dışında ise özellikle otomotiv sektörü olmak üzere (Sevindi, 2005), haritacılık, inşaat, doğal afet araştırma çalışmaları gibi alan ve sektörlerde küresel konumlandırma sistemleri geniş oranda yer bulmaktadır (Karaali ve Yıldırım, 1996).

1.2.1.11. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti

Günümüzde gelişen teknoloji ve bu yolla ortaya çıkan çok sayıda akıllı cihaz, çevremizdeki birçok olay ve durumu izlememize olanak tanımış ve cihazların birbirine bağlanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Ercan ve Kutay, 2016). Nesnelerin interneti uygulamaları, çeşitli ağlar üzerinden birbirinden farklı cihazları ve sistemleri birbirine bağlayarak, aralarındaki aktarımı ve veri alışverişini sağlar (Misra, Roy ve Mukherjee, 2021). Bu durum ise, bu cihazların beraber verimli bir şekilde çalışabilmelerine olanak tanır. Nesnelerin interneti kavramının temelleri 1993 yılında Mark Weiser tarafından atılmış olup, ulaşılabilir bilgisayar/bilişim mantığı ile bilgisayarların aslında tüm çevreye entegre olması, görünmez olması ve etkin bir şekilde çalışabilmesi esasına dayalıdır (Buer, Strandhagen ve Chan, 2018; Weiser, 1993). Birbirleriyle bağlantı sağlayan ve tüm insan yaşamını çevreleyen bu yaklaşımın endüstri üzerinde de birçok etkisi bulunmaktadır.

Artan rekabetin beraberinde getirdiği sürekli verimlilik, hız, esneklik ve kalite artışı ihtiyacı, endüstriyi teknolojik gelişmelere ayak uydurma ve hatta teknolojik gelişimlerin öncüsü olma yoluna itmiştir (Pivoto, vd., 2021). Endüstriyel nesnelerin interneti, çeşitli sistemlerin izlenip analiz edilmesine, verilerin toplanması ve değerlendirilmesine olanak sağlayan, iletişim teknolojilerine dayanan sensörleri aracılığıyla rekabete ve beraberinde getirdiği zorlukları yenmeye büyük katkılar sağlayan bir teknolojidir (Pivoto, vd., 2021). Sahip olduğu bu özellikleri ile endüstriyel nesneler interneti teknolojisi, üretimde ve endüstriyel süreçlerde (Radanliev, De Roure, Nicolescu ve Huth, 2019) geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Otomasyon yoluyla makineden makineye (M2M) iletişim kurulmasına olanak tanıyan endüstriyel nesnelerin interneti ile daha esnek, verimli ve sürdürülebilir, rekabet edebilirliği arttırılmış bir üretim ortamına olanak sağlanmış olur (Sisinni, Saifullah, Han, Jennehag ve Gidlund, 2018).

1.2.1.12. Mobil Teknoloji

Adından da anlaşılabileceği gibi mobil teknoloji, kablosuz cihazların, kablosuz iletişim teknolojilerine entegre edilmiş şeklini ifade eder (Bai, vd., 2020). Günümüzde başta akıllı telefonlar olmak üzere, çeşitli mobil teknolojilerin kullanımı sürekli bir artış göstermektedir (Karim, Adnan, Salim, Kamarudin ve Zaidi, 2020). Mobil teknolojilerin sürekli gelişimi, yalnız akıllı telefonları değil, kameralar, sensörler, mobil bulut uygulamaları gibi birçok teknolojiyi de geliştirmektedir (Hasnan ve Yusoff, 2018). Mobil iletişim sistemlerindeki ilerlemeler ve lojistiğe dayalı çeşitli teknolojilerin de gelişimi, lojistik 4.0 dönemine girilmesini sağlamıştır (Demiral, 2021).

Lojistik sektörüne dayalı mobil teknolojiler, hızlı iletişim kurma, belge yönetimi sağlama, barkod sistemleri kullanma ve konum takibi yapma gibi geleneksel lojistik yönetiminden ayrılan birçok özelliğe mobil cihazlar üzerinden kolay erişimi ile sektöre önemli katkılarda bulunmaktadır (Demiral, 2021). Şüphesiz ki, endüstri 4.0 devriminin geleceği ve lojistik sektörüne olan yansımaları, daha fazla mobil teknoloji kullanımını beraberinde getirecektir (Umachandran, Jurčić, Della Corte ve Ferdinand-James, 2019).

1.2.1.13. Nanoteknoloji

Siber-fiziksel sistemlerin bir ürünü olan nanoteknoloji (Seyhan, 2019) en genel tanımıyla, herhangi bir ölçü biriminin milyarda birini ifade etmektedir (Seyman, 2010). Yeni bir teknoloji olmamasına rağmen, beraberinde getirdiği sürekli ve yenilikçi uygulamalar ile endüstri 4.0 için de oldukça önemli kavramlardan biri haline gelmiştir (Bongomin, Gilibrays Ocen, Oyondi Nganyi, Musinguzi ve Omara, 2020).

İçerdiği nano materyaller ile bu teknoloji, literatürde özellikle tarım, sağlık ve lojistik sektörleri için en önemli yenilikçi teknolojilerden biri olarak ifade edilmektedir (Bongomin, vd., 2020). Lojistik sektörü için nanoçip içeren RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama) etiketleri, kara ve deniz taşımacılığında kullanılan araçların nano bazlı malzemeler içermesi (Zaib ve Iqbal, 2019; Bongomin, vd., 2020); tarım sektörü için pestisit kontrolü, toprak iyileştirme, etiketleme ve ambalajlamada nanoteknoloji ürünlerinin kullanımı (Parisi, Vigani ve Rodríguez-Cerezo, 2015; Bongomin, vd., 2020) sağlık sektöründe ise çeşitli hastalıkların tanı ve tedavisinde ve ilaç

kapsüllemede kullanılan nanoteknolojiler (Moshed, Sarkar ve Khaleque, 2017; Bongomin, vd., 2020) örnekler arasında gösterilebilir. Bu sektörler dışında, havacılık, inşaat, üretim, gıda gibi farklı sektör ve alanlarda nanoteknoloji uygulamaları ile karşılaşmak mümkündür (Chauhan, Singh ve Tiwari, 2017). Gelecekte de çeşitli alanlarda nanoteknoloji kullanımının artarak devam etmesi beklenmektedir (Nummelin, Kommeri, Kostiainen ve Linko, 2018).

1.2.1.14. Radyo Frekans Tanımlama Sistemi

"Radyo Frekanslı Tanımlama" olarak Türkçeye çevirilen RFID teknolojisi, temelde radyo frekansı aracılığıyla nesneleri tanımayı ve tanımlamayı ifade etmektedir (Occhiuzzi, Amendola, Nappi, D'Uva ve Marrocco, 2019). RFID sistemi tipik olarak; kimlik verileri içeren bir aktarıcı, etiketten veri alan bir okuyucu ve kullanıcı ile sistem arasında bir arayüz görevi gören RFID yazılımını içermektedir (Preradovic, Karmakar ve Balbin, 2008). RFID teknolojisinin ilk kullanımı 2. Dünya Savaşına dayanmaktadır ve teknoloji, radyo frekansı aracılığıyla savaş uçaklarının düşmana veya müttefiklere ait olduğunu belirlemek için kullanılmış olan bir İngiliz projesi olarak ortaya çıkmıştır (Elbasani, Siriporn ve Chai, 2020). Dördüncü sanayi devrimi ve internetin kullanımının yaygınlaşmasıyla ise RFID teknolojisinin kullanımı artmış ve böylece teknoloji hızlı bir gelişim göstermiştir (Lin, 2009).

Küreselleşme ve teknolojik gelişim ile beraber önemi artan tedarik zinciri yönetimi başarısı ve rekabet edebilme kapasitesinin geliştirilmesi düşünüldüğünde, bilgi teknolojileri ile bağlantılı olan RFID teknolojisinin önemi ortaya çıkmaktadır (Lin, 2009). Barkodlama sistemi ile karşılaştırıldığında RFID'nin depolama, uzaktan okuma ve aynı anda birden fazla etiketi okuyabilme yeteneğini ve arttırılmış veri güvenliği gibi birçok avantajını görebilmek mümkündür (Lin, 2009). Hız ve güvenlik gibi yetenekler lojistik sektörü başta olmak üzere birçok sektörün rekabet edebilme kapasitesini doğrudan arttırmaktadır. Amazon, Zara, H&M ve Decathlon gibi dünya lideri birçok marka, bugün RFID teknolojisini aktif bir şekilde kullanmaktadır (Asset Infinity, 2023). Sistem sayesinde özellikle ürünleri teslim alma, paketleme, stok sayımı gibi tedarik zinciri içerisinde karmaşaya sebep olabilecek birçok hareketin hız ve verimlilik kazanması (Lin, 2009) ve böylece tedarik zincirinde görünürlüğün arttırılması sağlanmaktadır (Twist, 2005; Lin, 2009). Lojistik sektörüne ek olarak RFID teknolojisi, sahteciliğin önüe geçmede, trafik kontrolünde ve endüstriyel

otomasyonda sıklıkla kullanılan ve gelecek vaad eden bir teknolojidir (Chunli ve Donghui, 2012; Chattaraj, Bansal ve Chandra, 2009).

1.2.1.15. Sensörler ve Aktüatörler

Sensörler, birden fazla cihazın ve sistemin birbirlerine bağlanarak, makine ve çeşitli ekipmanların iletişim içinde olmasını sağlar ve taşınabilir olması dolayısıyla özellikle üretimde ve ticari amaçlı olmak üzere birçok endüstride yıllardır geniş bir kullanım alanı bulmuş durumdadır (Javaid, Haleem, Singh, Rab ve Suman, 2021). Fiziksel nesneleri birbirlerine ve internete bağlama teknolojisini ifade eden nesnelerin interneti, esasen sensörler ve aktüatörler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Raza, Faheem ve Guenes, 2019). Akıllı üretim ve otomasyonu ifade eden endüstri 4.0 devrimi içerisinde ise süreç ve durum izleyebilen (Powers, vd., 2021), verileri yakalayıp analiz edebilen ve verimli karar vermeyi sağlayan sensör teknolojisinin büyük ve önemli bir yeri olduğunu söylemek mümkündür (Javaid, vd., 2021).

Algılama işlevini gören sensörlerin yanısıra, çalıştırma ve kontrol işlevini gören aktüatörler de (Dengiz, 2017) endüstri 4.0 için önem arz etmektedir. Otomasyon yoluyla ve enerji kaynaklarına bağlı olarak çalışan cihaz ve nesnelerin, çeşitli sinyaller alarak hareket etmesini sağlayan teknoloji aktüatör olarak ifade edilmektedir (ETMD, 2023). Günlük yaşamda da sıklıkla kullanılan sensörlerin ve aktüatörlerin entegrasyonu, otomasyonun işlevini yerine getirmesi açısından gereklidir (Sharma, vd., 2021). Endüstri 4.0 tanımı içerisinde "akıllı" ifadesi geçen her türlü kavram, nesnelerin internetine ve nesnelerin interneti ise sensör ve aktüatörlere bağlıdır (Milinković, Milinković ve Lazić, 2014; Dengiz, 2017).

1.2.1.16. Simülasyon

Endüstri 4.0 ve beraberinde getirdiği birçok teknoloji, fiziksel dünya ve dijital dünya arasındaki keskin farkı gün geçtikçe azaltmaktadır (Cruz-Mejía, Márquez ve Monsreal-Barrera, 2019). Söz konusu teknolojilerden biri olan simülasyon, bir sistemin modellenmesi, modellenen sistemin işleyişinin test edilmesi ve performansının gerçek dünyaya geçirilmeden önce ölçülmesi ve tahmin edilmesi, potansiyel problemlerin henüz ortaya çıkmadan önlenmesi ve kaynakların verimli kullanılması sürecini içine almaktadır (Maria, 1997).

Endüstriyel sistemlerin gün geçtikçe daha değişken ve belirsiz hale gelmesi, rekabetin de yoğunlaşması sebebiyle günümüzde geleneksel analitik yöntemler, yerini simülasyon gibi risk oranını azaltmaya yardımcı teknolojilere bırakmıştır (Xu, vd., 2016). Üretim, tedarik zinciri çözümleri ve lojistik uygulamaları, simülasyonun en çok kullanıldığı alanlar olarak görülmektedir (Swain, 2015; Xu, vd., 2016). General Electric ve Siemens gibi global markalar, üretim tesislerini planlarken simülasyon yönteminde faydalanmış ve bunu bir strateji haline getirerek bugünkü başarısının bir parçası yapmıştır (de Paula Ferreira, Armellini ve De Santa-Eulalia, 2020; Thilmany, 2017; Shih, 2016).

Kişinin içerisinde olduğu gerçek dünyanın taklit edilmesi şeklinde uygulanan sanal gerçeklik, simülasyon teknolojisinden faydalanan uygulamalardan biridir (Danacı, 2023). Bugün birçok marka, sanal gerçekliği ve dolayısıyla simülasyon teknolojisini pazarlama kampanyasına dahil etmiş bulunmaktadır. Gerçek dünyadaki lokasyonlar ve çeşitli nesnelerin üzerine dijital unsurları yerleştirme teknolojisi olan artırılmış gerçeklik (Berryman, 2012) ise simülasyon teknolojisini kullanan bir diğer uygulamadır. Üç boyutlu (3D) modelleme ve arttırılmış gerçeklik teknolojilerini kullanan ve kendi pazarlama stratejilerine entegre etmiş markaların başında IKEA, Nike, Walmart ve Amazon gelmektedir (Modelry, 2023). Söz konusu markalar, simülasyon yoluyla müşteri deneyimini geliştirmekte ve bu yolla rekabet avantajı elde etmektedirler. Gelecekte de daha fazla endüstrinin ve markanın simülasyon teknolojisini iş sistemlerine dahil etmesi beklenmektedir (Çelen, 2017).

1.3.Lojistik 4.0

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (CSCMP) lojistik (yönetimi) kavramını, "*tedarik zinciri yönetiminin, müşteri gereksinimlerini karşılamak için üretim noktası ile tüketim noktası arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileriye ve geriye doğru akışını ve depolanmasını verimli, etkili bir şekilde planlayan, uygulayan ve kontrol eden bir parçası*" şeklinde tanımlamaktadır (CSCMP, 2023). Tanımdan da anlaşılabildiği gibi tedarik zinciri ve lojistik yönetimi birbirleriyle ilintili ve hatta iç içe geçmiş kavramlardır. Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin, herhangi bir örgüt veya herhangi bir endüstri kolu için en hayati unsurların başında geldiğini söylemek mümkündür (Amr, Ezzat ve Kassem, 2019). Küreselleşme ve teknolojik dönüşümün hâkim olduğu dünya, tıpkı tüm endüstrileri olduğu gibi lojistik

sistemlerini de dönüşüme girmeye zorunlu kılmıştır. Ürün çeşitlerinde (Costantino, Di Gravio ve Shaban 2014), maliyetlerde, kalite ihtiyacında artış ve müşteri istek ve ihtiyaçlarındaki hızlı değişim (Windt, Böse ve Philipp, 2008) lojistik sistemlerini de karmaşıklaştırmış, yeni ve dinamik yollar arama ihtiyacını beraberinde getirmiş ve bu da lojistik 4.0 sistemine geçişi gerekli kılmıştır (Winkelhaus ve Grosse, 2020). Lojistik 4.0 teknolojilerini ve lojistik sektörüne getirdiği yenilikleri ayrıntılı olarak incelemeden önce, endüstriyel devrimlerin ışığında ilerleyen ve lojistiği bugünkü noktaya getiren devrimleri incelemekte fayda vardır.

Lojistik terimi ilk olarak 19. yüzyılda askeri manada ortaya çıkmış ve hareket, tahliye ve ikmali planlama ve yürütme işi anlamında kullanılmıştır (Huston, 1966). 1960'lar ve 70'lere gelindiğinde, lojistik bir iş süreci olarak adlandırılmış (Amr, vd., 2019) ve temelde malları, müşterinin kolay ulaşabileceği yerlere taşıyarak değer yaratma, zaman yönetimine ve stok yönetimine odaklanarak değer yaratma ve müşterinin istediği malın şekline odaklanarak değer yaratma olarak üç temel görevin iyileştirilmesi şeklinde algılanmıştır (Sheffi ve Klaus, 1997). Dolayısıyla, lojistik 1.0 döneminde lojistiğin algılanış şeklinin, askeri uygulamalara dayalı ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için tedarik edilecek endüstriyel malların taşınması şeklinde olduğu söylenebilir (Ballou, 2006).

Endüstri 2.0 dönemine gelindiğinde, seri üretim kavramı ortaya çıkmış ve seri üretimin de lojistiğin otomasyonunu gerektirdiği anlaşılmış, dolayısıyla bu süreç de lojistiğin 2. devrimi olarak adlandırılmıştı (Domingo Galindo, 2016; Amr, vd., 2019). Seri üretim beraberinde şirketlerin birbirleriyle entegre bir şekilde çalışmasını gerektirmiş, bu durum da tedarik zinciri yönetimi kavramını doğurmuştur (Lummus ve Vokurka, 1999).

Tedarik zinciri yönetimi kavramının doğuşuyla, birçok firmanın çeşitli alanlarda sorunlar yaşamaya başlaması, mal akışı, iş akışı, hizmet akışı ve nakit akışı gibi değer yaratan tüm faaliyetleri içeren akış yönetimi kavramının önemini ortaya koymuştur (Sheffi ve Klaus, 1997; Ezzat ve Kassem, 2019). Ayrıca Endüstri 3.0'a bağlı olarak da depo yönetim ve nakliye yönetim sistemleri gibi alanların bilişim teknolojileri yoluyla sistemleştirilmesi ise lojistik 3.0 için ana temayı oluşturan bir başka konu olmuştur (Wang, 2016).

Tablo 2. Lojistik Evrim Süreci

Lojistik Evrimler	Tarih Aralığı	Temel Özellikler
Lojistik 1.0	1960-1970	Malların fiziksel dağıtımı, Askeri uygulamalar
Lojistik 2.0	1980	Otomasyon, Süreç optimizasyonu, Tedarik zinciri yönetimi, Koordinasyon
Lojistik 3.0	1993-1997	Lojistik yönetim sistemleri, Akış yönetimi, Esneklik

Kaynak: Amr, Ezzat ve Kassem, Logistics 4.0: Definition and historical background, Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES), 2019, s.47.

Ballou, The evolution and future of logistics and supply chain management, Production. 2006, s.377.

Bezuidenhout, Quantifying the degree of leanness and agility at any point within a supply chain, British Food Journal, 2016, s.61.

Lummus ve Vokurka, Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines, Industrial management & data systems, 1999, s.11.

Endüstriyel ürün ve tüketici ürünleri taleplerini karşılayan ve genel ekonomi için oldukça önem arz eden lojistik sektörünün (Winkelhaus ve Grosse, 2020) dördüncü evrim sürecini ise endüstri 4.0'a paralel olarak bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı temellendirmektedir (Nour, 2022).

Winkelhaus ve Grosse (2020) lojistik 4.0 sürecini, müşteri istek ve beklentilerini ayrı ayrı ve her seferinde, sürdürelebilir bir maliyetle sağlayan, dijitalleşme ile desteklenmiş sistemler olarak tanımlamaktadır. Wang (2016) ise lojistik 4.0'ın lojistiğin geleneksel algısını dönüştürebilecek bir vizyon ve tüm örgütlere ve süreçlere uygulanabilme özelliğine sahip bir uygulama olduğunu belirtmiştir. Cimini, Lagorio, Pirola ve Pinto (2019) lojistik 4.0 dönüşümünün ana odak noktasının endüstri 4.0'ın getirmiş olduğu tüm teknolojilerden faydalanarak, müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için ihtiyaç duyulan tüm girdileri sağlamak olduğunu ortaya koymuşlardır (Hoffman ve Rüsch, 2017). Benzer şekilde Facchini, Oleśków-Szłapka, Ranieri ve Urbinati (2019) lojistik 4.0'ın, geleneksel lojistiğe bağlı teknolojileri değiştirip dönüştürdüğünü ve taşıma, depolama, koordinasyon, iletişim gibi konularda otomasyon ve çeşitli kolaylaştırıcı teknolojiler sağladığını belirtmişlerdir.

Lojistik 4.0, hem uygulayıcıların, hem de akademisyenlerin ilgisini çeken bir paradigmadır. Radivojević ve Milosavljević (2019), lojistik 4.0 kavramı ve tanımı üzerine çalışmış, endüstriyel devrimlerin lojistik sektörü üzerindeki etkilerini özellikle

dördüncü sanayi devrimine vurgu yaparak araştırmış ve nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri gibi teknolojileri inceleyerek, lojistik 4.0'ın avantajları ve zorlukları ile çalışmalarını sonlandırmışlardır. Bag, Gupta ve Luo (2020) teknolojik, örgütsel ve çevresel yeteneklerin, lojistik 4.0 üzerindeki etkisi ve lojistik 4.0'ın işletme performansı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, Güney Afrika otomotiv endüstrisini örneklem olarak belirlemiş, 230 çalışan ile çevrimiçi anket uygulaması yapmışlardır. Dinamik yetenekler teorisi ile destekledikleri çalışmalarında, WarpPLS 6.0 yazılımını kullanarak, teknolojik ve çevresel yeteneklerin lojistik 4.0 üzerindeki etkisinin, örgütsel yeteneklerden daha güçlü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca yazarlar, lojistik 4.0 yeteneklerinin işletme genel performansı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu da belirtmişlerdir.

Strandhagen, vd., (2017) endüstri 4.0'a bağlı teknolojilerin günümüzde kullanılan iş modelleri içerisindeki lojistik operasyonların sürdürülebiilrliğini nasıl geliştirebileceğini araştırdıkları çalışmalarında, lojistik 4.0 ve sürdürülebilir iş modelleri için bir çerçeve oluşturmuşlardır. Parhi, Joshi, Gunasekaran ve Sethuraman (2022) teknolojik, örgütsel ve çevresel bağlamda sürdürülebilir lojistik 4.0 için gerekli olan faktörleri ortaya koymuşlardır. Literatürden elde edilen faktörler, uzman görüşmeleri ile doğrulanmış ve faktörlerin anlamlılık derecesi bulanık AHP ile değerlendirilmiştir. Ferraro, Cantini, Leoni ve De Carlo (2023), lojistik 4.0 perspektifinin ekonomik faydaları göz önünde bulundururken, sosyal ve çevresel kaygıları gözardı ettiğini belirterek, iç malzeme taşıma faaliyeti dahilinde en ileri teknoloji seçilirken, sürdürülebilirliğin her boyutunu da dikkate alan bir model önermişlerdir. Jagtap, vd., (2020), endüstri 4.0 teknolojilerinin gıda lojistiği içerisindeki rolüne, bu teknolojilerin sunmakta olduğu fırsatlara ve ayrıca zoruklara odaklanmaktadırlar. Yazarlar, gıda lojistiği 4.0 olarak adlandırdıkları bu konu bağlamında, gıda lojistiğinin verimliliğini ve her üç boyutta da (ekonomik, çevresel ve sosyal) sürdürülebilirliğini arttırmak, maliyetleri ve karbon emisyonlarını azaltmak için çözüm önerileri sunmaktadırlar.

Tüm bu çalışmalara ek olarak lojistik 4.0 kavramı, hizmet endüstrisi (Werner-Lewandowska, ve Kosacka-Olejnik, 2019), otomotiv endüstrisi (Markov ve Vitliemov, 2020), tarım-gıda sektörü (Krstić, Agnusdei, Miglietta ve Tadić, 2022), sağlık sistemleri (Boz, Çizmecioğlu ve Çalık, 2022) bağlamlarında ve daha birçok alanda da sıkça çalışılmış, araştırılmış ve test edilmiştir.

Lojistik 4.0 literatüründe birçok çalışma bulunmasına rağmen, lojistik 4.0 sürekli gelişmekte olan yeni teknolojik çözümler dolayısıyla tam olarak tanımlanamamaktadır, fakat söz konusu yeni teknolojik çözümlerin şirketler tarafından uygulanması bugün bir zorunluluk haline gelmiştir (Radivojević ve Milosavljević, 2019).

1.3.1. Lojistik 4.0 Bileşenleri

Lojistik 4.0, endüstri 4.0'a bağlı teknolojik gelişmelerin ortaya çıkması ve internetin de tüm iş dünyasında yaygın bir şekilde kullanılmasıyla ortaya çıkmış esnek, dinamik, akıllı, şeffaf ve sağlam (Wang, 2016) bir lojistik sistemini ifade eder (Radivojević, 2019). Lojistiğe dayalı tüm süreçlerin akıllı yönetimini sağlayabilmek için lojistik 4.0'ın bazı bileşenleri bulunmaktadır (Radivojević ve Milosavljević, 2019). Wang (2016)'a göre lojistik 4.0'ın temel teknik bileşenleri: otomatik tanımlama, gerçek zamanlı konum belirleme, akıllı algılama, ağ oluşturma, veri analizi ve iş hizmeti teknolojileridir. Aşağıda her bir bileşen tek tek tanımlanacaktır.

1.3.1.1.Otomatik Tanımlama

İtici gücü nesnelerin ve hizmetin interneti olan lojistik 4.0 vizyonunun (Werner-Lewandowska ve Kosacka-Olejnik, 2019) bileşenlerinden önemli bir tanesi olan otomatik tanımlama, birçok teknolojinin uygulanmasına olanak tanımaktadır (Radivojević ve Milosavljević, 2019). Otomatik tanımlama sayesinde, bilgisayar teknolojileri ve internet yardımıyla, büyük miktarda veri tanımlama cihazları aracılığıyla elde edilir ve bu veriler hızlı bir şekilde üretim, dağıtım, depolama gibi birimlerde kullanılarak verimliliği arttırabilir (Wang, 2016). Karunarathna, Wickramarachchi ve Vidanagamachchi (2019) çeşitli otomatik tanımlama ve veri yakalama teknolojileri yoluyla, depo kontrol mekanizmalarının entegre bir şekilde kurulabileceği ve geliştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Lojistik 4.0'ın ana bileşeni olarak kabul edilen otomatik tanımlama (Woschank, Kaiblinger ve Miklautsch, 2021), barkod tanımlama, akıllı kart tanımlama, optik karakter tanıma, radyo frekansı tanımlama ve biyometrik veri tanımlama teknolojileri yoluyla bugün oldukça sık kullanılan ve gelişmekte olan bir teknolojik bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır (Wang, 2016). Bu yolla hız arttırıldığı gibi, hata oranı da

azalmakta ve toplam verimlilikte bir artış söz konusu olmaktadır (Hofmann ve Rüsch, 2017).

1.3.1.2.Gerçek Zamanlı Konum

Çeşitli nesnelerin ve insanların bulundukları noktayı gerçek zamanlı olarak belirleme ve izleme görevi gören gerçek zamanlı konum teknolojisi, kablosuz etiketlerin cisimlere iliştirilmesi yoluyla sinyaller alınarak işleyen bir sistemdir (Wang, 2016). Bu teknoloji, özellikle üretim sistemlerinde ve montaj hattında, depo yönetiminde ve araç takip sistemlerinde sıklıkla kullanılmakta ve kişilerin, nesnelerin ve lojistik ekipmanın birbirine entegre edilerek karar alma süreçlerinin kolaylaşmasını sağlamaktadır (Bloechl ve Schneider, 2016).

Lojistik 4.0'ın en önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilen gerçek zamanlı konum belirleme ve takip, siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti teknolojilerinin lojistiğe entegre edilmesi yoluyla başarılmaktadır (Hofmann ve Rüsch, 2017). Bu bileşen sayesinde, malzeme akışları ve taşıma süreçleri gerçek zamanlı bilgiler ile sağlanmakta ve bu da tedarik zinciri şeffaflığını beraberinde getirmektedir (Woschank ve Dallasega, 2021). Üretim ve lojistik süreçlerinin gerçek zamanlı takibi, tedarik zincirinin tamamının optimizasyonuna destek olmakta ve toplam verimliliğe önemli katkılar sunmaktadır (Rácz-Szabó, vd., 2020).

1.3.1.3.Akıllı Algılama

Özellikle depolama ve elleçlemede bilgi akışı yönetimi için oldukça fazla önem taşıyan akıllı algılama bileşeni ve akıllı sensör teknolojisi, çeşitli ürün ve malzemeleri tanımlayabilen ve ağlar arası bağlantı kurabilen, bu yolla takibi kolaylaştıran sistemleri ifade eder (Cimini, Lagorio, Romero, Cavalieri ve Stahre, 2020). Akıllı algılama ve sensör teknolojisi, ürünlerin durumunu tespit edebilir ve ürünün sıcaklık, nem, etilen artışı/azalışı gibi mevcut durumunda meydana gelen değişiklikleri fark ederek, bilgi akışı sağlayabilir (Wang, 2016).

Günümüzde sıklıkla kullanım alanı bulan akıllı sensör teknolojisi, yalnızca değişikliği algılamakla kalmaz, aynı zamanda veriyi işler ve kaydeder, analizini gerçekleştirir ve bağlantılı cihazlara bilgiyi ileterek değişiklik yapılmasını dahi sağlayabilir (Masoudinejad, Ramachandran Venkatapathy, Emmerich ve Riesner, 2017). Tang, Chau, Kuo ve Liu (2023)'e göre akıllı algılama, lojistik 4.0 dönüşümü için en önemli bileşenlerden biridir ve nesnelerin interneti teknolojisi için bir taban

oluşturmaktadır. Yakın gelecekte, özellikle temas gerektirmeyen sensörlerin kullanımı, sinyal ve görüntü işlemeye dair teknolojilerin gelişmesi ile birlikte artış gösterecektir (Sony, Laventure ve Sadhu, 2019).

1.3.1.4.Ağ Oluşturma

Endüstri 4.0 dönüşümünün temelini oluşturan siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti teknolojilerinin (Büyüközkan ve Güler, 2019) oluşumunu sağlayan bileşenlerden bir tanesi olan ağ oluşturma, RFID veya sensör gibi teknolojileri kullanarak, çeşitli nesneler arasında bağlantı kurulmasını sağlar (Sayın, 2020). Glistau ve Coello Machado (2018), ağ oluşturmayı dördüncü sanayi devrimi ile direkt olarak bağlantılı bir süreç olarak tanımlamıştır.

Ağ bağlantıları oluşturma teknolojisi ile sensörler, aktüatörler vb. aracılığıyla çeşitli nesneler arası veri toplanabilir ve gerçek zamanlı olarak toplanan bu veriler süreç kontrolü ve yönetimi açısından oldukça faydalı bir yönde kullanılabilir (Wang, 2016). Ayrıca verimli bir şekilde oluşturulmuş ağ bağlantıları, döngüsel sefer (milkrun) ve tam zamanında (just-in-time) gibi konseptlerin otomasyonu, optimizasyonu, iyileştirilmesi ve şeffaflığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Glistau ve Coello Machado, 2018).

1.3.1.5.Veri İşleme ve Analiz

Lojistik 4.0 dönüşümü, veri elde etmek kadar, elde edilen veriyi işlemenin hızını ve verimliliğini de arttırmak anlamını taşımaktadır (Radivojević ve Milosavljević, 2019). Gerçek zamanlı büyük veri analizi ve veri madenciliği çok büyük ölçeklerdeki verileri anlamlı bilgilere dönüştürmek için çeşitli analiz araçları kullanarak, verileri birbirleri ile ilişkilendirmeye yarayan yöntemler olarak karşımıza çıkar (Alnıpak, Alkan ve Günay, 2017). Bu yöntemler sayesinde karar verme süreçleri kolaylaşır ve daha güvenli hale gelir (Wang, 2016). Karar vermenin yanısıra veri işleme süreci, işlenen verilere dayalı gerçek nesnelerin sanal dünyada çalışmasına olanak tanıyan simülasyon tekniklerinin de geliştirilmesine destek olur (Tubis ve Poturaj, 2021). Bugün lojistik ve tedarik zinciri alanına dâhil olan tüm şirketler, veri madenciliği, büyük veri, nesnelerin interneti gibi endüstri 4.0 teknolojilerini, verileri daha verimli bir şekilde işleme ve analiz etme, planlama, kaynak sağlama, üretim, dağıtım gibi faaliyet ve alanlarda sıklıkla kullanmaktadırlar (Nour, 2022).

1.3.1.6.İş Hizmetleri

En genel tanımıyla iş hizmetleri veya ticari hizmetler, kar amacı güden bir şirketin, diğer bir kar amacı güden şirketin menfaatini yerine getirmek için kaynaklarını ve yeteneklerini geçici olarak tahsis etmesi işlemidir (Wang, 2016). Endüstri 4.0 dönüşümü, sağladığı dijital avantajlar ile firmaların iş hizmetlerini geliştirmelerine de olanak tanımıştır. Bugün firmalar, yalnızca geleneksel yöntemler ile değil, aynı zamanda internet ve teknolojinin sağladığı avantajlar ile de hizmet verme yeteneklerini geliştirmiş durumdadır. Bu noktada hizmetlerin interneti kavramı öne çıkmaktadır.

Endüstri 4.0 dönüşümünün en önemli kavramlarından biri olarak tanımlanan hizmetlerin interneti (IoS) ile örgütler arası hizmetler (Reis ve Gonçalves, 2018), internet aracılığıyla kullanıcılara sunulmaktadır (Wang, 2016). Hizmetlerin interneti, internetin geleceğinin temel bir boyutu olarak görülmekte, internette var olan herşeyin bir hizmet olarak sunulmasını hedef almakta ve platform ve altyapı içerikleri bağlamında bulut teknolojisinden faydalanmaktadır (Moreno-Vozmediano, Montero ve Llorente, 2012). İş hizmetlerinin dijitalleşmesi ve hizmetlerin interneti kavramları gelecekte de karşılaşılması muhtemel iki endüstri 4.0 bileşeni olarak gösterilebilir.

1.3.2. Lojistik 4.0'ın Avantajları ve Zorlukları

Bugün tüm dünyada verilerin anlamlı bilgilere dönüştürülmesi, hızlı bir şekilde tedarik zinciri boyunca erişilebilmesi, sanallaştırılması ve bu bağlamda bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı oldukça önemli olarak kabul edilmektedir (Glistau ve Coello Machado, 2018). Amerikan teknolojik araştırma ve danışmanlık firması Gartner'ın pazar araştırması raporu Magic Quadrant, 2023'te dünya çapında üçüncü taraf lojistik lideri olarak gösterilen DHL şirketi tarafından 2 yılda bir güncellenen Lojistik Trend Radarı 6.0 2023 raporuna göre, otomasyon ve verimlilik odak alanlarının; yapay zeka, nesnelerin interneti ve robotik trend kümelerinin; teknoloji ise en önemli sektörlerin başında gelmektedir (DHL, 2023). Endüstri 4.0 ve lojistik 4.0 kavramları, üretim ve lojistik alanlarındaki en önemli ve öne çıkan trendlerdir (Glistau ve Coello Machado, 2018).

Dördüncü sanayi devriminin lojistikteki uzantısını temsil eden lojistik 4.0 dijital dönüşümü, literatürde pek çok açıdan değerlendirilmiş ve birçok avantajı ve dezavantajı olduğu belirlenmiştir. Oleśków-Szłapka ve Agnieszka Stachowiak (2019),

lojistik 4.0 olgunluk modeli çerçevesi sundukları çalışmalarında, lojistik 4.0'ın avantaj ve dezavantajlarını şu şekilde belirtmişlerdir:

Lojistik 4.0 sayesinde gerçek ve sanal dünya birbirilerine tam olarak entegre edilebilir, sistemler ve kullanıcılar arası iletişim kolayca sağlanabilir, tedarik zincirinde genel bir verimlilik artışı sağlanabilir ve tedarik süreleri kısaltılabilir, simülasyon yoluyla ürün tasarımı yapılarak maliyet düşürülebilir, tüm süreçlerde hata riski azaltılabilir, veri analizi daha kolay yapılabilir, makinelerin ömrü daha uzun ve verimli kılınabilir, otonom kararlar alınabilir ve tedarik zinciri görünürlüğü arttırılarak esneklik sağlanabilir. Buna karşın lojistik 4.0 dönüşümünün uygulama maliyeti yüksektir, çeşitli donanımlar ve yazılımlar satın alınmasını, süreç odaklı yönetim yöntemlerinin uygulanmasını zorunlu kılar, endüstri 4.0 teknolojilerinin aktarımı ve uygulanmasını gerektirir, işlemenin zor olduğu verilerin kullanılabilirliği ile ilgili sorunlar yaşanabilir, dijital dönüşüm sektör genel çerçevesinde yeterli bilinirliğe erişmemiştir ve uygulayan şirketin tüm sistem ve tedarik zincirilerini dönüştürmelerine yönelik zorunluluklar mevcuttur (Oleśków-Szłapka ve Agnieszka Stachowiak, 2019).

Jagtap, vd. (2020) çalışmalarında, gıda lojistiği 4.0 için fırsat ve zorlukları ortaya koymaya çalışmış ve bu bağlamda büyük veri, nesnelerin interneti, bulut bilişim, yapay zekâ gibi birçok endüstri 4.0 teknolojisinin gıda lojistiğinin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemli olduğunu sonucuna varmışlardır. Bahsedilen teknolojilerin; verimliliği ve müşteri güvenini arttırmak, kaliteyi korumak, maliyeti düşürürken, hızı arttırmak gibi fırsatları bulunduğunu, tedarik zincirlerinde karmaşıklığa sebep olma gibi potansiyel zorluklara da sahip olduğunu ortaya koymuşlardır (Jagtap, vd., 2020).

Szymańska, Adamczak ve Cyplik (2017) lojistik 4.0 dönüşümünün yeni bir paradigma mı, yoksa daha önceden var olan teknoloji ve çözümler mi olduğunu tartıştıkları çalışmalarında, lojistik 4.0'ın avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuşlardır. Avantajları arasında insan gücünden ziyade makine gücü kullanılarak yapılan tasarruf, satın alma, depolama, taşıma, stok yönetimi gibi lojistik fonksiyonlarının doğru bilgi yoluyla standardizasyonu ve lojistik firmalarını son teknoloji ekipmanlarla donatma imkanı var iken, yatırım maliyetinin oldukça yüksek oluşu ve bilgi teknolojileri hizmeti sağlayan firmalardan bir ağ oluşturma ve bu

firmalarla sürekli iletişim kurma zorunluluğu dezavantajları arasında gösterilmektedir (Szymańska, vd., 2017).

Erdoğdu (2021), lojistik 4.0 kavramının doğasında akıllı ürün, akıllı hizmet, yazılım ve donanımlara dayalı akıllı lojistik uygulamaları olduğunu ve bu dönüşümün işletmelerin teknoloji adaptasyonunu ve esnekliğini arttırdığını, bu sayede onlara katma değer sağladığını, insanlar ve makinalar arası iletişimi kolaylaştırdığını ve üretimde optimizasyon yaratılmasına katkıda bulunduğunu avantaj olarak belirtmiştir. Buna karşın, işletmelerin lojistik 4.0 dönüşüm çağını yakalayabilmelerinde ve uyum sağlamalarında zorluklar da olduğunu ifade etmiştir (Erdoğdu, 2021).

Karabourniotis (2018), dijital çağda yeni kurulan şirketlerin, geleneksel yapıda kurulmuş mevcut şirketlere göre lojistik 4.0'ı uygulamalarının, teknoloji ve trendlerini benimsemelerinin daha kolay olduğunu belirtmiştir. Birçok endüstri 4.0 teknolojisinin, lojistik sektöründe devrim yarattığını, bilgi akışını kolaylaştırdığını, otomasyonu arttırdığını ve bu sayede verimlilik sağladığını ve lojistik fonksiyonlarında yeni yetenekler ortaya çıkardığını avantaj bağlamında belirtmiştir. Ancak organizasyon yapılarını değiştirme ve dönüştürme zorluğu, yatırım maliyeti yüksekliği, siber saldırı tehditlerinin varlığı, mevcut çalışanların değişime direnç gösterme ihtimali gibi dezavantajların ve zorlukların varlığına da değinmiştir (Karabourniotis, 2018).

Lojistik 4.0 doğası gereği yukarıda belirtildiği gibi çeşitli avantaj ve dezavantajları bulundurmaktadır. Dezavantajların çoğu maliyet ve uygulama tekniklerinin zorluğundan kaynaklanmaktadır (Ojeda Larrosa, 2021). Tüm zorluklarına rağmen, lojistik 4.0 teknolojilerini benimseyen ve uygulayan şirketler, uzun vadede rekabet avantajı elde edeceklerdir (Nour, 2022).

1.3.3. Avrupa Birliği Ülkelerinde Lojistik Köyler ve Lojistik 4.0 Uygulamaları

Genel olarak hedefleri lojistiğin yedi doğrusu olarak da bilinen (The 7 Rs of Logistics) doğru ürünü, doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda, doğru kaliteyle, doğru koşullarda ve doğru bir fiyatla teslim etmek olan (Wieczorek, 2017; Jagtap, vd., 2020; Wang, 2016) lojistik yönetimi, gün geçtikçe önemi daha fazla anlaşılan bir kavram haline gelmiştir (Pelit, 2023). Bugün lojistik sektörünün, sürdürülebilir kalkınmanın başarılmasına olan katkılarının yadsınamaz seviyede olduğu anlaşılmıştır

(Savy, 2016). Özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde lojistik sektörü, sürekli bir yükseliş içerisindedir (Baki, 2016) ve dünyanın en büyük lojistik hizmet sağlayıcı firmalarının tamamı Avrupa'da bulunmaktadır (European Comission, 2023).

Literatürde "dry port", "freight village", "inland terminal", "logistics center" gibi kavramlarla ifade edilen (Mirčetić, Nikoličić ve Maslarić, 2014; Varese, Marigo ve Lombardi, 2020) lojistik köyler, ulusal ve uluslararası düzeyde taşıma ve ulaştırma amacıyla ürünlerin nakliye, lojistik ve dağıtım aşamaları ile ilgili tüm faaliyetleri içine alan, bu faaliyetleri yürüten kamu kuruluşları tesislerinin, işletmelerin ve çeşitli uygulayıcıların yer aldığı alan veya bölgeyi ifade eder (Europlatforms E.E.I.G., 2023). Lojistik köyler, şehir merkezleri dışında kurulurlar ve lojistiğe dayalı olarak çalışan paydaşlar arasında bir sinerji oluşmasına, iş birliği ve koordinasyon içinde çalışmalarına katkı sağlayarak katma değerli faaliyetler yaratırlar (Baydar, Süral ve Çelik, 2017). Lojistik köy kavramı, doğasında intermodal taşımacılığın iyileştirilmesine, ait olduğu bölgenin ekonomik kalkınmasına, arazi kullanımına ve mal dağıtımına katkı sağlamayı barındırır (Higgins ve Ferguson, 2011). Meidute (2005) lojistik köyleri, iş üretici/oluşturucu ve ulaşım altyapısının bir parçası olarak ifade etmiştir.

Lojistik köy kavramı ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmış, daha sonra Fransa'dan başlayarak, 1960'ların sonlarında İtalya ve Almanya'da, sonrasında ise tüm Avrupa'da görülmüştür (UTİKAD, 2013). Europlatforms, Avrupa'da lojistiğin geliştirilmesine yönelik olarak kurulmuş ve bugün birçok Avrupa ülkesinden, çok sayıda lojistik köyü temsil etmekte olan bir kuruluş olarak faaliyetlerini sürdürmektedir (Haralambides ve Gujar, 2011). Bugün Avrupa'da lojistik köyleri, uluslararası tedarik zinciri yönetimine sunduğu katkılar ve taşımacılık sektöründe oynadığı rol bakımından oldukça önem arz etmektedir (Oláh, Nestler, Nobel ve Popp, 2018). Tablo 3, Oláh, Nestler, Nobel ve Popp (2021) tarafından oluşturulmuş kıyaslama kriterleri ile Avrupa lojistik köylerinin ilk 20 sırlamasını göstermektedir. Yazarlar kıyaslama kriterlerini dört ana kümeye bölmüş; bu kriterileri lojistik köyün yapısı ve gelişmişlik durumu, yönetimi, ulaşım modu ve GZFT analizi (güçlü ve zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler) olarak belirlemişlerdir. Tabloda en fazla sayıda lojistik köy barındıran ülkelerin Almanya ve İtalya olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Avrupa Lojistik Köylerinin İlk 20 Sıralaması

Sıra Numarası	Ülke	Lojistik Köy	Performans Puanı (Maks. 400)
1.	Almanya	D – Bremen	362
2.	İtalya	IT- Quadrante Europa Verona	361
3.	Almanya	D – Nürnberg	347
4.	İspanya	ES – Zaragoza	346
5.	Almanya	D – Berlin Süd Großbeeren	336
6.	Polonya	PL – CLIP Logistics	333
7.	İtalya	IT – Parma	328
8.	İtalya	IT – Bologna	322
9.	Avusturya	A – Cargo Center Graz	305
10.	İtalya	IT – Padova	302
11.	İtalya	IT – Nola	301
12.	Almanya	D – Berlin West Wustermark	300
13.	Finlandiya	FIN – RRT Kouvola	297
14.	İtalya	IT – Torino	294
15.	Almanya	D – Leipzig	292
16.	Almanya	D – JadeWeserPort	291
17.	Avusturya	A – Ennshafen Port	280
18.	Macaristan	H – BILK	279
19.	Almanya	D – Erfurt	275
20.	İspanya	ES – ZAL Barcelona	273

Kaynak: Oláh, vd., Evolution of Freight Villages and Dry Ports from the macro logistics perspective European Benchmarking 2020, Periodica Polytechnica-Transportation Engineering. 2021, s.13.

Lojistik köylerin kurulması sayesinde pek çok avantaj elde etmek mümkündür. Bu avantajların başında şehir içi ulaşım tıkanıklığının azaltılması, enerjiden tasarruf edilmesi, konteyner vb. ekipmanların daha verimli kullanılması, malların daha az sayıda uğrak limanda bulunması ve daha sık ve daha güvenli hinterlant bağlantıları sağlanması gelmektedir (Pratelli, vd., 2021). Birleşmiş Milletler Asya ve Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu'na göre (UNESCAP, 2006), Avrupa lojistik köylerinin temel fonksiyonu; depolama, dağıtım ve çeşitli lojistik aktivitelerini şehir dışlarına ve demiryolu gibi daha düşük maliyete sahip taşıma modlarının kullanılmasının mümkün olduğu bölgelere taşıyarak şehir içi trafik sıkışıklığı sorununu azaltması olup, bu fonksiyonlar toplumsal fayda da taşımaktadır (Haralambides ve Gujar, 2011). Ortaya çıktığı günden beri yıllar içinde Avrupa'da gelişim göstermeye devam eden ve sayıları artan lojistik köylerin, ileriki yıllarda da birbirleriyle sinerji içerisinde gelişim seyirine devam etmesi ve dünya sıralamalarındaki başarılı konumlarını korumaları beklenmektedir (Oláh, vd., 2021).

1.3.4. Gelişmekte Olan Ülkelerde Lojistik 4.0 Uygulamaları

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) ilk kez 1957 yılında kullandığı bir terim olan "gelişmekte olan ülke" temelde, kişi başına düşen milli gelirin düşük olduğu, gelir dağılımında keskin bir eşitsizlik bulunan, teknolojik yeniliğe yapılan yatırımın yeterli olmadığı ve genellikle gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerden teknoloji transferi yapan ekonomileri ifade eder (Bilge, 2001; Yumuşak, 2001; Yanar ve Şahbaz, 2013). Gelişmekte olan ülke veya ekonomi sayısı birçok endekse veya listeye göre farklılık gösterdiğinden, tam bir rakam verilmemektedir. Örneğin, Morgan Stanley Capital International (MSCI) tarafından oluşturulan gelişmekte olan ülkeler endeksi sınıflandırmasına göre dünyada 24 gelişmekte olan ekonomilere sahip ülke bulunmaktadır (MSCI, 2023). Golden Gate Üniversitesi (2023) araştırmasına göre ise BRIC ülkeleri olarak anılan Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin gelişmekte olan ilk dört pazar; CIVETS ülkeleri veya Kolombiya, Endonezya, Vietnam, Mısır, Türkiye ve Güney Afrika ise ikinci pazar olarak ifade edilmektedir.

Literatür incelendiğinde, teknolojik dönüşümü ve yüksek oranda dijitalleşmeyi gerektiren endüstri 4.0'ın lojistikteki yansımasını ifade eden lojistik 4.0 kavramı ve uygulamalarının gelişmekte olan ülkeler tarafından yeterince anlaşılmamış ve benimsenmemiş olduğu bilgisine ulaşmak mümkündür (Khan, Singh, Sá, Santos ve Ferreira, 2022). Maiboroda, vd., (2021), gelişmekte olan ülkelerde endüstri 4.0 teknolojilerinin lojistik sektörüne entegre edilmesi önündeki temel engellerin yasal ve siyasi olduğunu ve bu engellerin de uluslararası lojistiğin gelişimine negatif bir etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Khan vd., (2022), gelişmekte olan ülkelerden biri olan Hindistan'da yürüttüğü çalışmalarında, lojistik 4.0'ın benimsenmesinin belirleyicilerinin ve kolaylaştırıcı faktörlerinin bilgi teknolojileri altyapısı, karşılıklı güven, bilgi yönetimi, analitik yetkinlikler, dijital çalışma kültürü, örgütsel stratejiler, üst yönetimin desteği, finansal yatırım ve beceri geliştirme olduğunu ortaya koymuş ve bu faktörlerin altyapı ve ölçek ekonomilerindeki farklılıklar sebebiyle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde birbirinden farklı olduğuna işaret etmişlerdir. Khalifa, Abd Elghany ve Abd Elghany (2021), gelişmekte olan ülkelerde genel olarak bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı kaynaklar ve altyapıların yetersiz olduğuna işaret etmiş ve kaynak yetersizliğine dayanan bu problemlerin, gelişmiş lojistik ve tedarik zinciri çözümleri için bir engel teşkil ettiğini belirtmişlerdir.

2023 verilerine göre 3.40 olarak açıklanan Lojistik Performans Endeksi (LPI) ile (World Bank, 2024) gelişmekte olan bir ekonomi olan Türkiye (Vural ve Tuna, 2016), Asya ve Avrupa'yı birbirine bağlayan değerli jeopolitik konumu ile önemli bir uluslararası lojistik alan olma şansı taşımaktadır (Aktas, Agaran, Ulengin ve Onsel, 2011; Kucukaltan, Saatcioglu, Irani ve Tuna, 2022). Artan iş gücü potansiyeline ve Avrupa'nın en büyük karayolu araç filosuna sahip olmasına rağmen (Erem ve Akalan, 2023) Türkiye, lojistik endüstrisi bağlamında tamamen dijital olmaktan oldukça uzaktadır fakat dijitalleşmeye doğru ilerleme yolunda insan gücü ile makine gücünün beraber kullanımı dijitalleşme stratejisi olarak önem arz etmektedir (Kucukaltan, vd., 2022).

Rahman, vd., (2022), gelişmiş ekonomiye sahip bir ülkenin, gelişmekte olan ekonomiye sahip bir ülkeden daha iyi ekonomik ve sosyal şartlara sahip olması, altyapılarının ve ölçek ekonomilerinin birbirinden farklı olması sebebiyle teknolojinin benimsenmesinin daha hızlı olabileceğini ve endüstri 4.0 teknolojilerinin lojistik sektörü üzerindeki etkilerinin ve kişilerin çalışma yaşamlarına olan yansımaları üzerindeki belirsizliklerin tamamen farklı olacağını belirtmişlerdir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından kıyaslama yaptıkları çalışmaları sonucunda, hem Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na üretim ve tüketim bağlamında uygunluk sağlamak, hem de doğru bir dijitalleşme stratejisi belirlemek için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin, endüstri 4.0 teknolojilerinin farklı yönleri üzerine odaklanmalarını önermişlerdir (Rahman, vd., 2022).

Sonuç olarak literatür taramasından da anlaşılabileceği gibi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde lojistik 4.0 teknolojilerinin kullanımı ve benimsenmesi birbirinden farklı olmakla beraber, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde hükümet politikalarının uyumlulaştırılması, daha fazla maddi kaynağın teknoloji ve ar-ge için ayırılması, teknik ve fiziksel altyapı eksikliklerinin giderilmesi (Holmes, Amin Gutiérrez de Piñeres ve Kiel, 2006), şirketlerin kurumsal kültürünün bilgi teknolojilerini benimseme yönünde dönüşmesi (Khalifa, vd., 2021) ve doğru teknolojileri doğru hızla kullanarak bir dijital dönüşüm içerisine girilmesi ve böylece daha az risk ve belirsizlikle karşılaşılması (Fitzgerald, Kruschwitz, Bonnet ve Welch, 2014) önerilmektedir.

1.4.Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma

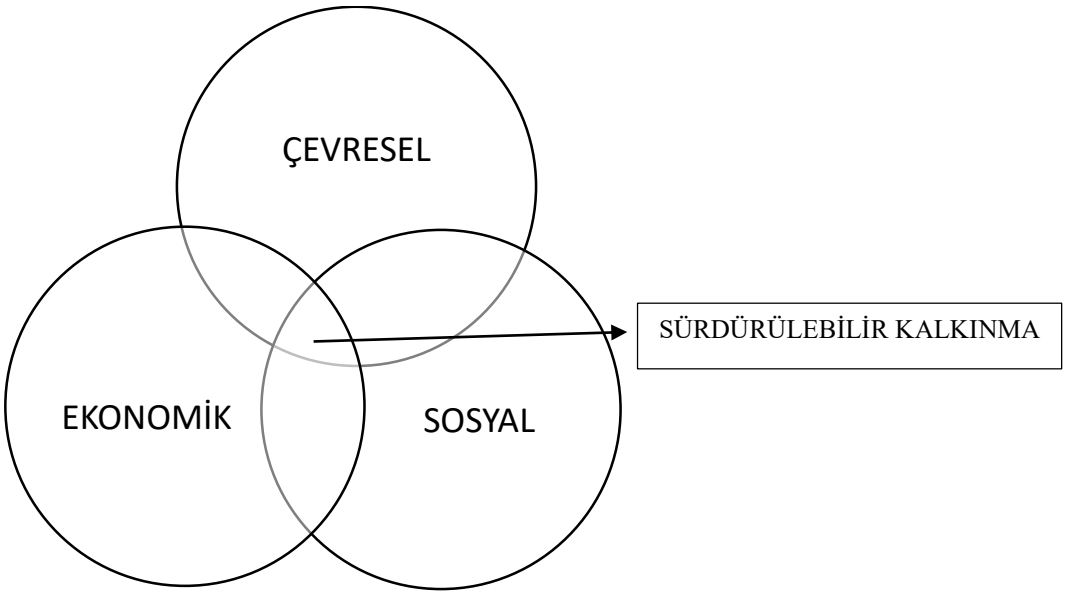
İçinde yaşamakta olduğumuz 21. Yüzyılda, sınırlı araçlar ile sınırsız amaçlar arasındaki ilişkiyi ifade eden kıtlık (Achterhuis, 1993) kavramı, sürdürülebilirlik konusunun önemini arttırmış, literatürde ve uygulayıcılar arasında odak kavramlardan biri haline getirmiştir (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). İklim değişikliği ve aşırı kaynak tüketimi sebebiyle hava, su, toprak, bitki gibi doğal kaynakların tehdit altında oluşunun yanısıra, sürdürülebilirlik konusunun gündemde oluşunun sebeplerinden biri de küreselleşmedir (Tang, Wang, Yang ve Tang, 2020). Küreselleşme, beraberinde uluslararası ticareti, artan mal ve hizmet hareketini, yükselen tüketim olgusunu ve enerji yoğun teknolojilerin kullanımını getirmektedir (Rees, 2002).

Doğal kaynakların tükenmesi endişesi çok daha eskiden beri var olsa da, sürdürülebilirlik kavramının, tarihte ilk kez 1713 yılında ormancılık alanında, yeni büyüyen bir ormandan verdiği üründen daha fazlasını hasat etmeme anlamında ve sürdürülebilir ormancılık yönetimi prensibine dayalı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Wiersum, 1995; Kuhlman ve Farrington, 2010). Sözlük düzeyindeki kelime anlamıyla ise sürdürülebilirlik, bir durumu sürdürmek, devam ettirmek, korumak ve desteklemek demektir (Onions, 1964; Taherdangkoo, Ghasemi ve Beikpour, 2017). Sürdürülebilirlik temel kavramı ile yakından ilişkili olan sürdürülebilir kalkınma ise 1987 yılında Brundtland Komisyonu tarafından "Ortak Geleceğimiz" raporunda, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken, gelecek neslin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeme yeteneği (WCED, 1987) olarak tanımlanmıştır ve tanımlandığı yıldan beri bilim insanlarının, uygulayıcıların, hükümetlerin ve politikacıların ilgisini çekmektedir (Henckens, Driessen ve Worrell, 2014). Mebratu (1998), insanlığın bilgi üretme hızının karmaşıklığa yol açtığını, bu karmaşıklığın çeşitli boyutlarda işlev bozukluklarına sebep olduğunu ve tüm bu zorlukların üstesinden gelebilmenin yöntemlerini bulma açısından sürdürülebilir kalkınma kavramının geliştiğini ifade etmektedir.

Literatürde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınmaya dayalı birçok tanım bulunmaktadır. Sakalasooriya (2021), sürdürülebilirliği sosyal sistemlerin kapasitesini koruyabilmek için ekolojik sistemlerin kapasitesini koruma amacı güden, sonu olmayan, dinamik bir süreç olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde Diesendorf (2000), sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının tanım bazında tartışmaya

açık olduğunu belirtmiş ve sürdürülebilir kalkınmayı ekonomik ve sosyal kalkınmayı hedefleyen, doğal çevre ve sosyal eşitliği koruma ve geliştirme amacı güden kalkınma türü olarak tanımlamıştır. Sheehy ve Farneti (2021), sürdürülebilirliği kurumsal bağlamda incelemiş, sürdürülebilirliğin iş dünyası için vazgeçilmez bir kavram olduğunu ve bir işletmenin başarısının yalnızca finansal performansı ile değil, aynı zamanda sosyal ve ekolojik çevreye olan katkıları ile de ölçülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Chiu (2003), sürdürülebilir kalkınmanın literatürde birçok tanımının bulunduğu, anlaşılması kolay bir kavram olduğunu, fakat özellikle sosyal perspektife dayalı olarak toplumsal düzeyde ve hükümet politikalarına uygulama seviyesinde uygulanmasının karmaşık olabileceğini belirtmiştir. En temel açıklaması ile ise Clift, Allenby ve Ayres (2000), sürdürülebilirliği bir hedef, sürdürülebilir kalkınmayı ise bu hedefe ulaşma süreci olarak tanımlamıştır (Sikdar, 2003).

Literatürde "Triple Bottom Line" (TBL) olarak anılan, üçlü kar hanesi veya üçlü bilanço sistemi, 1994 yılında Elkington J. tarafından yaratılmış bir terim olup, sürdürülebilirliğin esasen çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar arasındaki dengeden ibaret olduğunu anlatmaktadır (Sartori, Latrônico ve Campos, 2014). Şekil 3'te sürdürülebilir kalkınmanın boyutları ve boyutlar arasındaki ilişkiler, iç içe küreler modeli yoluyla gösterilmiştir. Sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları ayrı ayrı açıklanacaktır.



Şekil 3. Sürdürülebilir kalkınmanın üç temel boyutu. " Linking Local and Global Sustainability: A Model for Ethical Action", McKenzie, S., Sandhu, S., Harris, H., 2014, (Vol. 4). Springer, s. 5.

1.4.1. Sürdürülebilirliğin Çevresel Boyutu

Temelde, tüm dünyada artmakta olan nüfus ve ekonomik gelişim hızı, küresel kaynak talebini arttırmakta ve çevresel bozulmayı gittikçe daha fazla tetiklemektedir (Nasrollahi, Hashemi, Bameri ve Mohamad Taghvaee, 2020). Çevresel sürdürülebilirlik, yaratılan kirliliğin, yenilenebilir ve yenilenemez kaynak tüketiminin oranları olarak ifade edilmektedir (Asokan, Murshid, Benny, Francis ve Mirza, 2019). Ayrıca çevresel sürdürülebilirlik, bugünü ve gelecekteki sağlığı ve yaşamı sürdürebilmek ve desteklemek için doğal kaynakları ve küresel ekosistemi koruma sorumluluğunu içerir (Sphera, 2020).

Ekolojik bozulma ve artan endişenin kaynağı olarak çok sayıda insan faaliyetini göstermek mümkündür (Syed ve Tollamadugu, 2019). Bunların en başında endüstrileşme ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kirlilik ve yoğun kaynak kullanımı gelmektedir (Lee, Zhang ve Hou, 2023). Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD), endüstri, elektrik, tarım, ulaştırma ve yapı sektörleri ele alınarak, tüm dünyada karbon emisyonlarının yaklaşık %90'ının kontrol edebilebileceğini belirtmektedir (OECD, 2023).

Güncel olarak birçok ülke hükümeti, küresel ısınma, iklim değişikliği, kaynak tüketimi gibi konularla mücadele etmeye yönelik enerji tasarrufu, karbon emisyonlarını azaltma, geri dönüşüm, yeşil üretim ve tüketim gibi önemler almaya yönelmektedir (Lee, vd., 2023). Bu bağlamda, örneğin Amerika, temiz enerjiye yönelim, halk sağlığını koruma ve iklim değişikliği ile mücadele alanlarında özellikle petrol, doğal gaz ve enerji sektörlerine yönelmekte ve bu sektörler ile ilgili eylem planları oluşturmaktadır (EPA, 2023). Birleşmiş milletler, tüm ülke hükümetleri için altı iklim pozitif eylem önerisinde bulunmaktadır: karbondan arındırılmış yeşil yatırımlar, yeşil meslekler ve işlere yönelim, adil bir şekilde tüm toplumu daha dayanıklı hale getirerek yeşil ekonomi dönüşüm yaratımı, fosil yakıtları azaltarak sürdürülebilir yatırımlara geçiş, iklim değişikliğine bağlı risklerle yüzleşme ve başarı için tüm ülkeler arasında kurulacak iş birliği (United Nations, 2022). Bu bağlamda, yalnızca ekonomik sürdürülebilirliği ve ekonomik kalkınmayı desteklemenin, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde pozitif bir etki yaratmayacağını ve hükümetler bazında

önlemler alınmadıkça çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin yakalanamayacağını söylemek mümkündür (Cumming ve Cramon-Taubadel, 2018).

Birçok sektör gibi lojistik sektörü de, iklim değişikliği ve yol açtığı hasarlardan hem etkilenen, hem de bu olumsuz yöne gidişi etkileyen sektörlerden bir tanesidir. Tedarik zinciri içerisindeki lojistiğe dayalı birçok operasyon, çevre kirliliğine ve yoğun bir şekilde kaynak tüketimine yol açmaktadır (Jayarathna, Agdas ve Dawes, 2023; Zaman ve Shamsuddin, 2017). Dünyada karbon emisyonlarının yüzde sekizi ila onundan sorumlu olan taşımacılık sektörü, iklim değişikliği sorunu ile özdeşleşmiş durumdadır (Dosan Cargo, 2022). Bu sorun için atılan bazı adımlar mevcuttur. Örneğin, gemi yapımında çelik yerine, kompozit materyaller kullanılarak, gemiler daha sürdürülebilir, materyaller geri dönüştürülebilir ve denizaltı canlıları için daha az gürültülü bir hale getirilmeye çalışılmaktadır (Horizon, The EU Research and Innovation Magazine, 2021).

Fırtınalardan, orman yangınlarına kadar iklim değişikliğinin sebep olduğu şiddetli hava olayları ise köprüler, limanlar, otoyollar gibi altyapıların bozulmasına, lojistik filoların olumsuz etkilenmesine ve hatta gemilerin hasar görmesine yol açmaktadır (Supply Chain Game Changer, 2023). Altyapı çalışmalarının güçlendirilmesi ve teknolojiye yapılan yatırımların tüm dünyada arttırılması, özellikle planlama, taşıma ve depolama alanlarındaki sorunların daha hızlı görülmesini ve bu sorunlara daha hızlı çözüm bulunmasını sağlayacaktır (Euronews, 2023).

Kasım 2022'de Mısır'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP 27), 2023 ve sonrası için çevresel sürdürülebilirliği ve iklim eylemini kapsayan beş temel karara varmıştır (UNFCCC, 2023). Bu kararlardan ilki, iklim felaketlerinden olumsuz etkilenen ülkeler için kayıp ve hasar fonu oluşturulması, ikincisi küresel ısınmayı 1.5°C'de sabit tutmak için sera gazı emisyonlarının azaltılması, üçüncüsü kar amacı güden veya gütmeyen tüm organizasyonların iklim değişikliği etkilerini azaltmaya yönelik verdikleri sözler konusunda hesap verilebilirliğinin arttırılması, dördüncüsü gelişmekte olan ülkeler için azaltım, uyum, kayıp ve hasar konularında ekstra fon sağlanması ve sonuncusu ise Paris İklim Anlaşması'nda belirtilen sistemin ve konferansta belirtilen konuların kesinlikle uygulamaya ve somut eylemlere dönüşecek olması yönündedir (UNFCCC, 2023).

1.4.2. Sürdürülebilirliğin Sosyal Boyutu

İlk olarak 1960'lı yıllarda, çevresel kaygıların gündeme gelmesiyle ortaya çıkan sürdürülebilirlik kavramı, sonraki yıllarda ekonomik ve sosyal boyutlara da taşınmış ve sosyal sürdürülebilirlik; toplumsal yaşamı düzenleyen ve iyileştiren koşullar ve bu koşulların başarıldığı süreçler olarak tanımlanmıştır (McKenzie, 2004). Chiu (2003) ise sosyal sürdürülebilirliği, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission on Environment and Development – WCED) tarafından oluşturulan sürdürülebilir kalkınma tanımıyla uyumlu olarak, tüm kaynakların ve varlıkların adil dağılımının ve tüketiminin olduğu, adil sosyal ilişkilerin yer aldığı ve kabul edilebilir bir yaşam kalitesinin barındığı boyut olarak tanımlamaktadır.

Günümüzde birçok kişi için sürdürülebilirlik terimi, hala yalnızca çevreyi koruma ve çevre ile ilgili algıları ifade etmektedir (Opp ve Osgood, 2013). Dolayısıyla sürdürülebilirliğin John Elkington tarafından ifade edilen sosyal boyutunun, diğer boyutlara göre tanımlanmasının daha zor ve daha ihmal edilmiş bir boyut olduğunu söylemek mümkündür (Opp, 2017; Vallance, Perkins ve Dixon, 2011). Sürdürülebilirlik literatürü incelendiğinde de, sosyal sürdürülebilirliğin, çevresel ve ekonomik boyuta kıyasla daha az çalışılmış, geliştirilmesi ve üzerinde durulması gereken bir boyut olduğu görülmektedir (Missimer, Robert ve Broman, 2017; Missimer, 2013).

Sürdürülebilirlik, bugün birçok sebeple işletmeler için önem kazanmış, yıllık raporlar halinde sunulan ve hatta birçok işletme tarafından bir yönetim felsefesi haline getirilmiş bir kavramdır (Giovannoni ve Fabietti, 2013). İşletme perspektifinden bakıldığında sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik ve çevresel performans ölçümlerine kıyasla daha nadir dikkate alınan, daha az uygulamaya koyulan ve performans ölçümü daha zor olan bir boyut olarak görülmektedir (Sarkis, Helms ve Hervani, 2010; Brent ve Labuschagne, 2007). Dunphy (2000), sürdürülebilirliğin işletmeler düzeyindeki sosyal boyutunu, sürdürülebilir yüksek düzeyde örgütsel performans ve toplumsal refah için insan kapasitesi ve becerisi yaratmak olarak tanımlanmaktadır (Sajjad ve Shahbaz, 2020).

Sektörde sosyal sürdürülebilrliğe ilişkin bazı örnekleri görebilmek mümkündür. Apple, teknolojiyi erişilebilir kılarak, eşitlik ve fırsat yaratarak, çeşitlilik

içeren kapsayıcı bir iş ortamı oluşturarak ve insan haklarına saygı duyarak insanı önceliklendirdiğini, sosyal boyut ile ilgili olarak belirtmektedir (Apple, 2022). Amazon, sürdürülebilirliğin sosyal boyutu ile ilgili olarak, sürdürülebilir kalkınma amaçları ile uyumlu, uzun vadeli planlar ve çözümler sunma, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimlerini destekleyerek geleceğe yönelik adımlar atma amaçlarından söz etmektedir (Amazon, 2022). Microsoft ise kurumsal sosyal sorumluluk ile ilgili olarak teknolojinin pozitif etkilerini tüm dünyaya yayabilmek için kişilerin güvenini kazanma, temel insan haklarına saygılı olma ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin tamamını destekleme taahhütlerinin varlığından bahsetmektedir (Microsoft, 2022). Buradan yola çıkarak, işletme perspektifinden sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun, tüketiciler, çalışanlar, tedarikçiler, hissedar ve paydaşlar ve toplumun tamamını kapsadığını söylemek mümkündür.

1.4.3. Sürdürülebilirliğin Ekonomik Boyutu

WCED tarafından 1987 yılı raporunda yapılan Sürdürülebilir Kalkınma tanımı çok boyutlu yapısı sebebiyle (Campagnolo, vd., 2018) yıllar boyunca çatışmalı ve tartışmalı olmuştur (Kaptein ve Wempe, 2001). Fakat genel olarak sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutunun tanımı; mal ve hizmet üretim döngüsü içerisinde olan, kontrol edilebilir dış borçlara sahip ve tarım ve endüstriye zarar verecek sektörel dengesizliklerinin önüne geçme kapasitesine sahip bir sistemin varlığı olarak kabul edilmektedir (Harris, 2000). Herhangi bir ekonominin sürdürülebilir olması için üretim kapasitesinin ve bu kapasitenin bağlı olduğu bilgi, beceri, eğitim, öğretim gibi insan kaynağının ve çeşitli doğal kaynakların yeterli olması gereklidir (Vivien, 2008). Buradan hareketle, ekonomik sürdürülebilirliğin, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik ile yakından ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınmaya İlişkin Rio Deklerasyonu (1992), tüm devlet hükümetlerinin çevresel sürdürülebilirliği başarmak ve tüm dünyada sürdürülebilir bir ekonomik kalkınmaya ulaşabilmek için iş birliği içerisinde olması gerektiğinden söz etmektedir (Convention on Biological Diversity, 2006). Ayrıca, Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (Amaç 8) da, bütünleştirici ve sürdürülebilir ekonomik büyüme, istihdam ve yeterli iş koşulları sağlanmasına teşvik etmenin önemine vurgu yapmaktadır (UN, 2022).

Sürdürülebilirliğin ekonomik boyutuna işletme perspektifinden bakılacak olursa, bir örgütün mali performansı, maddi olmayan duran varlık yönetimi, ülke ekonomisi üzerindeki toplam etkisi ve sosyal ve çevresel boyutlarla olan etkileşimi, ekonomik olarak sürdürülebilir olma konusunda dikkate alınması gereken unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Doane ve MacGillivray, 2001). Bugün işletmelerin sürdürülebilirliğin tüm boyutları üzerindeki etkisi ve sürdürülebilirliği bir strateji olarak belirlemenin karlılık ve rekabet edebilirlik üzerindeki etkisi yadsınamaz düzeydedir (Dyllick ve Muff, 2016). İşletmeler sürdürülebilir uygulamalar gerçekleştirerek, ekonomik fayda yaratmış, toplumsal sorunlara değinmiş ve müşteriler de dâhil olmak üzere tüm iç ve dış paydaşlarına karşı kurumsal sosyal sorumluluk görevini yerine getirmiş olur (Tura, Keränen ve Patala, 2019; Fearne, Martinez ve Dent, 2012).

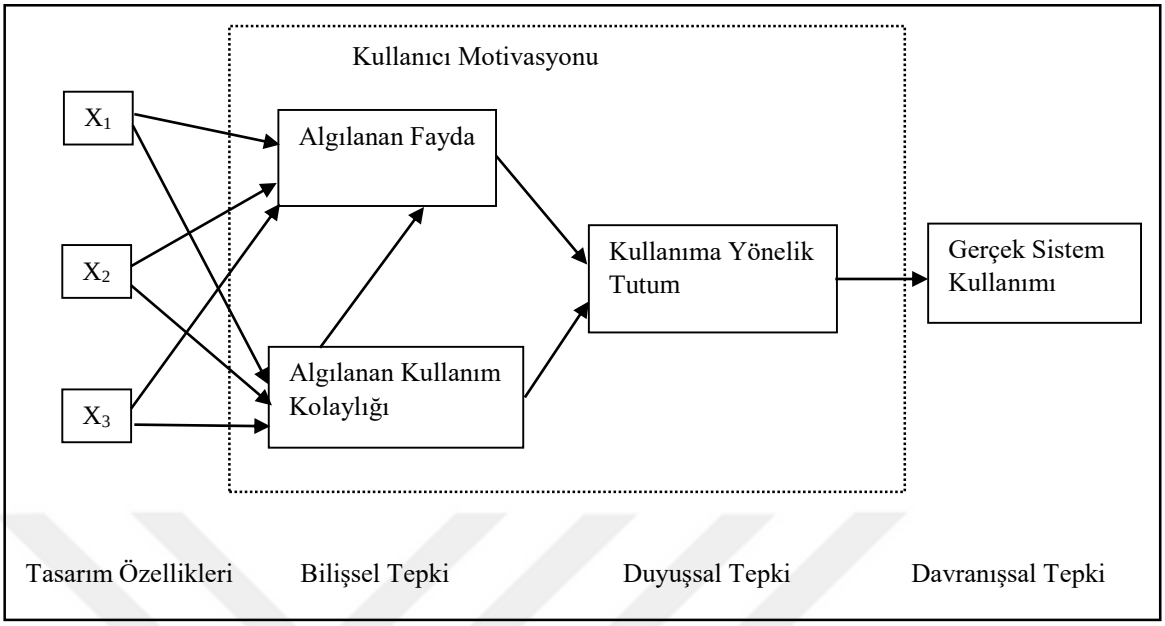
Yüksek enflasyon ve faiz gibi finansal belirsizliklerin sıklıkla gündemde olduğu günümüz iş dünyasında sürdürülebilirlik, yalnızca ekonomik büyüme bağlamında değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel faydalar yaratarak sosyal sermaye oluşturma bağlamında da önemli bir kavram olarak görünmektedir (Forbes, 2023). Buna göre, markaların ekonomik performanslarını iyileştirecek sürdürülebilirlik bağlantılı çözümler; sürdürülebilir etki ile marka değerini arttırma, döngüsel tasarıma dayalı bir iş modeli yaratma ve sürdürülebilir iş modelleri ile yeni müşterilere erişme olarak belirtilmektedir (Forbes, 2023).

2. TEORİK ÇERÇEVE

2.1. Teknoloji Kabul Modeli

Dijital dönüşüm, iş modelleri, operasyonel süreçler ve müşteri deneyimlerinin gelişmesini sağlayan dijital teknoloji ve yeteneklere dayalı, sürekli değişim içerisinde olan ve olma potansiyeli taşıyan dinamik bir süreçtir (Morakanyane, O'Reilly ve McAvoy, 2020; Morakanyane, vd., 2017). Buhar gücüyle makineleşme, elektrik enerjisi kullanımı, bilgisayarlaşma ve nihayet çeşitli bilgi ve iletişim teknolojileri ile şekillenen sanayi devrimleri, günümüzde ağ kullanımını, kişilerin hem kişisel, hem de profesyonel yaşamlarında çeşitli teknoloji ve bunlara dayalı cihazlara olan adaptasyonunu bir zorunluluk haline getirmiştir (Jayawardena, Ahmad, Valeri ve Jaharadak, 2023; Vogelsang, 2010). Kullanıcıların yaşamlarına dâhil olan teknolojileri kabul veya reddi ve bu kabul veya red kararının hangi faktörlere bağlı olduğu, literatürde çok önemli bir araştırma konusu olarak yer almaktadır (Marangunić ve Granić, 2015).

Teknoloji Kabul Modeli (Technology Acceptance Model (TAM)), Fred D. Davis tarafından, 1985 yılında yapmış olduğu doktora tezi çalışması ile sistemsel özelliklerin, bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerinin kullanıcıları tarafından kabulü üzerindeki etkisini test etme ve teorik bir model geliştirme amacıyla ortaya atılmıştır. Teknoloji Kabul Modeli, Fishbein (1967) tutum-davranış ilişkisi modeli ve Fishbein ve Ajzen (1975) tarafından geliştirilen Gerekçeli Eylem Teorisi ile temellendirilmiştir (Davis, 1985). TAM, bir kişinin herhangi bir bilgi sisteminin kabul veya reddinin iki ana değişkene bağlı olarak belirlendiğini varsaymaktadır: algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı (Lee, Kozar ve Larsen, 2003). Şekil 4'te Davis (1985) tarafından önerilen Teknoloji Kabul Modeli, nedensel ilişkileri belirtilen oklarla beraber gösterilmektedir.



Şekil 4. Teknoloji Kabul Modeli. "A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results", Davis, F. D, 1985, (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology), s. 24.

Şekil 4'te X1, X2 ve X3 olarak ifade edilen alternatif sistemler, tasarım özellikleri değişkeni ile gösterilmektedir. Teknoloji kabulünü örgütsel düzeyde açıklamayı amaçlayan (Park, vd., 2022) bu modelde, bir potansiyel kullanıcının, belirli bir sistemi kullanmaya yönelik tutumu, kullanıcının sistemi gerçekten kullanıp kullanmayacağının ana belirleyicisi, algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı inançları ise tutumun temel iki fonksiyonudur (Davis, 1985). Algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda ile nedensel bir etkileşim içerisinde olmakla beraber, heri iki fonksiyon da dış etkenler olarak temsil edilen tasarım özelliklerinden etkilenmektedir (Davis, 1985). Teknoloji Kabul Modeli (TAM), geliştirilmesinden bu yana, birçok kez ve birçok açıdan eleştirilmiş, incelenmiş, genişletilmiş ve çalışılmış bir model olmuştur (Opoku ve Francis, 2019).

Davis (1989) tarafından yapılan çalışmada, kullanıcıların bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerini kullanmasının veya reddetmesinin hangi faktörlerden etkilendiğini incelenmiş ve algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı değişkenlerinin temel iki yapı oluşturduğu öne sürülmüş, ayrıca performans beklentisi, öz yeterlilik ve akla

yatkınlık gibi değişkenlerin de etkili olduğunu vurgulanmıştır (Davis, 1989; Li, Kamkankaew ve Limpiaongkhanan, 2023). Buna göre *algılanan fayda*; bir kullanıcının, bilgisayar tabanlı bilgi sistemini kullanmasının çalışma performansını arttıracağına olan inancının derecesi, yani söz konusu teknolojinin faydalı olacak bir biçimde kullanılabilir oluşuna olan inancını ifade etmektedir (Davis, 1989). Bundan farklı olarak, *algılanan kullanım kolaylığı* ise bir kullanıcının, bilgisayar tabanlı bilgi sistemini kullanmasının çaba gerektirmeyeceğine olan inancının derecesi, yani söz konusu teknolojinin kolay oluşu, büyük bir çaba gerektirmeyişine olan inancını ifade etmektedir (Davis, 1989).

Davis, Bagozzi ve Warshaw (1989), örgütsel bağlamda kişilerin bilgisayar sistemlerini kabul veya red etme sebeplerini araştırmış, dışsal motivasyon olarak kategorilendirdiği algılanan faydanın (Park, vd., 2022), kişilerin niyetleri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu, içsel motivasyon olan algılanan kullanım kolaylığının ise küçük, önemli, fakat zamanla azalan bir etkisi olduğunu, tutumun, inançların niyetler üzerindeki etkisine aracılık ettiğini ve öznel normların niyetler üzerinde hiçbir etkisi bulunmadığını ortaya koymuşlardır (Davis, vd., 1989). Davis (1993) ise TAM'nin motivasyonel özellikleri (kullanıcı motivasyonu) olan algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve kullanıma yönelik tutumun, sistem tasarım özelliklerinin kullanım üzerindeki etkisine aracılık ettiğini ortaya koymuştur. Yani, sistemin özellikleri, motivasyonel değişkenler aracılığıyla davranışı tamamen etkileyebilir, fakat gerçek sistem kullanımı üzerinde doğrudan bir etkisi yoktur (Davis, 1993). Yine bu çalışmada, algılanan faydanın, kullanıma yönelik tutum aracılığıyla dolaylı olarak ve doğrudan gerçek sistem kullanımı üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu ve algılanan faydanın, algılanan kullanım kolaylığına göre kullanıma yönelik tutum üzerinde dört kat fazla etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Davis, 1993).

Daha sonra Venkatesh ve Davis (2000), TAM2 adlı genişletilmiş bir teknoloji kabul modeli önermiş ve algılanan faydayı etkileyen değişkenleri; öznel norm, imaj, iş ile ilgililik, çıktı kalitesi ve sonuç kanıtlanabilirliği olarak; deneyim ve gönüllülüğü, öznel normun düzenleyici faktörleri; öznel normu, algılanan kullanım kolaylığını ve algılanan faydayı kullanım niyetinin doğrudan belirleyicileri olarak göstermişlerdir (Marangunić ve Granić, 2015).

TAM2'nin bazı önemli değişkenleri gözardı etmesi sebebiyle (Park, vd., 2022), Venkatesh, Morris, Davis ve Davis (2003), bilgi teknolojilerinin kullanıcılar

tarafından kabulünü araştıran sekiz modeli (gerekçeli eylem teorisi, teknoloji kabul modeli, motivasyonel model, planlı davranış teorisi, teknoloji kabul ve planlı davranış birleştirilmiş modeli, kişisel bilgisayar kullanım modeli, yeniliklerin yayılması kuramı, sosyal bilişsel kuram) karşılaştırarak birleştirmiş, Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (UTAUT) adlı bir model ortaya çıkarmışlardır (Venkatesh, vd., 2003). Bu modelde oluşturulan yeni temel değişkenler aşağıdaki gibidir (Venkatesh, vd., 2003):

- Kişinin teknolojiye dayalı bir sistemi kullanmasının, çalışma performansına olumlu yönde yansıyacağına inanma derecesi olarak tanımlanan *performans beklentisi*,
- Kişinin teknolojiye dayalı bir sistemi kullanmanın kolay olacağına inanma derecesi olarak tanımlanan *çaba beklentisi*,
- Kişinin teknolojiye dayalı bir sistemi kullanmasının, önemli olarak gördüğü diğer kişiler tarafından gerekli görüldüğüne inanma derecesi olarak tanımlanan *sosyal etki*,
- Kişinin teknolojiye dayalı bir sistemi kullanırken, örgütsel ve teknik altyapının onu destekleyeceğine inanma derecesi olarak tanımlanan *kolaylaştırıcı koşullar*.

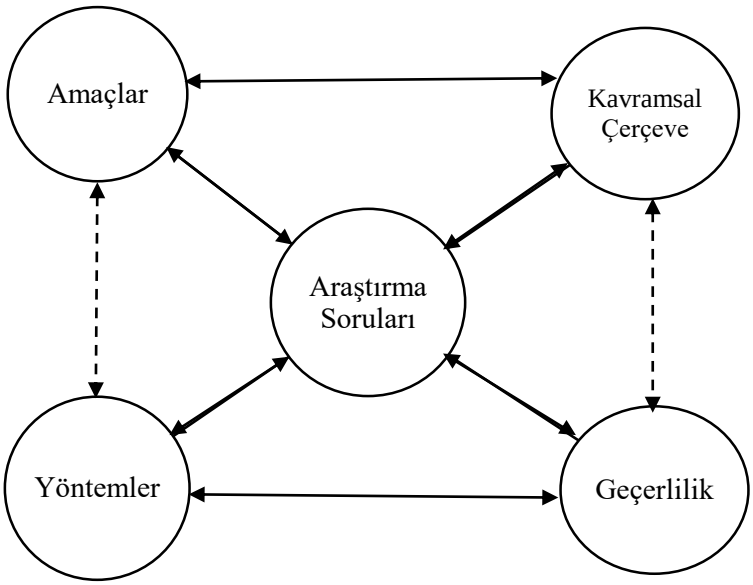
Yukarıda tanımlanan yeni değişkenler, davranışsal niyet ve kullanım davranışı arasındaki ilişkiler, cinsiyet, yaş, tecrübe, kullanım gönüllülüğü tarafından modere edilmektedir (Park, vd., 2022).

3. METODOLOJİ

3.1.Nitel Araştırma Tasarımı ve Yöntemi

Nitel araştırma, doğası gereği insanı ve insana dair özellikleri ele aldığından, antropoloji, felsefe, psikoloji, sosyoloji gibi birçok disiplin ile iç içe bulunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). İnsan davranışı birçok farklı ortam, durum ve değişkenden etkilendiğinden, esnek bir araştırma şekli ile incelenmeli ve insan görüş ve deneyimleri, araştırma yaklaşımının merkezinde yer almalıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Buradan hareketle nitel araştırma, insanların davranışlarını, birbirleri ile olan etkileşimlerini, fikir ve inançlarını ortaya çıkarmak için kullanılan, sayısal olmayan veriler üretebilen ve katılımcıların deneyimlerini ortaya koymasıyla araştırmacıya farklı bakış açıları kazandıran araştırma yaklaşımı olarak tanımlanmıştır (Pathak, Jena ve Kalra, 2013). Bir niteliksel araştırmacı, kişilerin deneyimlerini anlama odaklı olarak hareket etmeli, nicel araştırma tasarımında yer verilen kategorilere ayrılmış ve kesin yanıtları almak yerine, katılımcının anlayışına ilişkin derinlemesine sorulara yer vermelidir (Jackson, Drummond ve Camara, 2007).

Nitel araştırmalar, tasarımı gereği çeşitli yöntem ve metotları kullanarak, araştırma sorularının ışığında veri toplama ve toplanan verilerin daha açık bir şekilde anlaşılmasını sağlayacak yapılar ve teorileri ortaya çıkarma yollarını izleyerek ilerler (Jackson, vd., 2007). Aşağıdaki şekilde (Şekil 5), nitel araştırma tasarımı modeline dâhil olan araştırma soruları, amaçlar, kavramsal çerçeve, yöntemler ve geçerlilikten oluşan bileşenler ve aralarındaki etkileşim gösterilmektedir.



Şekil 5. Etkileşimli Araştırma Tasarımı Modeli. "Qualitative research design: An interactive approach", Maxwell, J. A., 2012, Sage publications, s.23.

Şekil 5'te sunulan modelde yer alan araştırma soruları bileşeni, diğer tüm bileşenlerin merkezinde yer almakta, bu da bu bileşeni diğerlerinin üzerinde en doğrudan etkiye sahip ve diğerlerinden en doğrudan etkilenen bileşen yapmaktadır (Maxwell, 2012). Araştırma soruları, yalnızca çalışmanın başında sabitlenmez, aynı zamanda amaçlar ve kavramsal çerçevenin şekillenmesiyle ve değişmesiyle değiştirilebilir veya genişletilebilir (Maxwell, 2012). Buna ek olarak araştırma soruları, amaçlar ile yüksek oranda bağlantılı ve teorik kavramlar ve oluşturulan çerçeveye dayalı olmalıdır (Maxwell, 2012). Ayrıca çalışmanın amaçları, var olan bilgiler ve teorilere göre; kullanılacak teori ve bilgiler ise araştırmanın soruları ve amaçlarına göre belirlenmelidir (Maxwell, 2012). Araştırmada kullanılan yöntemler ise araştırma sorularına yanıtlar bulmaya ve çalışmanın geçerlilik kısmında ortaya çıkabilecek ve araştırma sorularını yanıtlamaya yönelik olası tehditleri aşabilecek şekilde belirlenmelidir (Maxwell, 2012).

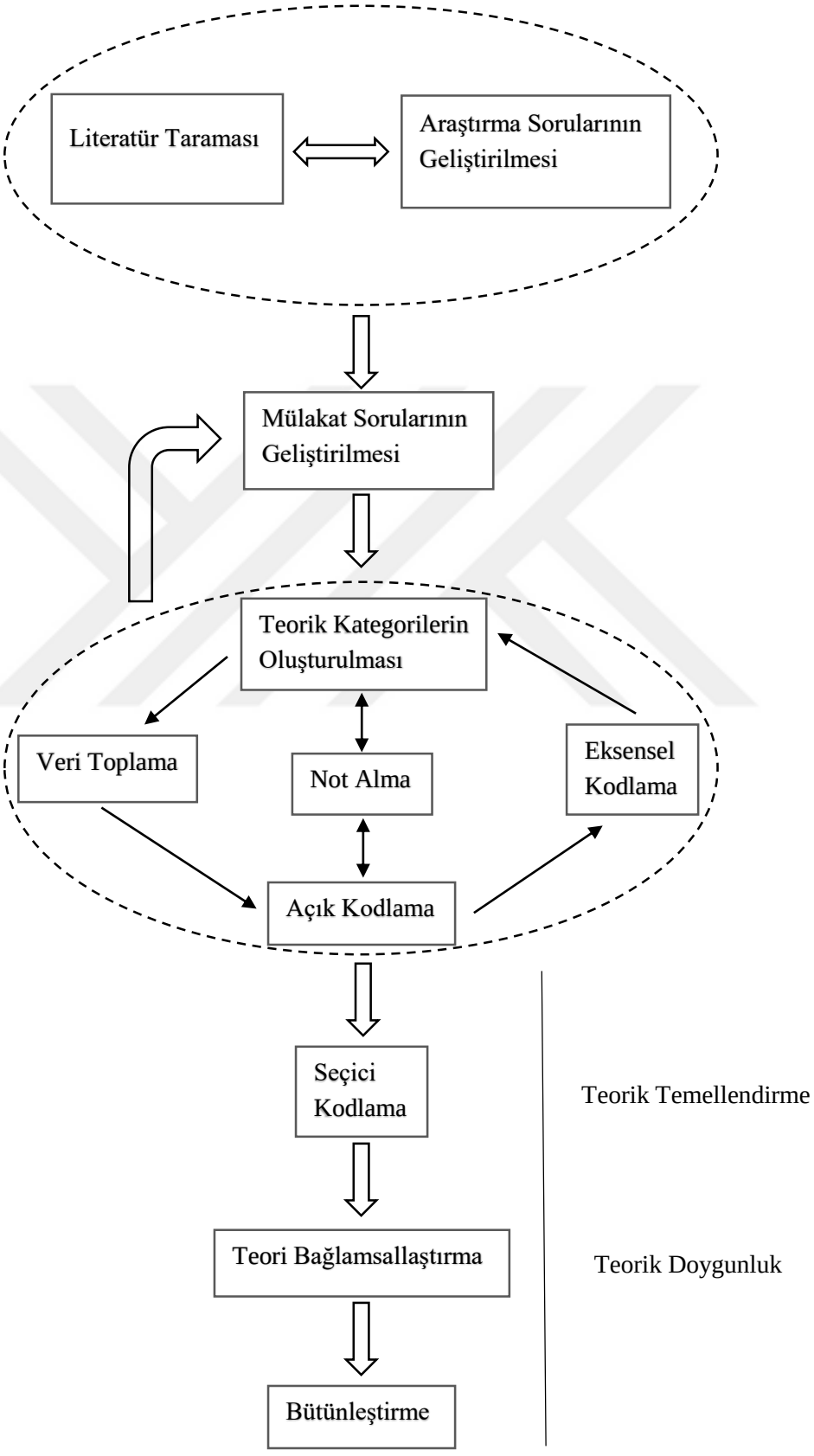
Pozitivist yaklaşımın aksine, nitel araştırma yaklaşımında, genellikle doğru veya yanlış olup olmadığı test edilmesi beklenen ve buna uygun olarak belirlenen bir hipotez veya hipotezler yer almaz (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bunun yerine, çeşitli metotlarla incelemeler yapılarak, verilerin toplanması ve bu verilerin yorumlanarak tümevarım ilkesi ile anlamlı bir bütüne ulaştırılması, yani "grounded theory" olarak

adlandırılan kuram oluşturulması amacını taşır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Kuram oluşturma veya gömülü kuram olarak adlandırılan araştırma deseni, her nitel çalışmada yeni bir kuramın ortaya çıkmasına işaret etmeyi değil, var olan kuramlara yeni perspektifler getirmeyi, yeni kavram ve süreçlerin incelenmesi gerekliliğine ışık tutmayı gerektirir (Glaser ve Strauss, 2017; Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Bu çalışma, nitel araştırma yönteminin insanların belirli olgu ve durumlara, süreçlere ve çeşitli ortamlara yükledikleri anlamları ve etkileri derinlemesine araştırma özelliğine sahip olması sebebiyle (Akter, vd., 2019; Skinner, Tagg ve Holloway, 2000; Silverman, 2011), bu araştırma yöntemini kullanmaktadır. Çıkarımsal (abdüktif) akıl yürütme yaklaşımına dayalı olarak ve gömülü kuram/kuram oluşturma araştırma deseni kullanılarak, olguya ilişkin temel literatür gözden geçirilmiş ve mülakat soruları oluşturulmuştur. Mülakat soruları daha detaylı bir hale getirildikten sonra Strauss ve Corbin (1998) tarafından önerilen metodolojiye dayalı olarak toplanan verileri analiz etmek için açık kodlama, eksensel kodlama, seçici kodlama ve tematik analiz prosedürleri kullanılmış ve kategoriler oluşturulmuştur.

Gömülü kuram ile ilişkilendirilen ve bir metodolojik strateji olarak nitelendirilen "not alma"dan (Birks, Chapman ve Francis, 2008), ilk görüşmenin kodlanmasından, son görüşmenin analizine kadar her aşamada, anlamlar ve kavramlar arasında ilişki kurmak ve geliştirmek üzere faydalanılmıştır. Veri analizi sırasında, teori eşleştirme sürecine başlanmış ve bu süreç analizdeki kategorilerde teorik doygunluğa ulaşılana kadar devam etmiştir. Önceden var olan teoriler ile eşleştirme yapılması süreci, teorik temellendirmeyi ifade eder ve bu süreç içinde teorik garanti sağlamak amacıyla farklı teorilere ve soyutlamalara başvurulabilir, böylelikle var olan teorilerin yoğunlaşması da sağlanmış olur (Goldkuhl ve Cronholm, 2010). Daha sonra ise teorik bağlamsallaştırma ve bütünleştirme yapılmıştır. Şekil 6, araştırma tasarımını özetler nitelikte aşağıda sunulmaktadır. İlk noktalı daire, çalışmanın hassaslaştırma sürecini temsil eder. Araştırma sorularının geliştirilmesi süreci, konuyla ilgili literatürün incelenmesini gerektirir. Literatür taraması ise mülakat sorularının geliştirilmesi için oldukça önemlidir. İkinci noktalı daire ise veri toplama ve analitik yöntem sürecini temsil eder ve sürecin merkezinde yer alan not olma, ilk mülakatın kodlanmasından, son mülakatın analizine kadar, algılanan kavramların birbirleriyle ilişki içinde olduğunu ifade eder. Teori eşleştirme süreci ise ilk verinin analizinden başlayarak, tutarlılık sağlanana ve teorik doygunluğa ulaşılana kadar, seçici kodlama

yoluyla devam eder. Böylelikle teori temellendirilir. Son olarak, temel alınan teorinin çalışmaya bağlı olarak değiştirilmesi yoluyla teorik bağlamsallaştırma ve bütünleştirme süreci sağlanmış olur.



Şekil 6. Çıkarımsal (Abdüktif) Akıl Yürütme Süreci. "Abductive Grounded Theory: a worked example of a study in construction management", Rahmani, F. ve Leifels K., 2018, Construction management and economics. s.569.

3.2.Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Görüşme veya mülakat, nitel araştırmada en sık kullanılan veri toplama aracı olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bir birincil veri toplama yöntemi olarak görüşme, kişilerin mevcut durumlar veya geçmiş deneyimleri, herhangi bir konu veya uzmanlıkları ile ilgili uygulamaları, fikirleri veya inançları hakkında bilgi toplamayı gerektirir (Harrell ve Bradley, 2009). Görüşme, araştırmacının kontrol ve müdahale seviyesine bağlı olarak yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç grupta incelenebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme, sosyal bilimler alanında sıklıkla kullanılan ve tercih edilen bir araştırma yöntemidir (Ruslin, Mashuri, Rasak, Alhabsyi ve Syam, 2022). Bunun sebebi, bu veri toplama aracının çok yönlü ve esnek oluşu ve yapılandırılmış görüşmeye kıyasla karşılıklı ve doğaçlama diyaloglara izin vermesidir (Kallio, Pietilä, Johnson ve Kangasniemi, 2016). Bu araştırmada, yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Bu sayede, araştırmanın amacına uygun olarak sorulan sorular ile derinlemesine bilgilere ulaşılmıştır. Çalışmanın ekler bölümünde, Ek 3 başlığı altında yarı yapılandırılmış görüşmelere ait sorular sunulmuştur. Görüşmeler öncesinde, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan araştırmanın ve araştırmaya bağlı mülakat sorularının etik olduğuna dair uygunluk alınmıştır. Bunun akabinde, Haziran 2022 itibariyle mülakatlara başlanmış ve Şubat 2023 tarihine kadar, 20 farklı freight forwarder firmadan 20 kişi ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Her görüşmeden önce, tüm katılımcılardan araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına ve gönüllü olarak bilgi paylaşımı yaptıklarına dair yazılı taahhütname alınmıştır. Görüşmelerin tamamı, Covid-19 Pandemisi sonrası olması ve dolayısıyla firmaların yüzyüze görüşme yapmak konusunda çekince duymaları sebebiyle çevrim içi görüşmeler şeklinde yürütülmüştür.

3.2.1. Örnekleme Dâhil Edilen Firmalar

Uluslararası Taşıma İşleri Organizatörleri Dernekleri Federasyonu (FIATA) üyesi ve Türkiye temsilcisi Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri

Derneği (UTİKAD) verilerine göre, Türkiye'de güncel olarak 699 üye freight forwarder firma bulunmaktadır (UTİKAD, 2023). Dolayısıyla, bu çalışmanın evreni olan firma sayısının, Türkiye çapında 699 olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmaya, Türkiye menşeili uluslararası alanda faaliyet gösteren 20 freight forwarder firma örneklem olarak seçilmiştir.

Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) tanımına göre, 10'dan az personeli bulunan ve yıllık net satış veya bilançosu 5 milyon TL'ye kadar olan işletmeler mikro işletme, 50'den az çalışanı bulunan ve mali kriteri 50 milyon TL'yi aşmayan işletmeler küçük işletme, 250'den az çalışanı bulunan ve mali kriteri 250 milyon TL'yi aşmayan işletmeler orta büyüklükte işletme ve bu rakamları aşan işletmeler ise büyük işletme olarak ifade edilmektedir (KOSGEB, 2022). Bu rakamlara göre, örneklem bazında seçilen firmaların küçük, orta ve büyük ölçekli olduklarını söylemek mümkündür. Yarı yapılandırılmış görüşmelere katılacak olan örneklemin çerçevesi oluşturulurken, farklı büyüklükte freight forwarder firmaların seçilmesine ve her ölçekten firmanın farklı özellikleri ile örneklem çerçevesinin bulgularının genellemek istenilen evreni temsil edecek nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Tablo 4'te 20 farklı firmadan, 20 farklı katılımcının oluşturmuş olduğu çalışmanın örneklemi gösterilmiştir.

Tablo 4. Çalışmanın Örneklemi

Firma	Katılımcının Pozisyonu	Katılımcının Mevcut Firmada Çalışma Süresi (Yıl)	Katılımcının Sektördeki Toplam Çalışma Süresi (Yıl)	Şirketteki Çalışan Sayısı	Firmanın Geçen Yıl Sahip Olduğu Ciro (Milyon $)	Firmanın Lojistik Operasyonları	Firmanın Hizmet Verdiği Pazarlar	Mülakat Süresi (Dk)
Firma A	Satış Temsilcisi	3	5	16	2	Deniz, Hava, Kara	Güney Amerika, Avrupa, Orta Doğu	58
Firma B	Bölge Satış Yöneticisi	5	8	170	600	Deniz, Hava, Kara	Orta Doğu, Avrupa, Amerika	45
Firma C	Ege Bölge Yöneticisi	19	24	8000	621	Deniz, Hava, Kara, Multimodal	Avrupa, Amerika	40
Firma D	Kıdemli Satış Temsilcisi	3	7	40	5	Deniz, Hava, Kara, Intermodal	Güney Amerika, Orta Doğu, Uzak Doğu	60
Firma E	Yönetim Kurulu Başkanı	9	29	74	30	Deniz, Hava, Kara, Intermodal	Avrupa, Amerika, Çin	55
Firma F	İş Geliştirme Uzmanı	3	6	43	10	Deniz, Hava, Kara	Benelüks, Çin, Amerika, Kızıldeniz ülkeleri	40

Firma G	Operasyon Uzmanı	5	7	100	8	Deniz, Hava, Kara, Demir	Avrupa, Amerika	35
Firma H	Operasyon Yöneticisi	4	10	110	9	Deniz, Kara	Amerika, Çin, Afrika, İsrail	47
Firma I	Operasyon Uzmanı	2	5	3471	580	Deniz, Hava, Kara, Multimodal	Orta Doğu, Avrupa, Amerika	33
Firma J	Operasyon Yöneticisi	9	14	12	2	Deniz, Kara	Balkanlar, Avrupa	55
Firma K	Operasyon Uzmanı	4	7	15	3	Deniz, Hava, Kara	Avrupa, Amerika	37
Firma L	Satış Yöneticisi	5	13	60	40	Deniz, Hava, Kara	Orta Doğu, Uzak Doğu, Afrika	45
Firma M	Operasyon Yöneticisi	13	25	30	6	Deniz, Hava, Kara	Orta Doğu, Avrupa	65
Firma N	Hava İhracat Şefi	6	15	160	22	Deniz, Hava, Kara, Multimodal	Orta Doğu, Çin, Amerika, Avrupa, Afrika	38
Firma O	Operasyon Yöneticisi	10	25	23	15	Karayolu	Avrupa	33
Firma P	Operasyon Yöneticisi	16	16	78	15	Deniz, Hava	Avrupa, İskandinavya	48
Firma R	Satış Şefi	5	8	100	70	Deniz, Hava	Uzak Doğu, Çin, Hindistan	35
Firma S	Operasyon Yöneticisi	6	11	102	55	Deniz, Hava, Kara	Uzak Doğu, Avrupa, Amerika	32
Firma T	Operasyon Yöneticisi	3	7	15	3	Deniz, Hava, Kara	Avrupa, Amerika, Rusya	36
Firma U	Satış ve Pazarlama Uzmanı	2	5	30	2	Deniz, Hava, Kara	Avrupa, Amerika, Afrika, Balkanlar	40

Olasılıklı olmayan ve yargısal örnekleme olarak da adlandırılan amaçlı örnekleme (Etikan, Musa ve Alkassim, 2016), bu çalışmada konu ve yetki bakımında bilgili ve yeterli olduğu düşünülen kişilerin seçilmesinde kullanılmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle beş yılı aşkın süredir lojistik hizmet sektöründe uluslararası alanda faaliyet gösteren Türkiye menşeili firmalar belirlenmiş ve bu firmalardan endüstriyel alanda en az 5 yıl tecrübeye sahip kişiler katılımcı olarak seçilmiştir. Gelişmekte olan ekonomilerden biri olan, jeopolitik konumu sebebiyle büyük bir potansiyel taşıyan ve lojistik sektörünün dış ticaret hacmi açısından büyük bir öneme sahip olduğu Türkiye (Kucukaltan, vd., 2022) menşeini taşıyan farklı ölçekten freight forwarder firmalar, endüstri 4.0'ın lojistikte sürdürülebilirlik boyutlarına yansımalarını inceleme amacıyla araştırmaya dâhil edilmiştir. Birçok farklı ölçekten firmanın ve birçok farklı departmandan katılımcının dâhil edilmesiyle, çoklu bir bakış açısı elde edilmiştir. Bu doğrultuda, amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan

maksimum çeşitlilik örneklemesi kullanılmıştır. Bu örnekleme yöntemi, bir örneklem grubu için çeşitliliği ortaya koyarak, farklı gruplar arasındaki ortak noktalar veya farklı yönleri belirlemek açısından oldukça faydalıdır (Patton, 1987). Bu çalışmada da benzer doğrultuda, farklı ölçekten firmaların kullanılmasının, aralarındaki benzerlik ve farkları ortaya çıkarmasını sağlaması amaçlanmıştır. 20 katılımcıyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış uzman görüşmeleri, gönüllülük esasına dayalı olarak tamamlanmıştır.

3.2.2. Veri Toplama

Yarı yapılandırılmış uzman görüşmesine dayalı birincil verilerin toplanmasından önce, görüşme sorularının netliğini doğrulamak amacıyla örnekleme uygun olarak seçilen 3 katılımcı ile pilot görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşme soruları üzerinde gerekli değişiklikler yapıldıktan ve sorular çalışmanın amacına uygun şekilde güncellendikten sonra uygulamaya koyulmuştur.

Yarı yapılandırılmış mülakat soruları, genelden özele doğru, açık uçlu ve kapalı uçlu soruların yer aldığı derinlemesine bilgi edinilmesini amaçlayan huni tekniği (Waldron, 1986) ile yapılandırılmıştır. Görüşmelerde ağırlıklı olarak lojistik sektöründeki temel problemler ve bu problemlerin dijital dönüşüm ile bağlantılı olan kök nedenleri; firmaların lojistik 4.0'a bakış açıları ve geçiş konusunda aktif olarak hayata geçirdikleri veya geçirmeyi planladıkları eylemler; lojistik 4.0'a geçiş sürecinde yaşadıkları zorluklar; sürdürülebilirlik konusunda algıları ve lojistik 4.0 ve sürdürülebilirlik ilişkisi ve lojistik 4.0'a geçişin sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda etkileri konularına odaklanılmıştır.

Veri toplama işlemi, etik kurul onayı alınmasını takiben, Haziran 2022'den, Şubat 2023'e kadar yaklaşık 9 aylık bir süre boyunca gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler 32 ila 65 dakika arasında sürmüş olup, ortalama süre 43 dakikadır ve tüm görüşmeler katılımcılardan izin alınarak Zoom platformu üzerinden görüntülü ve sesli olarak kayıt altına alınmıştır. Mülakatlarda verilen bilgilerde doygunluk noktası yakalanana kadar görüşmeler yürütülmüştür. Mülakatların her biri mutlaka yeni kodlar eklememiş olsa da, var olan teorik kategorilerin doğrulanmasına ve araştırmanın doygunluk noktasına erişmesine yardımcı olmuştur (Guest, Namey ve McKenna, 2017). Tüm görüşmelerin sonucunda 120 sayfalık bir deşifre oluşturulmuştur. Çıkarımsal (abdüktif) akıl yürütme yaklaşımına dayalı olarak ve gömülü kuram/kuram oluşturma araştırma

deseni doğrultusunda, dinamik kodlama prosedürü teorik ilişkiyi açıklamak üzere takip edilmiştir. Teorik eşleştirme, ilk görüşmenin kodlanması ile başlamış ve teorik doygunluğa ulaşılana kadar devam etmiştir. Sonuç olarak ortaya çıkarılan kodlar, araştırmanın amacına uygun ve araştırma sorularına cevap verebilecek nitelikte ayrıntılı bir şekilde oluşturulmuştur.

3.2.3. Geçerlilik ve Güvenilirlik

Nitel araştırmalarda geçerlilik temel olarak, araştırmacının çeşitli metotlarla araştırmaya, keşfetmeye ve öğrenmeye çalıştığı bir durum veya olguyu, mümkün olduğu kadar yansız ve gözlediği şekliyle yansıtmasını ifade eder (Kirk ve Miller, 1986). Bir nitel araştırmanın "geçerli" kabul edilebilmesi, "güvenilir" kabul edilmesinden daha öncelikli gelmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Araştırmacıların çalışmalarını değerlendirmeleri için oldukça etkili olan iki tür geçerlilikten bahsetmek mümkündür; İç geçerlilik ve dış geçerlilik (Cook, Campbell ve Shadish, 2002). İç geçerlilik, araştırmacının kendine çeşitli sorular yönelterek, veri toplama, analiz ve yorumlama süreçlerinde doğruluk ve tutarlılığı sağlaması çerçevesinde bir mekanizma oluşturmasını ifade eder (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Dış geçerlilik ise araştırmanın sonuçlarının başka ortamlarda, farklı durumlarda veya farklı kişiler tarafından genellenebilir olup olmadığını ifade etmektedir (Calder, Phillips ve Tybout 1982).

Bu çalışmada, öncelikle araştırma soruları ile bağlantılı olarak oluşturulan yarı yapılandırılmış mülakat sorularının geçerliliğini sağlamak için 3 firma ile pilot görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda, tekrar eden sorular çıkarılmış, var olan soruların ise daha anlaşılır olacak şekilde güncellenmesi sağlanmıştır. Ek olarak, pilot görüşmelerin sonucunda mülakat soru formunun ilk sayfasına çalışmada yer alan iki önemli kavram olan sürdürülebilirlik ve lojistik 4.0'ın tanımları eklenmiştir. Soruların daha anlaşılır hale gelmesi, katılımcıları soruları daha kapsamlı yanıtlamaya teşvik etmiştir.

Firma çalışanları veya yöneticileri ile yapılan görüşmeler, güvenilir yanıtlar elde etmek için katılımcıların kendilerini en rahat hissedebilecekleri zaman dilimlerinde tasarlanmıştır. Kimi görüşmeciler mesai saatleri içerisinde katılım sağlarken, kimi görüşmeciler ise mesai saatleri dışında görüşmeye katılmışlardır. Tüm görüşmeler Zoom platformu üzerinden görüntü ve ses kaydı alınarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın iç geçerliliğinin/inandırıcılığının sağlanması için araştırmacı, bulguların anlam bütünlüğünü, kavramsal çerçeve ile uyumunu, gerçekliğini ve tutarlılığını ortaya koyan çeşitli soruları araştırma süreci boyunca eleştirel bir gözle sorgulamış ve denetlemiştir.

Araştırmada dış geçerliliğin/aktarılabilirliğin/genellenebilirliğinin sağlanmış olmasının bir yolunun amaçlı örnekleme yöntemi kullanılması olduğu söylenebilir (Arslan, 2022). Amaçlı örnekleme yöntemi seçilmesiyle, bir gruba ait kişi veya kişilerin benzer durumlarda, benzer deneyimler yaşayabileceğini bilmeleri ve bu durumları yaşamaları halinde araştırma sonuçlarına ve önerilerine uygun adımlar atmalarının mümkün olabileceği sonucuna varılabilir. Bu da araştırmanın genellenebilirliğini sağlamaktadır.

Güvenirlik kavramı ise bir araştırmaya ait sonuçların çoğaltılabilmesi, tekrar edilebilmesi ve tekrar edildiğinde aynı sonuçlara erişilebilmesi durumunu ifade etmektedir (Arslan, 2022; Denzin ve Lincoln, 1998). Yıldırım ve Şimşek (2021)'e göre, nitel araştırmada dış güvenirliğin sağlanmasının yollarından biri veri kaynağı olarak kullanılan kişilerin ve firmaların özellikleri ile birlikte detaylı bir biçimde tanımlanması, bir diğeri ise veri toplama ve analizde atılan her adımın ayrıntılı bir şekilde açıklanmasıdır. Bu çalışmada, örneklem detaylı bir şekilde anlatılmış ve veri toplama, dokümana dönüştürme ve analiz etme adımları detaylı bir şekilde açıklanarak kodlamalara ve kodlamalara kaynak olarak gösterilen alıntılara yer verilerek dış güvenirlik sağlanmıştır.

İç güvenirlik sağlanması ise yine alıntılara doğrudan ve araştırmacının müdahalesi olmadan yer verilmesi ve araştırmanın kodlama, kategorileştirme ve yorumlama süreçlerine birden fazla araştırmacı ve uzmanın dâhil edilmesi ile sağlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada oluşturulan kodlar, alt kodlar, kategoriler ve çeşitli yorumlar, işletme alanında çalışmalarda bulunan akademisyenlerin değerlendirmesine de tabi tutulmuştur. Nitel araştırma konusunda tecrübeli ve araştırma konusu ile ilgili derinlemesine bilgiye sahip kişilerden görüş alınarak, uzman incelemesi yapılması yoluyla (Yıldırım ve Şimşek, 2021), araştırmanın inandırıcılığı sağlanmıştır. Uzman incelemesi ile farklı görüşler oluşmuş ve kodlar tartışmaya açılarak, fikir birliği sağlanana kadar analiz süreci devam etmiştir. Bu sürecin sonunda ise ilk araştırma sorusu için 194, ikinci araştırma sorusu için 34 kod ve kategori belirlenmiştir.

3.2.4. Veri Analizi

Çalışmanın örneklemini oluşturan freight forwarder firma yöneticileri ve çalışanları ile yapılan görüşmeler, etik kurul onayı ve katılımcılardan alınan imzalı onaylar ile görüntülü ve sesli olarak kaydedilmiştir. 20 firmadan 20 kişi ile yapılan görüşmelerin tamamlanmasından sonra, veri analizi süreci için bu görüşmeler deşifre edilmiş ve yazılı metne dönüştürülmüştür. Toplamda 120 sayfadan oluşan yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen deşifre verileri, araştırmanın amacına ve kapsamına uygun olarak bir rapor haline getirilmiş ve sonuç olarak 228 paragraf kodlanmıştır.

Metinsel verileri analiz etme amacıyla kullanılan nitel içerik analizi (Forman ve Damschroder, 2007) süreci, araştırmanın amacına ve araştırma sorularına uygun olarak gerçekleştirilmiş ve deşifre edilen rapor içerik analizine dâhil edilerek, veri seti çeşitli kategori, tema ve kodlara ayrılmıştır. Burada, Strauss ve Corbin (1998) tarafından önerilen metodolojiye dayalı olarak, açık kodlama, eksensel kodlama, seçici kodlama ve tematik analiz prosedürleri kullanılmış ve kategoriler oluşturulmuştur. Bu prosedür, verilerin ilk kez okunmasıyla başlamış, temel kavramların ortaya çıkmasına kadar devam etmiştir ve her bir görüşmeden elde edilen veriler kategorilerin, kodların, temaların homojenliğinin sağlanması ve çalışmanın bağlamını temsil etmesi için sürekli yan yana getirilmiş ve karşılaştırılmıştır (Walsh ve Downe, 2005).

Gerçekleştirilen içerik analizinde temel kategoriler, kodlar ve alt kodları kapsayacak şekilde oluşturulmuş ve seçilmiştir. Açık kodlama sürecinde, ilgili alıntılardan elde edilen kavramlar, açıklamalar ve çeşitli örnek olaylardan elde edilen etkileşimler, kavramsal bir kategori oluşturmak için toplanmış, bu kavramsal kodlar büyüdükçe, onları daha açıklayıcı ve kapsayıcı eksensel kodlar izlemiştir. Burada, açık kodlar ve eksensel kodlar arasındaki ilişkiler sürekli kontrol edilmiş ve daha kapsayıcı bir boyutta seçici kodlar oluşturulmuştur. Son kategoride ise çalışmanın temel kavramlarından biri olan sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları, tematik analiz prosedürü bağlamında kullanılmıştır. Çalışmada, oluşturulan her bir kodu desteklemek amacıyla alıntılara yer verilmiştir. Ayrıca, açık kodlamada yer verilen alıntıları daha kısa ve öz şekilde ortaya koymak amacıyla bir açıklama sütunu da oluşturulmuştur. Verilerin kodlaması süreci, alanında uzman üç akademisyen

tarafından kontrol edilmiş ve doğrulanmıştır. Bu yaklaşım, çalışmada yüksek bir güvenirlik düzeyine ulaşılmasına olanak tanımıştır. Ayrıca bu noktada uygulanmış olan, bir çalışmada farklı araştırmacılar, gözlemciler, veri analistleri veya kontrol eden kişilerin kullanılması olarak tanımlanan (Bans-Akutey ve Tiimub, 2021) araştırmacı üçgenlemesi yöntemi, çalışmada veri doygunluğuna ulaşılması konusunda önemli bir katkı sağlamıştır (Fusch ve Ness, 2015). Veri doygunluğu süreci, veri toplama ve analiz noktalarında yeni bir görüş gözlemlenmeyene kadar devam etmiştir (Moon, 2019). Tüm bu süreci açıklayan ve örnekleyen tablolar, bulgular kısmında gösterilecektir. Tablo 5, birinci araştırma sorusuna istinaden yapılan veri analizi sürecinin sonuçları olan açık kodlama, eksensel kodlama, seçici kodlama ve tematik analiz kısmını alıntılarla desteklenmiş bir şekilde özetlemekte ve örnekler içermektedir. Söz konusu tablo, bulguların her bir kategorisi için yapılan sınıflandırmaları ve birkaç örnek alt kategoriyi sunmaktadır. Bu tablonun tamamı, çalışmanın ekler kısmında Ek 1 başlığı altında sunulmaktadır. Tablo 6 ise bu analiz sonucunda ortaya çıkarılan kod sistemi ve frekans değerlerini göstermektedir.

Sektör temsilcisi görüşmecilerin, ikinci araştırma sorusuna ilişkin verdikleri yanıtlardan oluşmakta olan Tablo 7 ise lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutlarına entegre etmek için sektörel beklenti ve önerileri ifade etmektedir. Çalışmanın ekler bölümünde, Ek 2 başlığı altında sektör temsilcilerinden gelen tüm beklenti ve önerilere ait tema ve alt tema ve alıntılara yer verilmiştir.

Tablo 5. Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkilerine İlişkin Bulguların Kodlanması Sürecinden Bazı Örnekler

Seçici Kodlama	Eksensel Kodlama	Açık Kodlama	Pozitif / Negatif Etki (+/-)	Açıklama	Alıntı
Ekonomik Sürdürülebilirlik	Verimlilik üzerindeki etkiler	İşletme varlık ve kaynaklarının etkin kullanılması	+	Makine kullanımının ve otomasyonun arttırılması yoluyla kaynakların daha etkin kullanılması ve kontrol edilmesi	"*Lojistik 4.0 denildiğinde, otomasyondan söz edebildiğimiz, makinelerin yardımının olduğu, sürecin ve çeşitli kaynakların tamamen dijital olarak çok daha etkin kontrol edilebildiği, hızlı ve aktif hale getirilebildiği daha verimli ve yüksek performanslı bir süreçten bahsediyoruz. Uzun vadede bu verimlilik artışı da bir rekabet avantajı yansıması yaratacak ve kârlılık olarak dönecektir tabii*." (Firma A)
		Çalışan motivasyonu artışının karlılığa yansıması	+	Uzaktan çalışma imkânı sağlanmasıyla çalışanlarda oluşan verim artışının satış gelirine ve firma kârlılığına dönüşmesi	"*Şimdi evden çalışabiliyorsam, bu yine bilişim teknolojisi sayesinde ve bu benim verimimi 2 katına, 3 katına çıkardı yani. Benim kriterim nedir? Satışçı olduğum için yaptığım satıştır. Ofisteyken yaptığım satışın 3 katına çıktım mesela eve geçince, öyle söyleyebilirim. Bu da hem bana almış olduğum primler yoluyla bir maddi kazanç artışı sağladı, hem de tabii ki firmaya daha çok para kazandırmış oldu.*" (Firma C)
		Hata oranının azaltılmasının sağlanması	+	İşlerin otomasyon yoluyla ilerlemesi ile insan hatalarının ve bu hatalardan doğabilecek maddi kayıpların minimize edilmesi	"*Belirli hata oranlarını azaltıyor her şeyin otomasyon veya optimizasyonla ilerlemesi. Bu da hatadan doğabilecek maliyetin de önüne geçmiş oluyor. Yani özetle şöyle, bazen bir insanın yaptığı bir hata, firmaya çok büyük bir maliyete sebebiyet veriyor. Ama işler otomasyonlar ilerlediğinde hata oranı azaltılıyor ve bu hatalardan doğabilecek maliyetlerin de önüne geçilmiş oluyor*." (Firma D)
		Maddi risklerin kontrol altına alınmasının sağlanması	+	Yapılması gereken işlerin hatırlatılarak, eksik veya hatalı iş yapmaktan doğabilecek maddi yükün önceden saptanması ve bunların önüne geçilmesi	"*Siz teknolojik dönüşüme geçtiğinizde, zaten bazı şeyler otomatik olarak size geliyor. Mesela henüz yapmadığınız bir işi size sistem hatırlatıyor. Sonra sizin tamamladığınız işi de ilgili birimlere sevk ediyor. Yapmanız gereken bir işi yapmamanız, eksik veya hatalı yapmanız ve buradan doğan maddi yükler riskini büyük ölçüde çözüyor bu teknolojik dönüşüm.*" (Firma T)

	Müşteri hizmetleri üzerindeki etkiler	Müşteriye yönelik işlemlerin sistemler üzerinden yürütülmesinin sağlanması	+	İnsan kontrolünün azalması yoluyla sistem kullanım hızının artması ve müşteri memnuniyeti sağlanması	"*Ben şu an müşterisiyim X isimli armatör firmanın, artık direkt web üzerinden siz teklifinizi alıyorsunuz, satışçıya ihtiyaç duymuyorsunuz, herhangi bir satış temsilcisiyle iletişime geçmeden alabiliyorsunuz bunu. Rezervasyon geçtiğinde yine herhangi bir insan onayı gerekmeden, eğer gemisinde yer varsa direkt size rezervasyon onayını verip föy iletiyor. Ardından siz o föyle direkt yüklemenizi yapabiliyorsunuz. Yani insan faktörü minimize edildi şu anda, işler çok hızlı ilerliyor sistem üzerinden. Baktığınızda, süreci gerçekten çok fazla dijitalleştirdiklerini ve basitleştirdiklerini söyleyebiliriz. Bu durum bizim de sürecimizi hızlandırdığı için müşteriye daha iyi hizmet etmemizi sağladı.*" (Firma A)
		Firma içi iletişimin gelişmesi ile müşteriye daha hızlı geri dönüş sağlanması	+	Kurulan teknolojik altyapılar ve çeşitli yazılımlar aracılığıyla şirket içi iletişimin ve iş akışının hızlanması yoluyla müşteri hizmetlerinin geliştirilmesi	"*Armatör firmalar öyle altyapılar kurmuşlar ki müşteri mail atıyor, müşterinin attığı mail ilgili kişinin bilgisayarındaki şirketin bütün departmanlarına entegre programa herkes tarafından görülebilecek ve cevaplanabilecek bir şekilde düşüyor. Bu durum da müşteri hizmetlerini kuvvetlendiriyor, hızlandırıyor ve iş akışının ve kârlılığın olumlu yönde etkilendiğini gösteriyor.*" (Firma U)
		Müşteriye bilgi akışının hızlandırılması	+	Müşterilerin sistemler üzerinden kendi faturalarını, konşimentolarını ve çeşitli evraklarını kendilerinin görmelerini sağlama yoluyla ek bir hizmet sunulması	"*Bizde dijital dönüşüm konusunda AR&GE ve IT ekibi sürekli olarak çalışıyor ve yeni yazılımlar yapıyorlar. Kendi kurduğumuz sistemde müşteriler ürünleri nerede, malları nerede; yani kara operasyon olarak da takip edebiliyorlar, gümrük olarak da. Müşterilerimiz kendi şifreleri ile birlikte portala girerek malları ile ilgili her türlü bilgiye, konşimentolarına, faturalarına erişebiliyorlar. Bu da bence bizi bir adım öne çıkaran bir özellik dijitalleşmenin önemi ile ilgili özellikle rekabet anlamında.*" (Firma I)
		Müşteri ile iletişimin arttırılması	+	Dijitalleşme yatırımları ile müşteri iletişiminin hızlanması ve müşteri hizmetleri seviyesinin yükselmesi	"*Çok güçlü bir CRM altyapısı olan bir firma düşündüğümüzde, o firma müşterinin ne istediğini bildiği ve çok daha iyi takip edebildiği için onlar ile çok güçlü bir iletişim ve bir müşteri memnuniyeti oluşturmuş oluyor. Müşterilerine de çok daha uygun rakamlarla hizmet sağlayabiliyorlar çünkü daha fazla kazanmış oluyorlar.*" (Firma U)

	Pazar payı üzerindeki etkiler	İnsan faktörünün minimize edilmesi	+	Müşteri ile iletişimi insana değil, sisteme entegre ederek, işten ayrılacak olan kişinin beraberinde müşterileri götürmesinin ve firmanın pazar payını düşürmesinin engellenmesi	"*Biz genel olarak sistemi, belli birinin aklındaki bilgilere bağlamamaya çalışıyoruz. Yani her departmandaki herkesin, yaptığı her işi sisteme yansıtmasını ve yarın o koltukta oturmuyorsa onu replace edecek kişinin hemen kaldığı yerden devam edebilecek duruma gelmesi için çok uğraşıyoruz yıllardır ki bu bize ekonomik olarak zarar vermesin, müşteri kaybı yaşatmasın. Bunun için de teknolojik yatırımlar yapıyoruz, sistemimizi geliştiriyoruz ve ciddi finans kullanıyoruz yani serverlarımızı büyütüyoruz, teknolojik sistemlerimize, CRM programlarımıza ciddi yatırım yapıyoruz ve herkesin kullanması için de net bir şekilde teşvik ediyoruz. Böylece o çalışan kişi işten çıktığı zaman, bizim müşterilerimizi de beraberinde götürememiş olacak ve müşteri sayımızda ve pazar payımızda doğrudan bir etki yaratmamış olacak.*" (Firma L)
		Vakit kazandırma yoluyla yeni müşterilere erişilmesi	+	Sorunları uzaktan erişim yoluyla çözümleyerek, yüzyüze görüşme süresinin yerine daha fazla sayıda yeni müşteriye erişim sağlanması	"*Biz müşterilerimizle artık teknolojiyi kullanarak görüntülü mülakatlarla A noktasından B noktasına arabaya binip gitmek ve buluşmak yerine sorunlarımızı uzaktan çözebiliyoruz. Örneğin, o sürede başka müşterilere erişim sağlayarak potansiyel müşteri sayımızı artırabiliyoruz.*" (Firma B)
		Müşteriye katma değer oluşturulması	+	Teknolojik gelişim yoluyla müşterilere katma değer oluşturularak, zaman içinde firmanın müşteri sayısında artış sağlanması	"*Süreçlerinizi dijitalleştirdiğinizde, yeni işler kazanırsınız, müşterilerinize katma değer eklersiniz, böylece rekabette de öne geçersiniz otomatikman; daha çok para kazanıp, yaptığınız ilave yatırımı amorti edersiniz. Şu an bizim yaptığımız tam da bu aslına bakarsanız. Yani biz bir yatırım yaptık, o yatırımı amorti ediyoruz. Dolayısıyla ekonomik anlamda muhakkak olumlu etkisi olur uzun vade olarak bakıldığında.*" (Firma E)

		Firmalar arası etkileşimin sağlanması	+	Çeşitli yazılımlar aracılığıyla kurulmuş sistemler üzerinden farklı firmaların birbirileri ile tanışması, beraber iş yapması ve tanınırlıklarının arttırılmasının sağlanması	*"Y diye bir nakliye borsa sitesi var, Avrupa'daki hemen hemen tüm depoları, nakliyecileri, yükleri bulup, oradan bir bağlantı kurabiliyorsunuz. Oradan ben çok çalıştım, çok iş aldım, çok yükleme yaptım, çok fazla nakliyeci ve depo da buldum. Orada bir sistem var, o sisteme herkes bulunduğu deposunun adresini giriyor işte yapabileceklerini yazıyor veya yük satıyorsa oraya yükü giriyor, yük detaylarını yazıyor ve hemen oradan birisi yüke talip oluyor, ona araç ayarlıyor veya siz araç veriyorsunuz oraya, aracım var diye oraya ilan koyuyorsunuz, oradan birisi gelip sizin aracınıza talep oluşturuyor. Bu sayede firma tanınırlığınız artmış oluyor."* (Firma H)
		Farklı pazarlara erişim sağlanması	+	Çeşitli yazılımlar aracılığıyla kurulmuş sistemler üzerinden işlerin daha hızlı ve kolay yapılabilmesi yoluyla farklı pazarlarda yeni acentelerle ortaklık kurmanın kolaylaşması	"*Bizim programa entegre yurtdışı acentelerimiz var. Normalde bir yükleme kalktığında, yani bir gemi kalktıktan sonra bir forwarder, karşı ofisine bilgi geçer; prealert diyoruz biz buna, yük varmadan önceki alert. Bunu şu anda bizim sistemimize bağlanarak karşı acentelerimiz kendi alıyor. Kendileriyle ilgili olan faturaları çekiyorlar, oradan download edebiliyorlar, konşimentoları görebiliyorlar, bu bize çok büyük bir zaman kazandırıyor. Onlar da aynı şekilde 1 hafta evrak bekleyeceklerine, oradan girip hemen, anında eş zamanlı bu evrakları indirebiliyorlar. Hem biz zaman kazanıyoruz, hem de onlara. Bu sistem sayesinde daha fazla acenteyle de anlaşma sağladığımızı söyleyebilirim iş anlamında da bakacak olursanız.*" (Firma L)
		Potansiyel müşterilere erişim sağlanması	+	İş yapış hızının artması sebebiyle daha fazla müşteri ile iletişim kurulması yönünde vakit kazandırarak, firmanın pazar payını arttırmasının sağlanması	"*Uzun vadede şöyle bir şey oluyor. Mesela ben tek başıma veya 10 kişinin yapacağı işi bu kurulan teknolojilerle bir süre sonra yapabileceğim ve atıyorum 10 müşteri yerine 1000 müşteriye ulaşılabileceğim ve bu da beni freight forwarder pazarında bir adım öne geçirecek.*" (Firma T)

	Güvenlik/güvenilirlik üzerindeki etkiler	Ürün güvenilirliği sağlanması	+	Yük takibinin kolayca yapılabilmesi yoluyla ürün teslimatı konusunda güvence sağlanması	"*Biz mesela araç konumlarını takip ediyoruz. Araç takip cihazının verileri bilgisayara geliyor. Bilgisayardan o aracın içini görüyorsunuz yani, şu plakalı araç, hangi konumda onu görüyorsunuz. Biz bunu anlık takip edince müşterimize de bilgisini verebiliyoruz ve onlar da mallarının güvende olduğuna emin oluyorlar..Böylece tedarik zincirindeki belirsizlik de azalmış oluyor.*" (Firma H)
		Müşteri güvenilirliğinin sağlanması	+	Dijital ortamda müşteriye ait verilerin güvenli bir şekilde tutulmasının sağlanması	*"Şu an dijital ortamda verileri tutuyoruz, yarın öbür gün satın aldığımız herhangi bir yazılım veya aplikasyonla mevcut verilerimizi entegre edip farklı süreç yönetimine de geçebiliriz. Müşteri bilgilerimiz teknoloji sayesinde çok daha güvende duruyor ve erişimi kolay oluyor. Bu aynı zamanda müşterilere ait verilerin çalınması veya kaybolması riskini de önlüyor blok zinciri teknolojisi sayesinde."* (Firma P)
	Yönetsel beceriler üzerindeki etkiler	Teknik becerilerin geliştirilmesi	+	İşleri daha kolay yapmanın çeşitli tekniklerini ve yollarını bulma yeterliliğinin sağlanması	"*Eskiden biz evrakları tek tek toplayıp elle taratıp mail atardık, artık öyle bir şey yok. Artık mail atmaya bile gerek kalmıyor, sistemde kullandığımız yazılımların içerisinde o evrakları pdf formatında hangi yükse onun altına kaydedebiliyoruz. Hangi tıra ait evraksa, hangi konteynere ait konşimento varsa onların hepsinin sistemde kaydını çok daha kolay bir şekilde tutabiliyoruz. Bu da bizim çeşitli işlerimizi çok daha kolay ve hızlı yapabilme becerisini bize ekledi. Bir yönetici olarak rahatlıkla bunu söyleyebilirim.*" (Firma G)
		Kavramsal becerilerin geliştirilmesi	+	İşletme çevresinin analiz edilmesi, fırsatların ve tehditlerin belirlenmesi ve bunlara göre eylem planı yapılmasının sağlanması	"*Dijitalleşmeye epey para harcadık, yatırım yaptık, işte server yatırımlarımız oldu, teknolojik donanım yatırımlarımız oldu. Bir program satın aldık. O programla şu anda en azından kendi iç süreçlerimizi daha dijital bir şekilde yapıyoruz. Yani iç işleyişimizde meydana gelen bir problemin veya değişikliğin diğer birimleri hangi şekillerde etkileyebileceğinin analizini çok daha kolay bir şekilde yapabiliyoruz. SWOT analizi gibi düşünebilirsiniz bunu. Bu bizi karlılık anlamında bir adım öne geçirecek, geçiriyor şimdiden de.*" (Firma E)

		Yönetim stratejilerinin belirlenmesi	+	Çeşitli yazılımlar yoluyla müşteri memnuniyetinin ölçülmesi, raporlanması ve bunun sonucunda yönetim stratejisi belirlenmesi	*"Biz sürekli yeni yeni şeylere başlıyoruz mesela random müşteri memnuniyeti anketlerine. Bunu da dijital ortamda uygulayıp raporluyoruz. O raporların sonucu bize hep bir şey ifade etmeli ve bundan sonraki iş yapış şeklimizi belirlemeli. Yaptığımız işten verim alıyor muyuz, yoksa başka bir strateji mi izlemeliyiz, bunun direkt belirleyicisi bu anketler. Bunun için de işte bir CRM'e, bir programa ihtiyacımız oluyor."* (Firma L)
		Örgütsel zamanın etkin kullanılması	+	Teknolojik destek ile vakit kaybedilen alanların belirlenmesi ve bu işlerin optimize edilerek zaman faydası yaratılması	"*CRM programından gelen raporlamanın değerlendirmeleri sonucu kendinize bir yol haritası çizip, belirli müşterilere odaklanıp, belirli işlere boşuna vakit harcadığınızı görüp daha çok iş gelebilecek alanlara yönelebilirsiniz. Bu da aslında yine ekstradan para kazanmanızı sağlayacak bir şey. Yani ayrıca sürekli gidip iş alamadığı bir müşteriyle ikili ilişkiyi de geliştiren bir insan, diğer işleri kaçırıyor oluyor aslında.*" (Firma F)
	Tedarik zinciri entegrasyonu üzerindeki etkiler	Tedarik zinciri ortakları arasında teknolojik altyapı uyumsuzluğu bulunması	-	Altyapı yetersizliği sebebiyle tedarik zinciri ortakları arasında işbirliği ve süreç yönetiminin olumsuz etkilenmesi	"*Tedarik zinciri aktörlerimiz arasında bir otomasyon ve entegrasyon yok. Yani siz nakliyeciyle telefon haricinde çok fazla iletişim kuramazsınız, en fazla mail atarsınız, onlarda o altyapı yok. Mesela havayoluyla bir mal yüklendiğinde, bize otomatik olarak bildirebiliyorlar ya da biz kendi kullandığımız sistem veya havayolunun web sitesi üzerinden de bunu görebiliyoruz. Evet, bazı otomasyonlar var hayatımızda ama birebir tüm partnerlerimizle bu olamıyor, genellikle mail üzerinden dönüyor. Tabii ki burada beklenti, çok daha yenilikçi modellerin olması. Mesela bir mal yüklendiğinde, uçtuğunda, vardığında, gümrüğü bittiğinde, bunların hep bize düşmesini isteriz veya en azından aktörlerimizin belli bir otomasyon seviyesinde olmasını isteriz ama bunun altyapısı henüz tüm tedarik zinciri aktörleri özelinde hazır değil bence. Altyapıdaki bu entegre olma sıkıntısı iletişimsizlik olarak sonuçlanıyor.*" (Firma J)

	İletişim üzerindeki etkiler	Sistemsel hataların oluşması	-	Sistemin ekipman ataması yapmasına rağmen, gerçekte ekipman bulunmaması ve insan ile iletişime geçilemediğinden bu sorunun çözüme ulaşamaması	"*Dijitalleşmeyle beraber, rezervasyonu giriyorsunuz, direkt size onay föyü düşüyor, siz ekipman almaya gidiyorsunuz, ama bir bakıyorsunuz konteyner yok. Aslında talebiniz onaylı ama konteyner alamıyorsunuz. Mesela bu insan faktörü olmadan alınmış bir booking sürecinde sizin için bir problem. Aslında dijitalleşmede kolaylık diye görünen sistem, sizin araç yönlendirip, fazladan masrafınızın oluşmasına, konteyner alamamanıza, yükleme yapamamanıza sebep oluyor*." (Firma A)
		Kişilerarası iletişim yoluyla sorun çözmenin ortadan kaldırılması	-	Yüklemeler sistemler üzerinden yürütüldüğü için bir problem yaşandığında insan ile iletişim kurulamadığından, problemin çözüme ulaşmasının gecikmesi ve bir krize dönüşmesi	"*Birçok armatör son yıllarda sistemini online'a çevirdi. Yani teklif almaları, rezervasyon onaylamalarını, diğer birçok şeyi. Yani bu bence hani insanlara ve sektöre yansıması anlamında çok pozitif bir şey olmadı. Mesela ekipmansızlık yaşadığımız bir dönemde muhatap bulabileceğimiz bir insan aradık ve hani bu konuda sektördeki birçok bizim gibi forwarder sıkıntıya düştü. Çünkü bizim armatörle iletişime geçememiz demek, müşteriye hizmet sağlayamamamız ve bu da nihayetinde para kazanamamamız demek, bu iş bir zincir*." (Firma C)
	Yatırım geri dönüş beklentisi üzerindeki etkiler	Teknolojik yatırım maliyetlerinin yüksek olması	-	Teknolojik ürün ve yazılımların maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle, firmalarda yatırımı kara dönüştürmeye yönelik kaygı ve korku oluşmasına sebep olması	"*Lokal firmalar parası kadar, yani kullanabileceği teknoloji kadar yatırım yapıyor. Çünkü bu teknolojiler çok ağır, pahalı teknolojiler. Milyonlar ödeniyor. Adam diyor ki, bu yatırımı yapmayayım, çünkü korkuyor, belli bir süre sonra düşmeye başlıyor potansiyeli. Sadece güçlü olanlar ayakta kalıyor, küçük veya orta ölçekliler rekabet dahi edemiyor.*" (Firma B)
Sosyal Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması üzerindeki etkiler	Toplumsal farkındalığın arttırılması	+	Firmaların yaptıkları sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe dayalı kampanyaları sosyal medya hesapları üzerinden yayınlamaları sebebiyle diğer firmalar ve tüm toplumun bilgi edinmesi ve bilinç kazanması	"*Teknolojiyle beraber, insanlarda sürdürülebilirliğin daha fazla farkındalığı arttırılmış olacak ve kolaylıkla da yaygınlaştırılabilinecek bugün her şeyde olduğu gibi. Mesela ben Instagram gibi bazı sosyal medya aplikasyonlarında firmaların yaptıkları sosyal kampanyaları ve daha birçok çok güzel paylaşımları görüyorum. Benimle birlikte diğer firmalar ve milyonlarca insan görüyor ve okuyor bunları. Dolayısıyla teknolojinin ve toplumsal dönüşümün böyle de bir pozitif tarafı var bilinç kazanma anlamında.*" (Firma A)

		Sektörel farkındalığın arttırılması	+	Çeşitli yasal zorunluluklar ve teşvikler sebebiyle ve teknolojinin desteğiyle sürdürülebilirlik bilincinin tüm sektörde yayılmasının bir mecburiyet haline gelmesi	"*Teknolojik dönüşümün sektörde yer alan firmaların sürdürülebilirlik anlamında farkındalıklarının arttırılması faydası da olacak yani yaygınlaşma demek istiyorum. Şu anda zaten genel olarak dünyada da bunun şirketlere baskısı var. Şu an mesela emisyonu yüksek olan bir geminin Avrupa'da belirli rotalara gitmesi yavaş yavaş kısıtlanıyor. Yani zaten dünya da sektörü buna zorluyor. İşte ne bileyim Türkiye'de siz yenilenebilir enerjiyle bir hizmet sunduğunuzda bunun için verilen belli teşvikler var. İşte bu gibi dış faktörlerin de etkisiyle ve aynı zamanda teknolojiyle yavaş yavaş bunun farkındalığı ve etkisi artacak diye düşünüyorum.*" (Firma C)
	Dijital dönüşüme kurum içi adaptasyon üzerindeki etkiler	Kurum içi teknolojik dönüşüm eğitimlerinin yetersiz olması	-	Firmaların yeni teknolojilere adaptasyon sürecine hızlı geçişleri ve çalışanlarına yeterli eğitimi vermemeleri sebebiyle çalışanlar tarafından iş kaybı korkusu ve kaygısı yaşanması	"*Dijitalleşmeyle ilgili en büyük sorun uyum sorunu açıkçası. Çünkü alışkanlıkları değiştirmek hiç kolay değil. Bunu sadece programı satın alan olarak siz yaşamıyorsunuz, bütün ekibin bu değişimi kabullenmesi gerekiyor ki ekibin değişimi kabullenmesi kolay bir şey değil. Her zaman bir direnç vardır bu noktada. Ancak işte hayatı kolaylaştırdığında aa bu iyi bir şeymiş derler. Bu da bizim firmamızda biraz zor oldu. Eğitimler yetersiz kaldı ve çeşitli sorunlar yaşandı. Birkaç kişi işini kaybedip etmeyeceğini bile bana gelip sordular.*" (Firma E)
		Ekip ruhunun ve dayanışmanın geliştirilmesi	+	Teknolojik dönüşüme dayalı eğitimlerin kurum içi dayanışma ruhunu, yardımlaşmayı ve kurumsal sadakati geliştirmesi	"*Dijital dönüşüme bağlı olarak yayılan otomasyon, birçok eğitimi de beraberinde getiriyor, Bizim firmamızda hemen hemen her hafta eğitimler oluyor ve bu eğitimlerin sonucunda sınavlar oluyor. Çalışanlara farklı bir uğraş noktası oluşturuluyor, başarı hissini tetikliyor, birbirlerine destek oluyorlar, yardımlaşıyorlar. Yani böyle olumlu etkileri de gözardı etmemek gerek adaptasyon sürecinde.*" (Firma D)

		Çalışanların iş yükü azalması	+	Dijital dönüşüme bağlı yazılımlar yardımıyla çalışanların işlerini daha kolay ve daha hızlı yapabilmeleri sebebiyle dönüşüme karşı olumlu tavır geliştirmeleri	"*Bir çalışan teknoloji sayesinde çalıştığı süreyi daha iyi değerlendirmiş olur. İşlerin daha kolay halledilmesi, sizin iş performansınızı da arttıracaktır. İlkel bir şekilde kâğıt basmak ve fotokopi makinesinin başında yarım saat geçirmek yerine ya daha fazla iş yaparsınız ya da mesainizi daha erken bitirirsiniz, iş yükünüz azalır. Normalde 6'da çıkmanız gerekiyorsa 5'te çıkarsınız, o 1 saatiniz de kendinize kalır. Bu da teknolojiyi ve bu dönüşümü sevmenize sebep başlı başına zaten.*" (Firma R)
	İstihdam üzerindeki etkiler	İnsan gücüne ve insan kontrolüne olan ihtiyacın azalması	-	Otomasyonun beraberinde daha az iş gücü gerektirmesi sebebiyle işten çıkarmaların yaşanması	"*Dijitalleşmenin etkisiyle her şey yazılıma bağlandığı için operasyon sürecinde; normalde biraz daha manuel oluyordu, operasyon ekibi müşterilere teker teker belge iletiyordu, ihbar iletiyordu. Artık daha rahat olduğu için aslında daha az operasyon elemanına ihtiyaç duyuyoruz. Çünkü bu konuda 20-30 kişinin yapacağı bir işi 3-4 kişi yapabiliyor yazılım sayesinde, bu da istihdam açısından olumsuz açıkçası.*" (Firma F)
		Yeni mesleklerin ortaya çıkması	+	Dijital dönüşümlerin yazılım ve bilgisayar teknolojilerine dayalı yeni meslekleri ortaya çıkarması	"*Yeni iş alanları açılabilir, bu dijitalleşmenin beraberinde getirdiği fırsatlar var. Bu teknolojiler, işe uygulanabilir teknolojiler. Yazılım firmaları, droneler gibi geleceğin meslekleri var. Daha da böyle çok meslek ortaya çıkacak. Bu dijitalleşmeyi yapabilmek için böyle şirketlere ihtiyaç var, yazılım şirketlerine. Yeni bir iş alanı, yeni bir konu.*" (Firma E)
	Çalışan sadakati üzerine etkiler	Çalışanların yeni teknolojilere adapte olamayacağına dair endişe yaşaması	-	Çalışanların teknolojik dönüşüme adapte olamayacağını, öğrenmekte güçlük çekeceğini ve bunun sonucunda işten çıkarılacağını düşünmesi sebebiyle firma sadakatinin olumsuz yönde etkilenmesi	"*Aslında ilk etapta teknolojik geçişler heyecan verici gibi gelebiliyor. Ama çalışanlarda bir de şöyle bir durum meydana geliyor. İşte bu yeni yazılımı veya teknolojiyi ben yapamazsam ne olur? Özellikle de biraz daha 40 yaş üzeri çalışanlarda bu oluyor. Bence bu da firmaya bağlılığı olumsuz yönde etkiliyor. Yani nasıl olsa ben buna adapte olamayacağım ve beni işten çıkaracaklar gibi.*" (Firma C)

	Kurumlararası iletişim üzerine etkiler	İletişimin yerini otomasyonun alması	-	Daha önceleri firma çalışanlarının birbirleriyle iletişim kurması ile yapılan işlerin, dijital dönüşümden sonra otomasyonlar üzerinden yürütlmesi sebebiyle kurumlararası çalışanlar arasında iletişimin zayıflaması veya tamamen ortadan kalkması	"*Tamamen insan faktörünü aradan çıkarmaya çalışan armatörler var şu anda ve bunu başaran da var yani. Mesela biz VIP'yiz, normalde müşteri temsilcimizle sürekli iletişim halindeydik, hangi pazarlarda navlun düşecek, hangilerinde yer sorunu var, odur budur, her şekilde iletişim halindeydik, bu hiç kalmadı. Sadece 6 ayda bir nezaket ziyareti yapıyorlar artık, hiçbir iletişimimiz kalmadı.*" (Firma L)
	Çalışan performansı yönetimi üzerine etkiler	Çalışan performansının objektif olarak ölçülmesi	+	Çalışanların yaptıkları işlerin ve bunların detaylarının çeşitli yazılımlar yardımıyla daha net bir şekilde görülebilmesi ve bunun sonucunda daha doğru değerlendirmeler yapılabilmesi	"*Biz teknolojiyi performans değerlendirme için kullanıyoruz. Her departmanın ayrı hedefleri var, işte kaç dakikada bir işi bitirdiğini kontrol ediyoruz, bir haftada veya bir ayda kaç iş elleçlediğini, bunu hangi kalitede tamamladığını ölçebiliyoruz. Bu anlamda bizim için çok çok önemli, çok önem verdiğimiz bir konu bu. Dolayısıyla özellikle ekip kalabalıklaştıkça, herkesin böyle yüz yüze ne iş yaptığını göremediğimiz için bunu böyle net verilerle elde etmeye çalışıyoruz ve onlara karşılığını veriyoruz.*" (Firma R)
	Çalışan memnuniyeti üzerine etkiler	İş yeri dışında çalışabilme imkanı tanınması	+	Daha önce şirket içinde yapılan bazı işlerin dijital dönüşüm sonrasında uzaktan erişim yoluyla yapılabilmesi ve bu durumun çalışan memnuniyetini olumlu yönde etkilemesi	"*Ben hatırlıyorum bu şirkette çalışmaya başladığımda herkes cuma günü akşam 6'da bilgisayarı kapatırdı, pazartesi sabah 9'da açardı. Şimdi telefondan mailden takip edebiliyor, isterseniz laptoptan veya Ipad'ten de takip edebiliyorsunuz, bilgisayarları 7/24 açabiliyorsunuz, istediğiniz zaman evden çalışabiliyorsunuz, istediğiniz zaman ofise gelebiliyorsunuz veya gidip bir kafede çalışabiliyorsunuz. Yani Türkiye'de bile olmanıza gerek yok, dünyanın herhangi internet olan bir noktasında çalışabiliyorsunuz. Bu teknolojik dönüşümün bize çok büyük artıları var esneklik ve dolayısıyla çalışan memnuniyeti üzerinde.*" (Firma M)
Çevresel Sürdürülebilirlik	Atık yönetimi üzerindeki etkiler	Dijital arşivleme sistemlerine geçilmesi	+	Fiziksel arşivleme sisteminden dijital arşivleme sistemine geçilmesi sebebiyle kâğıt atıklarının ve israfın ortadan kaldırılması	"*Benim şu an çalıştığım firmada daha önceden kâğıda basılıyordu her şey, daha sonrasında dijitalleşince, yeni bir yazılıma geçince, mesela evrakları sisteme yüklemeye başlamıştık. Dolayısıyla kâğıt tüketimi azaldı ve arşivleme olayı ortadan kalktı.*" (Firma S)

		Çevre dostu operasyonlara yönelinmesi	+	Lojistik sektörünün çevresel etkisinin azaltılması için yeşil lojistik uygulamalarına geçilmesinin hızlanması ve dijitalleşme ile birlikte uygulamaların çeşitlenmesi	"*Şu an gündemde hot topic olarak çevre dostu operasyonlara geçiş zaten var lojistik sektöründe. Çünkü bildiğiniz gibi lojistik sektörü, çevreye etkisi en yüksek sektörlerden biri. Bizim forwarder olarak öz malımız olmadığından karbon salınımına direkt bir katkımız olmuyor fakat dijitalleşme sayesinde artık yeşil lojistiğe yönelik operasyonel anlamda çeşitli uygulamaların da arttığını rahatlıkla söyleyebilirim.*" (Firma O)
		Lojistikte doğa dostu ürün kullanımına yönelinmesi	+	Teknolojik metotlarla ağaçların kendisinden değil, atık konumunda bulunan talaşlardan kompozit konteyner tabanı yapılması, daha dayanıklı boyama yöntemleri kullanılması ile küflenme riskinin azaltılmasının sağlanması	"*Eskiden konteynerlerin tabanında meşe veya palamut tarzında ağaçlar vardı, şimdi bamboo flooring denen bir zemin yapıldı. Direkt ağaçlardan değil de, ağaçlardan çıkan talaşlardan, vs. çıkan malzemeden bir kompozit taban yapılıyor. Böylelikle o malzeme atılmadan bir yerlerde kullanıldı. Bundan 20 yıl öncesindeki ve şimdiki boya teknolojisi birbirinden çok farklı. Teknoloji geliştikçe mesela küf artık doğaya akmıyor, çünkü bu boyaların astarları, kapatıcılığı çok daha yüksek olduğu için suya, faunaya karışması azaldı.*" (Firma B)
	Karbon salınımı üzerindeki etkiler	Yüklerin birleştirilmesi	+	Çeşitli algoritmalar ve makine öğrenimi sayesinde yükün başlangıç ve varış noktaları arasındaki en optimal rotayı oluşturma ve bu rota içerisinde farklı yükler bulmaya ve aracın tam kapasite kullanımına yönelik çalışmalar yapma	"*Yükler paylaşılmadığı için karbon emisyonu yüksek oluyor. Atıyorum A, B, C firmalarının her biri birer nakliyeci ile çalışıyor daha uygun fiyat sağlasın diye. Mesela küçük bir yükü gelip tırcı alıyor ama başka bir yük bulamıyor, herhangi bir yazılım veya teknolojiye erişim olmadığı için. Yani hacmi düşük bir yükle tüm yolu kat ediyor ve karbon emisyonu da yüke kıyasla yüksek oluyor. Biz şu anki uygulamamızla yüklerin birleştirilmesine ve aracın en optimum düzeyde çalışmasına ve rotalama yapmasına uğraşıyoruz.*" (Firma G)
		Uygun taşıma modunun seçilmesi	+	Teknolojik destek ile karbon salınımını en aza indirgeyecek doğa dostu taşıma modunun seçilmesi	"*Mesela biz bugün teknoloji sayesinde bir bakıyoruz deniz mi tercih etmeliyiz, kara mı buna karar verebiliyoruz, yani karbon ayak izini en aza indirecek mod seçimi diyeyim. Bize sistemler bunu hesaplıyor ve kolayca belirlenebiliyor.*" (Firma I)

		Fosil yakıt tüketmeyen araçların kullanılması	+	Teknolojik destek ile elektrikli araçlar, fosil yakıt tüketmeyen taşıma ve elleçleme ekipmanları kullanımına geçilmesi	*"Çevresel olarak düşündüğümüzde, lojistik 4.0'ın kapsamına bağlı olarak mesela elektrikli araçlar veya düşük karbon salınımı yapan elleçleme araçları atıyorum elektrikle çalışan forkliftler, çevreye zarar veren fosil yakıtları tüketmeyen araçlar, bunların hepsini dâhil ettiğimizde direkt olarak teknolojinin pozitif etkisi var. Çünkü zaten sizin ulaşım ve nakliye dediğiniz olay, dünya üzerindeki karbon salınımının üzerinde çok büyük payı var."* (Firma T)

Tablo 6. Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkileri Frekans Tablosu

Kod Sistemi	Frekans
Sürdürülebilirlik Boyutları	**194**
Ekonomik Sürdürülebilirlik	*125*
Verimlilik üzerine etkiler	17
Müşteri hizmetleri üzerine etkiler	32
Pazar payı üzerindeki etkiler	17
Güvenlik/güvenilirlik üzerine etkiler	12
Yönetsel beceriler üzerine etkiler	13
Tedarik zinciri entegrasyonu üzerindeki etkiler	8
İletişim üzerindeki etkiler	10
Yatırım geri dönüş beklentisi üzerindeki etkiler	16
Sosyal Sürdürülebilirlik	*50*
Sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması üzerindeki etkiler	4
Dijital dönüşüme kurum içi adaptasyon üzerindeki etkiler	15
İstihdam üzerindeki etkiler	19
Çalışan sadakati üzerine etkiler	2
Kurumlararası iletişim üzerine etkiler	1
Çalışan performansı yönetimi üzerine etkiler	4
Çalışan memnuniyeti üzerine etkiler	5
Çevresel Sürdürülebilirlik	*19*
Atık yönetimi üzerindeki etkiler	14
Karbon salınımı üzerindeki etkiler	5

Tablo 7. Lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutlarına entegre etmek için beklenti ve öneriler

Sürdürülebilirlik Boyutu	Tema	Alt Tema
Ekonomik	*Sektör-Teknoloji Entegrasyonu Kurulması*	Teknolojik uygulamaların tüm sektörde yaygınlaşması
	Tedarik Zinciri Entegrasyonu Geliştirilmesi	Teknolojik uygulamaların tüm tedarik zincirine yayılması
	Lojistik Potansiyel Avantajının Doğru Kullanılması	Dijital dönüşüm yoluyla lojistik sektöründe potansiyel avantajın optimum kullanımının sağlanması
	Bilişim Teknolojilerine Yatırım Yapılması	Teknolojik altyapının geliştirilmesi
	Stratejik Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi	Firma ölçeğine uygun ve uzun vadede firmaya fayda sağlayabilecek doğru teknolojinin belirlenmesi

		Firma ölçeğine uygun doğru teknolojinin belirlenmesi
		Tüm tedarik zinciri ortaklarıyla uzun dönemli ve verimli ilişkiler kurulması
	Ar-Ge Yatırımlarının Arttırılması	AR&GE faaliyetlerine daha fazla sermaye ve kaynak ayırılması
Sosyal	*Bilinçli Üretim ve Tüketim Süreçlerinin Geliştirilmesi*	Sürdürülebilir kalkınma bakış açısıyla hareket edilmesi
	Toplumsal Farkındalığın Arttırılması	Teknolojik dönüşümün sosyal sürdürülebilirliğe etkisi konusunda tüm paydaşların bilgilendirilmesi ve bilinç kazandırılması
	Çalışan Adaptasyonunun Sağlanması	Çalışanların dijitalleşme konusunda bilgilendirilmesi ve düzenli eğitimler planlanması
	Çalışan Memnuniyetinin Arttırılması	Çalışanların işlerini kolaylaştırmaya yönelik teknolojik sistemler kurulması
	Genç İstihdamının Arttırılması	Genç kuşağa daha fazla söz hakkı tanınması ve iş gücüne dâhil edilmesi
	Üniversitelerde Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması	Ders programlarına sürdürülebilirlikle ilişkili dersler eklenmesi
		Teknoloji ve sürdürülebilirlik etkilerini içeren dersler eklenmesi
	Eğitimde Teknolojik Uygulamaların Kullanılması	Dijital öğrenme modelleri kullanılarak öğrencilerin teknolojik dönüşüme dâhil edilmesi
Çevresel	*Teknolojik Altyapının Çevresel Sürdürülebilirliği Desteklemesi*	Tüm tedarik zinciri ortaklarında teknolojik altyapının oluşturulması yoluyla kaynak kullanımı sağlanması ve atık yönetiminin yapılması
	Yeşil Lojistik Uygulamalarının Arttırılması	Geri dönüşüm ve ileri dönüşüm uygulamalarının arttırılması
		Taşımaların birleştirilmesi ve çevre dostu optimum rotalama sistemlerinin oluşturulması
	Akıllı Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması	Tarımda teknoloji kullanımı yoluyla doğal kaynak kullanımının azaltılması

4. BULGULAR

Bu bölüm, araştırma sorularına dayalı olarak oluşturulan lojistik 4.0 dijital dönüşümünün sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri ve dijital dönüşüme dayalı uygulamaları sektöre entegre etmek için yapılması gerekenler ile ilgili nitel analizlere dayalı bulguları göstermektedir.

4.1. Dijital Dönüşümlerin Ekonomik Sürdürülebilirliğe İlişkin Algılanan Etkileri

Birinci araştırma sorusuna dayalı olarak bulgular, lojistik 4.0 ekseninde dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin ekonomik boyutu üzerinde freight forwarder firmalar tarafından algılanan etkileri olduğunu göstermektedir.

4.1.1. Verimlilik Üzerindeki Etkiler

Verimlilik genel bağlamda, çıktı ile girdi arasındaki ilişkiyi ifade eder ve üretimsel faaliyetlerde ölçülebilirliği ön plana çıkarır (Tangen, 2002). Bu kavram, özellikle üretim alanında kullanılsa da (Fried, Lovell ve Schmidt, 2008), teknolojik gelişmelerin ve dijital dönüşümlerin, firmaların ekonomik verimi üzerinde önemli ölçüde etkisi olduğu bilindiğinden (Ayres, Turton ve Casten, 2007), çalışmada bu etki türü kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Verimlilik üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, işletme varlık ve kaynaklarının etkin kullanılması, çalışan motivasyonu artışının karlılığa yansıması, hata oranının azaltılmasının sağlanması, maddi risklerin kontrol altına alınmasının sağlanması ile ilgili konuları içerir.

4.1.1.1. İşletme Varlık ve Kaynaklarının Etkin Kullanılması

Genel olarak bir işletmenin somut kaynaklarını; finansal ve fiziksel kaynaklar, "varlıklar" olarak adlandırılan soyut kaynaklarını; fikri mülkiyet varlıkları, kurumsal varlıklar ve itibar varlıkları, firmanın yeteneklerini içeren beceriler de yine maddi olmayan kaynaklarını oluşturmaktadır (Galbreath, 2005). Günümüzde, bu varlık ve kaynaklara özellikle hizmet sektöründe önem kazanan "yeni kaynaklar" olarak adlandırılan teknoloji, bilgi ve ilişki ağları eklenmiştir (Chapman, Soosay ve

Kandampully, 2003). Dijital bir teknolojinin benimsenmesi, kısa vadeli rekabet avantajı sağlamakta, benimsenen teknoloji firma kaynakları ve özellikleri ile harmonize edildiğinde ise sürdürülebilir rekabet avantajı yakalanmaktadır (Hazen ve Byrd, 2012). Dolayısıyla sektör temsilcileri, özellikle hizmet sektöründe rekabet avantajı yakalayabilmenin ve işletme varlık ve kaynaklarının daha verimli kullanılmasıyla ekonomik sürdürülebilirlik yakalamanın, otomasyon, dijital dönüşüm ve teknolojik inovasyon ile mümkün olabileceğini düşünmektedirler.

"*Lojistik 4.0 denildiğinde, otomasyondan söz edebildiğimiz, makinelerin yardımının olduğu, sürecin ve çeşitli kaynakların tamamen dijital olarak çok daha etkin kontrol edilebildiği, hızlı ve aktif hale getirilebildiği daha verimli ve yüksek performanslı bir süreçten bahsediyoruz. Uzun vadede bu verimlilik artışı da bir rekabet avantajı yansıması yaratacak ve kârlılık olarak dönecektir tabii."* (Firma A)

Benzer şekilde, firma ölçeğine uygun olarak belirlenen doğru dijital dönüşüm stratejisi, işletme varlık ve kaynaklarında etkin kullanımı ve bunun nihai sonucu olarak da firmaya bir katma değer yaratılmasını sağlamaktadır.

"*Dijitalleşme doğru kullanıldığında esasında eldeki kaynakların daha etkin kullanımı sağlanacağından, toplam performansı yani kar ve faydayı da yükseltir bir işletmede. Bu anlamda lojistik firmaları kendilerine ciddi bir katma değer eklemiş oluyorlar*." (Firma N)

4.1.1.2.Çalışan Motivasyonu Artışının Karlılığa Yansıması

Motivasyon kavramsal olarak, psikolojik bir süreç ve davranışlara yön veren içsel güdü ve başarıya ulaşmaya dair bir istek olarak tanımlanmaktadır (Lindner, 1998). Çalışan motivasyonu ile karlılık arasında doğrusal ve güçlü bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür (Shahzad ve Bhatti, 2008). Çalışan motivasyonuna etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında ise iyi çalışma koşulları, tatmin edici bir maddi kazanç ve organizasyon ile paralel olarak kişisel büyüme ve kazanç bulunmaktadır (Lindner, 1998). Motive edilmiş çalışanların oluşturduğu bir örgüt, karlılığa ulaşma ve üretkenliğini arttırma yönünde avantaj sağlayabilir (Pardhi, 2018). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde de benzer şekilde, dijital dönüşüme dayalı teknolojiler sayesinde uzaktan çalışabilme imkânının yaratılmasının, çalışma koşullarını iyileştirdiği, çalışan verimliliğine olumlu yansıdığı ve tüm bunların sonucu olarak da kişisel ve örgütsel kazanç olarak bir çıktı oluşturduğu ortaya çıkmıştır.

"*Şimdi evden çalışabiliyorsam, bu yine bilişim teknolojisi sayesinde ve bu benim verimimi 2 katına, 3 katına çıkardı yani. Benim kriterim nedir? Satışçı olduğum için yaptığım satıştır. Ofisteyken yaptığım satışın 3 katına çıktım mesela eve geçince, öyle söyleyebilirim. Bu da hem bana almış olduğum primler yoluyla bir maddi kazanç artışı sağladı, hem de tabii ki firmaya daha çok para kazandırmış oldu.*" (Firma C)

4.1.1.3. Hata Oranının Azaltılmasının Sağlanması

İnsan hatası temelde, belirli bir ölçütü karşılamayan eylemler olarak tanımlanır (Sheridan, 2008) ve bu tür hataların birçok sonucu ortaya çıkabilir. Örgütte ortaya çıkan hataların önemli kaynaklarından biri olarak insan faktörü, ciddi bir maliyet oluşturma riskini taşımaktadır (Beynon-Davies, 1999). Bilgi teknolojilerine dayalı çeşitli otomasyonlar ile bu hataları minimize edebilmek mümkündür (Latorella ve Prabhu, 2017). Yapılan görüşmelerde, dijital dönüşümün yol açtığı bilgi teknolojilerine dayalı otomasyonların, insan hatalarını ortadan kaldırdığı ve bu hatalardan doğabilecek maliyetlerden firmaları koruduğu ortaya çıkmıştır.

"*Belirli hata oranlarını azaltıyor her şeyin otomasyon veya optimizasyonla ilerlemesi. Bu da hatadan doğabilecek maliyetin de önüne geçmiş oluyor. Yani özetle şöyle, bazen bir insanın yaptığı bir hata, firmaya çok büyük bir maliyete sebebiyet veriyor. Ama işler otomasyonlar ilerlediğinde, hata oranı azaltılıyor ve bu hatalardan doğabilecek maliyetlerin de önüne geçilmiş oluyor*." (Firma D)

4.1.1.4.Maddi Risklerin Kontrol Altına Alınmasının Sağlanması

Günümüz koşullarında etkin ve verimli bir örgüt yapısının oluşturulması, finansal ve ekonomik güvenliği sağlamadan imkânsızdır ve otomasyona dayalı sistemlerin organizasyonlardaki varlığı, finansal ve ekonomik bağlamlarda bir güvenlik aracı olarak işlev görmektedir (Bogma, Vialets, Dukhnovska, Klymash ve Silakova, 2020). Sektör temsilcileri de benzer şekilde, teknolojik dönüşüme dayalı otomasyonların, bir hatırlatma ve kontrol aracı olarak işlev gördüğünü ve bunun da hata yapmanın ve bu hatalardan ortaya çıkan finansal risklerin ve verimlilik düşüşünün önüne geçmeyi sağladığını ortaya koymuştur.

"*Siz teknolojik dönüşüme geçtiğinizde, zaten bazı şeyler otomatik olarak size geliyor. Mesela henüz yapmadığınız bir işi size sistem hatırlatıyor. Sonra sizin tamamladığınız işi de ilgili birimlere sevk ediyor. Yapmanız gereken bir işi*

yapmamanız, eksik veya hatalı yapmanız ve buradan doğan maddi yükler riskini büyük ölçüde çözüyor bu teknolojik dönüşüm." (Firma T)

4.1.2. Müşteri Hizmetleri Üzerindeki Etkiler

Satın alma öncesinde, satın alma sırasında ve satın alma sonrasında müşteriye sunulan çeşitli hizmetleri kapsayan müşteri hizmetleri kavramı (Posselt ve Gerstner, 2005), son yıllarda hizmet sektörü için de oldukça önemli bir hale gelmiştir. Günümüzde teknolojik gelişmeler ve yönetim bilgi sistemleri, hizmet sektöründe müşterilerin hem hizmet standartları beklentilerinin artmasına ve bunun firmalar arası rekabeti tetiklemesine, hem de örgütlerde müşteri ile firma arası etkileşimin artmasına ve söz konusu iletişim ve bilgi akışlarında kaliteye yönelinmesine yol açmış durumdadır (Levis ve Mitchell, 1990). İşletmeler, öncelikli olarak müşteri beklentilerine odaklanarak ve dijital dönüşüme dayalı teknolojilerin desteğiyle müşteri hizmetleri kalitesini arttırarak, iyileştirilmiş bir ekonomik performans elde edilebilir ve bu işletme modeliyle ekonomik sürdürülebilirliği yakalayabilirler (Metz, Ilieş ve Nistor, 2020). Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün müşteri hizmetleri üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Müşteri hizmetleri üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, müşteriye yönelik işlemlerin sistemler üzerinden yürütülmesinin sağlanması, firma içi iletişimin gelişmesi ile müşteriye daha hızlı geri dönüş sağlanması, müşteriye bilgi akışının hızlandırılması ve müşteri ile iletişimin arttırılması ile ilgili konuları içerir.

4.1.2.1. Müşteriye Yönelik İşlemlerin Sistemler Üzerinden Yürütülmesinin Sağlanması

Endüstri 4.0'a dayalı teknolojilerin, iş süreçlerinde yarattığı etkilere bakıldığında, "birlikte çalışabilirlik" olarak ifade edilen, işletmelerin, siber fiziksel sistemlerin ve insanların arasında iletişimin ve hatta iletişim standartlarının ortaya çıktığını görmek mümkündür (Grabowska ve Saniuk, 2022). Ayrıca hizmet odaklı bir bakış açısı da söz konusu etkilerden bir diğeri olarak yer almaktadır (Grabowska ve Saniuk, 2022). Teknolojinin ve otomasyonun müşteri hizmetlerinde kullanımı, hız yoluyla müşteri tatminini arttırarak, dolaylı yoldan firmaların ekonomik sürdürülebilirliğine katkıda bulunma potansiyeli taşır (Furstenau, vd., 2020). Yapılan mülakatlar sonucunda, bu bakış açısıyla, müşteri ile iletişime geçilen sistemlerin

otomasyon yoluyla yürütülmesi, hız ve müşteri memnuniyeti ile ilişkilendirilmiş ve bu koda ekonomik sürdürülebilirlik sütunu altında yer verilmiştir.

"*Ben şu an müşterisiyim X isimli armatör firmanın, artık direkt web üzerinden siz teklifinizi alıyorsunuz, satışçıya ihtiyaç duymuyorsunuz, herhangi bir satış temsilcisiyle iletişime geçmeden alabiliyorsunuz bunu. Rezervasyon geçtiğinde yine herhangi bir insan onayı gerekmeden, eğer gemisinde yer varsa direkt size rezervasyon onayını verip föy iletiyor. Ardından siz o föyle direkt yüklemenizi yapabiliyorsunuz. Yani insan faktörü minimize edildi şu anda, işler çok hızlı ilerliyor sistem üzerinden. Baktığınızda, süreci gerçekten çok fazla dijitalleştirdiklerini ve basitleştirdiklerini söyleyebiliriz. Bu durum bizim de sürecimizi hızlandırdığı için müşteriye daha iyi hizmet etmemizi sağladı*." (Firma A)

4.1.2.2.Firma içi İletişimin Gelişmesi ile Müşteriye Daha Hızlı Geri Dönüş Sağlanması

Endüstri 4.0 teknolojileri, inovasyon işlevi aracılığıyla kurumsal ve şirket içi bağlamda işbirliğini, hızlı iletişimi, entegrasyonu geliştirerek müşteri hizmetlerine olumlu yönde etki eder ve bu yollarla ekonomik kalkınmayı destekler (Ghobakhloo, Fathi, Iranmanesh, Maroufkhani ve Morales, 2021). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, atılan e-postaların, şirket içi teknolojik entegrasyon yoluyla tüm çalışanlar tarafından görülerek yanıtlanabildiği ve bu yolla müşteri hizmetlerinin kuvvetlenerek, ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

"*Armatör firmalar öyle altyapılar kurmuşlar ki müşteri mail atıyor, müşterinin attığı mail ilgili kişinin bilgisayarındaki şirketin bütün departmanlarına entegre programa herkes tarafından görülebilecek ve cevaplanabilecek bir şekilde düşüyor. Bu durum da müşteri hizmetlerini kuvvetlendiriyor, hızlandırıyor ve iş akışının ve kârlılığın olumlu yönde etkilendiğini gösteriyor*." (Firma U)

4.1.2.3.Müşteriye Bilgi Akışının Hızlandırılması

Tedarik zinciri içerisinde bilgi akışı, firmanın rekabet gücünü arttırmaya önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Adeitan, Aigbavboa ve Bamisaye, 2021). Lojistik ağlarının çok daha geniş ve karmaşık olduğu günümüzde, gerçek zamanlı bilgileri yönetmek ve bu bilgileri tüm paydaşlara entegre ederek, etkin bir bilgi akışı yönetimi oluşturmak oldukça önemli hale gelmiştir (Dimitrov, 2005). Sektör temsilcileri ile

yapılan görüşmelerde de benzer şekilde, teknolojik dönüşümün, tedarik zinciri üyeleri arasındaki entegrasyonu ve bunun sonucu olarak da bilgi akışını arttırdığı ve hızlandırdığı görülmüş ve ifadelere dayanarak bu kod, ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir.

"*Bizde dijital dönüşüm konusunda AR&GE ve IT ekibi sürekli olarak çalışıyor ve yeni yazılımlar yapıyorlar. Kendi kurduğumuz sistemde müşteriler ürünleri nerede, malları nerede; yani kara operasyon olarak da takip edebiliyorlar, gümrük olarak da. Müşterilerimiz kendi şifreleri ile birlikte portala girerek malları ile ilgili her türlü bilgiye, konşimentolarına, faturalarına erişebiliyorlar. Bu da bence bizi bir adım öne çıkaran bir özellik dijitalleşmenin önemi ile ilgili özellikle rekabet anlamında*." (Firma I)

4.1.2.4.Müşteri ile İletişimin Arttırılması

İşletmeler için bilgi teknolojilerinin entegrasyonu, bir farklılaşma, rekabet avantajı ve müşteri sadakati elde etme yolu olarak değerlendirilmekte ve bilgi teknolojileri entegrasyonu ile gelişen müşteri ilişkileri ve müşteri iletişimi, ekonomik sürdürülebilirliğin bir kaynağı olarak görülmektedir (Müller ve Däschle, 2018). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, dijital teknolojilerin yardımıyla, müşteriye ait verilerin çeşitli sistemlerde ve altyapılarda tutulmasıyla ve bu verilerin doğru kullanımıyla müşteri iletişimi güçlü bir hale getirilerek, müşteri hizmetlerini desteklemenin mümkün olduğu belirtilmiştir. Firmaların müşteri ile iletişimin arttırılması yoluyla rekabet üstünlüğü elde ederek, ekonomik sürdürülebilirliği destekleme yönünde pozitif ifadelerine rastlanmıştır.

"*Çok güçlü bir CRM altyapısı olan bir firma düşündüğümüzde, o firma müşterinin ne istediğini bildiği ve çok daha iyi takip edebildiği için onlar ile çok güçlü bir iletişim ve bir müşteri memnuniyeti oluşturmuş oluyor. Müşterilerine de çok daha uygun rakamlarla hizmet sağlayabiliyorlar çünkü daha fazla kazanmış oluyorlar.*" (Firma U)

"*Freight forwarding sektöründe en önemli sorunlardan biri farklılaşamamak aslında. Çünkü hepimiz hemen hemen aynı hizmeti sunuyoruz ve yüzlerce firma var siz de bilirsiniz. Aslında bu bağlamda teknolojik dönüşümün getirdiği avantaj, farklı teknoloji ve yazılımları kullanarak müşteriye daha fazla erişmek, daha hızlı ve verimli iletişim kurabilmek ve onlara bu yolla dokunmak oluyor.*" (Firma R)

4.1.3. Pazar Payı Üzerindeki Etkiler

Pazar payı, işletme karlılığının ana belirleyicilerinden biridir (Buzzell, Gale ve Sultan, 1975). Kar amacı güden herhangi bir organizasyonun nihai amacı, firma performansını maksimize etmektir (Khan, Razzaq, Yu ve Miller, 2021). Bu performans artışının önemli göstergelerinden biri ise pazar payını arttırmaktır (Khan, vd., 2021). Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüme dayalı teknolojiler, firmaların çeşitli maliyetlerini azaltma, ürünlerin ve firmaların pazar paylarını arttırma yollarıyla iş modellerini dönüştürerek, ekonomik sürdürülebilirliklerine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Jamwal, Agrawal, Sharma ve Giallanza, 2021). Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün pazar payı üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Pazar payı üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, insan faktörünün minimize edilmesi, vakit kazandırma yoluyla yeni müşterilere erişilmesi, müşteriye katma değer oluşturulması, firmalar arası etkileşimin sağlanması, farklı pazarlara erişim sağlanması ve potansiyel müşterilere erişim sağlanması ile ilgili konuları içerir.

4.1.3.1.İnsan Faktörünün Minimize Edilmesi

Endüstri 4.0 dijital dönüşümünün avantajlarından biri olarak gösterilen iş gücü verimliliğinin artışı, daha az sosyal sermaye ve otomasyona dayalı daha yüksek teknik sermaye, ekonomik sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunmaktadır (Sima, Gheorghe, Subić ve Nancu, 2020). Temeli güven ve iletişim üzerine kurulu olan sosyal sermayenin (Karagül ve Dündar, 2006) yerini teknik sermayenin alması, örgütlerin daha hızlı karar almasına ve hizmet kalitesinin artmasına yol açmaktadır (Sima vd., 2020). Bu bağlamda görüşmeler sonucunda, insan ilişkilerine bağlı sosyal sermayenin ve dolayısıyla insan faktörünün minimize edilmesinin, firmanın pazar payı üzerinde olumlu bir etkisi olduğundan, bu boyut, pazar payı ve ekonomik sürdürülebilirlik kodları ile ilişkilendirilmiştir.

"*Biz genel olarak sistemi, belli birinin aklındaki bilgilere bağlamamaya çalışıyoruz. Yani her departmandaki herkesin, yaptığı her işi sisteme yansıtmasını ve yarın o koltukta oturmuyorsa onu replace edecek kişinin hemen kaldığı yerden devam edebilecek duruma gelmesi için çok uğraşıyoruz yıllardır ki bu bize ekonomik olarak zarar vermesin, müşteri kaybı yaşatmasın. Bunun için de teknolojik yatırımlar yapıyoruz, sistemimizi geliştiriyoruz ve ciddi finans kullanıyoruz yani serverlarımızı*

büyütüyoruz, teknolojik sistemlerimize, CRM programlarımıza ciddi yatırım yapıyoruz ve herkesin kullanması için de net bir şekilde teşvik ediyoruz. Böylece o çalışan kişi işten çıktığı zaman, bizim müşterilerimizi de beraberinde götürememiş olacak ve müşteri sayımızda ve pazar payımızda doğrudan bir etki yaratmamış olacak." (Firma L)

4.1.3.2.Vakit Kazandırma Yoluyla Yeni Müşterilere Erişilmesi

Endüstri 4.0 dijital dönüşümü ile firmalar iş modellerini yenileyerek, iyileştirmeleri gereken noktalara odaklanabilir, kendilerine vakit kaybı yaratan noktaları belirleyerek, hız kazanabilirler (Kiraz, Canpolat, Özkurt ve Taşkın, 2020). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde benzer bir bakış açısıyla, endüstri 4.0'a bağlı teknolojiler sayesinde artık birçok işin uzaktan yapılabildiği ve bu sayede kalan vaktin farklı müşterilere erişmek suretiyle pazar payını yükseltmeye ayrılmasının mümkün olduğu ortaya koyulmuştur.

"*Biz müşterilerimizle artık teknolojiyi kullanarak görüntülü mülakatlarla A noktasından B noktasına arabaya binip gitmek ve buluşmak yerine sorunlarımızı uzaktan çözebiliyoruz. Örneğin, o sürede başka müşterilere erişim sağlayarak potansiyel müşteri sayımızı artırabiliyoruz*." (Firma B)

4.1.3.3.Müşteriye Katma Değer Oluşturulması

Endüstri 4.0 doğasında, dijitalleşme olanaklarından faydalanarak, müşteriye sürekli katma değer yaratma felsefesini tedarik zincirine entegre etmeyi barındırmaktadır (Nagy, Oláh, Erdei, Máté ve Popp, 2018). Bir farklılaşma stratejisi olarak teknolojiye yatırım yaparak müşteriye katma değer oluşturmak, uzun vadede firmaya karlılık olarak yansıyacaktır (Torn ve Vaneker, 2019). Yapılan görüşmelerde, teknolojik gelişim yoluyla müşterilere katma değer oluşturularak, zaman içinde firmanın müşteri sayısında artış sağlanmasının ve bunun bir rekabet avantajına dönüştürülerek yapılan yatırımların uzun vadede amorti edilmesinin mümkün olduğu ortaya koyulmuştur.

"*Süreçlerinizi dijitalleştirdiğinizde, yeni işler kazanırsınız, müşterilerinize katma değer eklersiniz, böylece rekabette de öne geçersiniz otomatikman; daha çok para kazanıp, yaptığınız ilave yatırımı amorti edersiniz. Şu an bizim yaptığımız tam da bu aslına bakarsanız. Yani biz bir yatırım yaptık, o yatırımı amorti ediyoruz.*

Dolayısıyla ekonomik anlamda muhakkak olumlu etkisi olur uzun vade olarak bakıldığında." (Firma E)

"*Dijital teknolojimizi, kusursuz hizmet anlayışımızla müşterilerimize gelişmiş çözümler sunmak için kullanıyoruz. Dijital teknolojileri kendimize sürekli bir katma değer ve rekabet avantajı olacak şekilde bünyemize katıyoruz. Bu da müşterilerin bizi seçmesini sağlayan güçlü yönümüz*." (Firma D)

4.1.3.4.Firmalar Arası Etkileşimin Sağlanması

İşbirlikçi inovasyon, firmalar arası bilgi paylaşımı ve entegrasyonu içeren ekonomik değeri olan bir gelişimi ifade eder (Wang, Zhao, Chi ve Li, 2017). Endüstri 4.0 dijital dönüşümü, uluslararası firmalar arasındaki bağlantıları sağlamak için bir bilgi erişim koordinasyon mekanizması görevi görmektedir (Opazo-Basáez, Vendrell-Herrero, Bustinza ve Marić, 2022). Firmalar arası işlemlerin ve işbirliğinin artışı, firmaların yenilikçiliklerini arttıracağı gibi, rekabet ve işgücü piyasası hareketliliğini de sağlar (Götz ve Jankowska, 2017). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, çeşitli yazılımlar aracılığıyla kurulmuş sistemler üzerinden, farklı firmaların birbirileri ile tanışmasının, beraber iş yapmasının, karşılıklı kazanç elde etmesinin ve tanınırlıklarının artmasının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

"*Y diye bir nakliye borsa sitesi var, Avrupa'daki hemen hemen tüm depoları, nakliyecileri, yükleri bulup, oradan bir bağlantı kurabiliyorsunuz. Oradan ben çok çalıştım, çok iş aldım, çok yükleme yaptım, çok fazla nakliyeci ve depo da buldum. Orada bir sistem var, o sisteme herkes bulunduğu deposunun adresini giriyor, işte yapabileceklerini yazıyor veya yük satıyorsa oraya yükü giriyor, yük detaylarını yazıyor ve hemen oradan birisi yüke talip oluyor, ona araç ayarlıyor veya siz araç veriyorsunuz oraya, aracım var diye oraya ilan koyuyorsunuz, oradan birisi gelip sizin aracınıza talep oluşturuyor. Bu sayede firma tanınırlığınız artmış oluyor.*" (Firma H)

4.1.3.5.Farklı Pazarlara Erişim Sağlanması

Manuel işleri otomatik hale getirme ve şirket içindeki verileri bütünleştirme, iş akışlarını düzenleyerek üretkenliği artırır (Căpușneanu, vd., 2021). Dijital dönüşüm ekosisteminde, yenilikçi iş modelleri ve teknolojik araçlar yoluyla üretkenliği arttırma, şirketlerin yeni pazarlara erişimini olanaklı hale getirir (Marcon, Le Dain ve Frank, 2022). Sektör temsilcileri, endüstri 4.0'a bağlı teknolojiler sayesinde işlerini çok daha

hızlı ve kolay bir şekilde yürüttüklerini ve böylece farklı pazarlara erişim sağlamak için vakit ve çaba harcayabilme avantajı elde edebildiklerini belirtmişlerdir.

"*Bizim programa entegre yurtdışı acentelerimiz var. Normalde bir yükleme kalktığında, yani bir gemi kalktıktan sonra bir forwarder, karşı ofisine bilgi geçer; prealert diyoruz biz buna, yük varmadan önceki alert. Bunu şu anda bizim sistemimize bağlanarak karşı acentelerimiz kendi alıyor. Kendileriyle ilgili olan faturaları çekiyorlar, oradan download edebiliyorlar, konşimentoları görebiliyorlar, bu bize çok büyük bir zaman kazandırıyor. Onlar da aynı şekilde 1 hafta evrak bekleyeceklerine, oradan girip hemen, anında eş zamanlı bu evrakları indirebiliyorlar. Hem biz zaman kazanıyoruz, hem de onlara. Bu sistem sayesinde daha fazla acenteyle de anlaşma sağladığımızı söyleyebilirim iş anlamında da bakacak olursanız. Yani farklı pazarlara erişim sağlamız açısından bize bir fayda sağlamış oldu teknolojik dönüşüm bakıldığında.*" (Firma L)

"*Biz artık beyin gücü yani insan sayısını arttırmayla birlikte teknolojiyi ve çalışanlarımızı birbirine entegre etmeye başladık. E bu da daha hızlı dönüşlere, yani yurtdışındaki acentelerin tekliflerine zamanlı ve zamansız 7/24 dönüşlere yansıdı. Eskiden saat farkından dolayı belki 1 gün, 2 gün sarkardı yüklemeler, teknolojiyi adapte etmeyle birlikte istediğimiz zaman, istediğimiz yerde teklife ulaşıp rezervasyon alır duruma geldik şu an kendi sistemimizde. İstersek dışarıda müşteride olalım, istersek arabada olalım, bir bilgisayar değil, ipad bile elimizde olsa her şeyi yerine getirebilecek duruma geldik. Bu bizim şirketimiz özelinde büyük bir gelişim oldu ve müşteri hacmimizi da çok çok arttırdı uluslararası bağlamda bu gelişim.*" (Firma N)

4.1.3.6.Potansiyel Müşterilere Erişim Sağlanması

Endüstri 4.0 dijital dönüşümünün faydaları arasında hız, oldukça öne çıkanlardan bir tanesidir ve işletme performansı üzerinde yüksek bir etkiye sahiptir (Duman ve Akdemir, 2021). Üretimde veya hizmet sektöründe kaliteyle beraber eklenen hız, karlılığa ve pazar payına, dolayısıyla ekonomik sürdürülebilirliğe katkılar sunmaktadır (Duman ve Akdemir, 2021). Bu doğrultuda, görüşmeler sonucunda teknolojik destek ile yürütülen işlerin, kişilere zaman kazandırdığı ve kazanılan bu zamanda potansiyel müşterilere ulaşmanın mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

"*Uzun vadede şöyle bir şey oluyor. Mesela ben tek başıma veya 10 kişinin yapacağı işi bu kurulan teknolojilerle bir süre sonra yapabileceğim ve atıyorum 10*

müşteri yerine 1000 müşteriye ulaşılabileceğim ve bu da beni freight forwarder pazarında bir adım öne geçirecek." (Firma T)

4.1.4. Güvenlik/Güvenilirlik Üzerindeki Etkiler

Güvenlik kavramı, işletmenin faaliyet alanı bağlamında farklı şekillerde tanımlanabilir. Temelde güvenlik kavramı, işletmenin operasyonlarını korumak için alınan önlemler setini oluşturur ve hizmet şirketleri; siber güvenlik, fiziksel güvenlik, teknik güvenlik, yasal güvenlik, kişisel güvenlik ve iş sürekliliğini göz önünde bulundurarak bu kavramı değerlendirebilirler (Wisniewski, Gladysz, Ejsmont, Wodecki ve Van Erp, 2022). Blok zinciri gibi endüstri 4.0 teknolojileri, işletmelere veri güvenliğini koruma konusunda büyük avantajlar sağlamaktadır (da Rosa Righi, Alberti ve Singh, 2020). Buna ek olarak, bugün birçok endüstri 4.0 teknolojisi, araçlara takılan cihazlar vb. yollarla ürün güvenliğini de desteklemektedir. Veri ve ürün güvenliğinin sağlanması ve müşteri güvenilirliğinin sağlanması ise dolaylı yollardan ekonomik sürdürülebilirliği güçlendirmektedir.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün güvenlik/güvenilirlik üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Güvenlik/güvenilirlik üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, ürün güvenliğinin sağlanması ve müşteri güvenliğinin sağlanması ile ilgili konuları içerir.

4.1.4.1.Ürün Güvenilirliği Sağlanması

Değişen ve kişiselleşen müşteri ihtiyaç ve istekleri, tedarik zincirinde gittikçe artan bir belirsizliğe yol açmakta, belirsizlik ile karşı karşıya kalan işletmeler ise tedarik, üretim ve teslimat konularında gecikme riskleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar (Sreedevi ve Saranga, 2017). Nesnelerin interneti gibi endüstri 4.0 teknolojileri, yükün konumunu ve aracın hızını uzaktan izlemeye olanak tanıyarak, olası gecikmelerden önceden haberdar olunmasını sağlama ve bu yolla tedarik zincirindeki belirsizlikleri önemli ölçüde azaltma yönünde işletmelere destek olmaktadır (Manavalan ve Jayakrishna, 2019). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde de benzer bir yönde, endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde çeşitli araçlar yardımıyla yük takibinin kolayca yapılabilmesi ve böylece ürün teslimatı konusunda güvence sağlanmasının olanaklı olduğu ortaya koyulmuştur. Belirsizliğin azalması, karlılığa ve ekonomik sürdürülebilirliğe olumlu yönde etki edecektir.

"*Biz mesela araç konumlarını takip ediyoruz. Araç takip cihazının verileri bilgisayara geliyor. Bilgisayardan o aracın içini görüyorsunuz yani, şu plakalı araç, hangi konumda onu görüyorsunuz. Biz bunu anlık takip edince müşterimize de bilgisini verebiliyoruz ve onlar da mallarının güvende olduğuna emin oluyorlar. Böylece tedarik zincirindeki belirsizlik de azalmış oluyor.*" (Firma H)

4.1.4.2.Müşteri Güvenilirliğinin Sağlanması

Günümüz modern tedarik zincirlerinde, müşterilere ait verilerde gizliliği korumak oldukça önemli bir konudur (Wu, vd., 2019). Veri ve bilgi güvenliği alanında blok zinciri gibi endüstri 4.0 teknolojileri, çeşitli anahtarlar ve şifreler yoluyla, müşterilere ait bilgileri saklama, bütünlüğünü ve gizliliğini koruma konularında ve bu yolla müşterilerin güvenini kazanma anlamında firmalara büyük katkılar sunmaktadır (Barreto, Amaral ve Pereira, 2017). Blok zinciri teknolojisi, hem üretim, hem lojistik, hem de tüm tedarik zincirinde, çeşitli unsurlar arasında bilgi alışverişi için güvenli bir mekanizma sağlamaktadır (Barleta, Pérez ve Sánchez, 2020). Yapılan görüşmelerde, endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde, hem dijital ortamda müşteriye ait verilerin saklanmasının, hem de güvenli bir şekilde ve bütünlüğü korunarak aktarım ve entegrasyonunun sağlanmasının mümkün olduğu ortaya koyulmuştur.

"*Şu an dijital ortamda verileri tutuyoruz, yarın öbür gün satın aldığımız herhangi bir yazılım veya aplikasyonla mevcut verilerimizi entegre edip farklı süreç yönetimine de geçebiliriz. Müşteri bilgilerimiz teknoloji sayesinde çok daha güvende duruyor ve erişimi kolay oluyor. Bu aynı zamanda müşterilere ait verilerin çalınması veya kaybolması riskini de önlüyor blok zinciri teknolojisi sayesinde.*" (Firma P)

4.1.5. Yönetsel Beceriler Üzerindeki Etkiler

Bir örgüte ait yöneticilerin yönetsel becerilerinin düzeyi, örgütün işleyişini önemli ölçüde etkilemektedir (Demirtaş, 2000). Katz'a göre (2009) bir yönetici, hem çalışanların eylemlerine yön vermeli, hem de çeşitli örgütsel hedeflerin gerçekleşmesinden sorumlu olmalıdır. Buna göre, yönetsel beceriler; teknik, insani ve kavramsal beceriler olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Katz, 2009). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, endüstri 4.0 teknolojilerinin, söz konusu becerilerden, teknik ve kavramsal olanların gelişimi üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin beraberinde getirdiği yetkinlikleri benimseyen yöneticiler, çeşitli

zorluklar ile baş etme konusunda daha yetenekli olacaklardır (Shet ve Pereira, 2021). Dijital dönüşümü benimseyen ve uygulama kararlılığı gösteren şirketler, proaktif davranabilen, strateji belirleme konusunda başarılı olan, yol haritaları çizebilen ve atılan bu adımlarda risk alabilme potansiyeline sahip olan yöneticilere ihtiyaç duyacaktır (Shet ve Pereira, 2021). Yapılan görüşmelerde, endüstri 4.0'a bağlı teknolojilerin, strateji belirleme konusunda yöneticilere bir araç oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca teknolojik beceriler sayesinde, daha önce uzun vakitler harcanarak yapılan bir işin, artık çok daha kısa sürede tamamlanabildiği ve kalan süreyi daha etkin kullanmanın mümkün olduğu da ortaya koyulmuştur. Bu becerilerin tümü ise karlılık ve ekonomik sürdürülebilirliğe katkı olarak örgüte yansıyacaktır.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün yönetsel beceriler üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Yönetsel beceriler üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, teknik becerilerin geliştirilmesi, kavramsal becerilerin geliştirilmesi, yönetim stratejilerinin belirlenmesi ve örgütsel zamanın etkin kullanılması ile ilgili konuları içerir.

4.1.5.1.Teknik Becerilerin Geliştirilmesi

Teknik beceri, herhangi bir faaliyeti anlama, onunla ilişkili metotları, süreçleri, prosedür ve teknikleri uygulayabilme yeteneğini ifade eder ve uzmanlık alanlarına ait özel bilgilere ve yeteneklere sahip olmayı ve söz konusu uzmanlığa bağlı araçları ve teknikleri kullanabilme becerisini içerir (Katz, 2009). Teknik becerilerin dijital yollar ile gerçekleştirilmesi, endüstri 4.0 devriminin odağında yer alan konulardan bir tanesidir (Schallock, Rybski, Jochem ve Kohl, 2018). Yönetim becerilerinden bir tanesi olarak nitelendirilen teknik becerilerin iyi kullanılmasının, yönetimsel performansı iyileştirdiği söylenebilir (Hysong, 2008). Endüstri 4.0 dijital dönüşümüne bağlı teknolojilerin teknik beceriler üzerindeki olumlu etkisi düşünüldüğünde, yönetimsel becerilere bilgi teknolojisini anlama, çeşitli arayüzlerle etkileşim kurma yeteneklerini eklemenin, etkin ve hızlı çalışma üzerindeki etkisinin boyutunu daha net bir şekilde görmek mümkündür (Pinzone, vd., 2017). Teknik becerilerin geliştirilmesi yoluyla işlerin daha kolay ve hızlı bir şekilde yapılması, verimlilik, dolayısıyla ekonomik sürdürülebilirlik sağlamaya katkıda bulunacaktır. Sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelerde bu ifadelere paralel olarak, dijital dönüşüme bağlı teknolojilerin,

yöneticilerin teknik becerilerini geliştirmeye katkıda bulunduğu, bunun da operasyonlara hız ve verimlilik kattığı ortaya koyulmuştur.

"*Eskiden biz evrakları tek tek toplayıp elle taratıp mail atardık, artık öyle bir şey yok. Artık mail atmaya bile gerek kalmıyor, sistemde kullandığımız yazılımların içerisinde o evrakları pdf formatında hangi yükse onun altına kaydedebiliyoruz. Hangi tıra ait evraksa, hangi konteynere ait konşimento varsa onların hepsinin sistemde kaydını çok daha kolay bir şekilde tutabiliyoruz. Bu da bizim çeşitli işlerimizi çok daha kolay ve hızlı yapabilme becerisini bize ekledi. Bir yönetici olarak rahatlıkla bunu söyleyebilirim.*" (Firma G)

4.1.5.2.Kavramsal Becerilerin Geliştirilmesi

İşletme bazında kavramsal beceri, örgütü bir bütün olarak görebilme; örgütün herhangi bir bölümünde veya fonksiyonunda olumlu/olumsuz anlamda yapılan bir değişimin diğer bölümler veya fonsiyonlar üzerinde ne tür etkileri olduğunu keşfedebilme ve hatta organizasyonun ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerini anlayabilme yeteneğini içermektedir (Katz, 2009). Dolayısıyla, bir örgüte dair verilen herhangi bir kararın sonucunun başarılı olup olmaması, söz konusu örgüte bağlı olarak çalışan ve karar almada aktif rol oynayan yöneticinin kavramsal beceri düzeyi ile yakından ilişkilidir (Katz, 2009). Bir örgütün iç süreçlerinde ve operasyonlarında iyileşmeye yol açan endüstri 4.0 teknolojileri (Núñez-Merino, Maqueira-Marín, Moyano-Fuentes ve Martínez-Jurado, 2020), kavramsal becerilerin ve karar alma mekanizaları ile yönetim becerilerinin geliştirilmesine destek olmaktadır. Benzer şekilde, sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, dijital dönüşüm sürecine girilmesi ile şirketlerin iç süreçlerinin ve karar alma mekanizmalarının iyileştiği, alınan kararların işletme fonksiyonlarına etkilerinin görülebilmesi yoluyla kavramsal becerilere olumlu etkisinin var olduğu gözlenmiştir.

"*Dijitalleşmeye epey para harcadık, yatırım yaptık, işte server yatırımlarımız oldu, teknolojik donanım yatırımlarımız oldu. Bir program satın aldık. O programla şu anda en azından kendi iç süreçlerimizi daha dijital bir şekilde yapıyoruz. Yani iç işleyişimizde meydana gelen bir problemin veya değişikliğin diğer birimleri hangi şekillerde etkileyebileceğinin analizini çok daha kolay bir şekilde yapabiliyoruz. SWOT analizi gibi düşünebilirsiniz bunu. Bu bizi karlılık anlamında bir adım öne geçirecek, geçiriyor şimdiden de.*" (Firma E)

4.1.5.3.Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi

Küreselleşen pazarlarda yüksek rekabet seviyesi, firmaların yönetim sistemlerinin dönüşümü; dijital teknolojilerin erişilebilir oluşu ise yönetim stratejilerinin sürekli olarak geliştirilmesine katkıda bulunma gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Abu-Dalbouh, 2020). Araştırmalar, teknolojik dönüşümü benimsemenin, firmalara müşteri ilişkileri yönetimini güçlendirme, pazar analizi yapma ve yönetim stratejilerini gözden geçirme ve güçlendirme bakımından öneminin altını çizmektedir (Bruni ve Piccarozzi, 2022). Büyük veri gibi endüstri 4.0'a bağlı teknolojiler, müşteri odaklı olup, tedarik zinciri içindeki güçsüz yanları azaltmaya yönelik olarak çalışmaktadır (Bruni ve Piccarozzi, 2022). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde müşteri ilişkileri yönetiminin geliştirildiği, müşterilere anket gibi uygulamaların kolayca yapılması ile firmaya ait güçlü ve güçsüz yanların belirlenmesiyle, yönetim stratejilerinin gözden geçirilip, güçlendirildiği ortaya koyulmuştur.

"*Biz sürekli yeni yeni şeylere başlıyoruz mesela random müşteri memnuniyeti anketlerine. Bunu da dijital ortamda uygulayıp raporluyoruz. O raporların sonucu bize hep bir şey ifade etmeli ve bundan sonraki iş yapış şeklimizi belirlemeli. Yaptığımız işten verim alıyor muyuz, yoksa başka bir strateji mi izlemeliyiz, bunun direkt belirleyicisi bu anketler. Bunun için de işte bir CRM'e, bir programa ihtiyacımız oluyor.*" (Firma L)

4.1.5.4.Örgütsel Zamanın Etkin Kullanılması

Modern yönetim düşüncesinde zaman kavramı, etkin kullanılması gereken oldukça önemli bir kaynak olarak yer almaktadır (Aydın, 2012). Zamanın etkin kullanımı, örgütlerde maliyet tasarrufu sağlayarak, rekabet üstünlüğü elde edilmesini olanaklı kılmaktadır (Kablan, 2018). Çalışmalar, endüstri 4.0'a bağlı teknolojilerin bir kaynak olarak örgütsel zamanın etkin kullanılmasına pozitif etki sağladığını ortaya koymaktadır (Nick, Szaller, Bergmann ve Várgedő, 2019). Bu etkinin sağlanması ise müşterilere ait bilgilerin etkin ve verimli kullanımı, müşteri ilişkilerinin gelişimi ve yönetim sürecinin iyileştirilmesi ile yakından ilişkilidir (Adeitan, vd., 2021). Yapılan görüşmelerde benzer şekilde, dijital dönüşüme bağlı teknolojiler yardımıyla firmaların vakit kaybetmelerine neden olan alanları ve konuları daha kolay bir şekilde

belirleyerek, söz konusu zamanı daha etkin kullanmalarının olanaklı hale geldiği belirlenmiştir.

"*CRM programından gelen raporlamanın değerlendirmeleri sonucu kendinize bir yol haritası çizip, belirli müşterilere odaklanıp, belirli işlere boşuna vakit harcadığınızı görüp daha çok iş gelebilecek alanlara yönelebilirsiniz. Bu da aslında yine ekstradan para kazanmanızı sağlayacak bir şey. Yani ayrıca sürekli gidip iş alamadığı bir müşteriyle ikili ilişkiyi de geliştiren bir insan, diğer işleri kaçırıyor oluyor aslında.*" (Firma F)

4.1.6. Tedarik Zinciri Entegrasyonu Üzerindeki Etkiler

Küreselleşme, ürün çeşitliliğinin artması, tedarik zincirlerinin giderek daha karmaşık hale gelmesi ve ürün yaşam döngülerinin kısalması, şirketleri rekabet avantajlarını devam ettirebilmek için "tedarik zinciri entegrasyonu" adı verilen tedarik zinciri üyeleri arasında iş birliği ve koordinasyonu arttırmayı amaçlayan bir yaklaşıma yönlendirmiştir (Harrison, Lee, Neale, Lee ve Whang, 2004). Günümüz dijital dünyasında ve ekonomisinde başarılı olmak isteyen şirketler, teknoloji, insan ve çeşitli iş süreçlerini sadece kendi iç yapılarıyla değil, aynı zamanda genişletilmiş iş birlikleriyle yönetmek zorundadırlar (Awad, 2010). Endüstri 4.0 devriminin getirmiş olduğu dijital dönüşüm, tedarik zincirlerine teknolojiyi entegre etme gerekliliğini beraberinde getirmiştir (Toktaş-Palut, 2022). Bu yönüyle, sistemi verimli ve etkili bir şekilde yönetmek, tedarik zincirine dâhil firmalar için bazı zorluklara yol açabilmektedir (Awad, 2010). Bu zorluklardan biri, özellikle ekonomik bağlamda sürdürülebilir bir tedarik zinciri yönetimi için gerekli olan gelişmiş modern altyapıdan yoksun olmaktır (Ghadge, vd., 2020). Tedarik zinciri ortaklarının bilgi sistemlerine uyum yeteneklerinin ve altyapılarının yetersiz veya birbirlerinden farklı oluşu, zincirde karmaşaya ve entegrasyon eksikliğine ve karlılığın azalmasına sebep olmaktadır (Shore, 2001).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün tedarik zinciri entegrasyonu üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Tedarik zinciri entegrasyonu üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, tedarik zinciri ortakları arasında teknolojik altyapı uyumsuzluğu bulunması ile ilgili konuları içerir.

4.1.6.1. Tedarik Zinciri Ortakları Arasında Teknolojik Altyapı Uyumsuzluğu Bulunması

Tedarik zinciri ortakları arasında bilgi teknolojilerinin uyumsuz ve dengesiz kullanımı, bilgi paylaşım düzeyini olumsuz yönde etkileyerek (Forster ve Regan, 2001), tedarik zinciri yönetimi işbirliğini bozmaya sebep olabilmektedir (Ye ve Wang, 2013). Şirketlerin bilgi teknolojileri altyapısı, onların bilgi teknolojileri yeteneklerini ortaya koyar ve tedarik zinciri içerisinde etkin bir bilgi paylaşım ağı kurulmak isteniyorsa, tüm üyelerin yeterli altyapıya sahip olmaları gerekir (Shore, 2001). Aksi durum beraberinde, tedarik zincirinin yanıt verme yeteneğinde, performansında ve şeffaflığında azalmayı, çatışma, uyumsuzluk ve tutarsızlık riskinde artışı getirmektedir (Bush, Tiwana ve Rai, 2010; Meidute-Kavaliauskiene, Yıldız, Çiğdem ve Činčikaitė, 2021).

Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde buna paralel olarak, bazı üyelerde bulunan altyapı yetersizliği sebebiyle, tedarik zinciri ortakları arasında işbirliği ve süreç yönetiminin olumsuz etkilendiği ve bu olumsuzluğun zincir boyunca yayıldığı belirtilmiştir.

"*Tedarik zinciri aktörlerimiz arasında bir otomasyon ve entegrasyon yok. Yani siz nakliyeciyle telefon haricinde çok fazla iletişim kuramazsınız, en fazla mail atarsınız, onlarda o altyapı yok. Mesela havayoluyla bir mal yüklendiğinde, bize otomatik olarak bildirebiliyorlar ya da biz kendi kullandığımız sistem veya havayolunun web sitesi üzerinden de bunu görebiliyoruz. Evet, bazı otomasyonlar var hayatımızda ama birebir tüm partnerlerimizle bu olamıyor, genellikle mail üzerinden dönüyor. Tabii ki burada beklenti, çok daha yenilikçi modellerin olması. Mesela bir mal yüklendiğinde, uçtuğunda, vardığında, gümrüğü bittiğinde, bunların hep bize düşmesini isteriz veya en azından aktörlerimizin belli bir otomasyon seviyesinde olmasını isteriz ama bunun altyapısı henüz tüm tedarik zinciri aktörleri özelinde hazır değil bence. Altyapıdaki bu entegre olma sıkıntısı iletişimsizlik olarak sonuçlanıyor.*" (Firma J)

4.1.7. İletişim Üzerindeki Etkiler

Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik kesişimi baz alınarak yapılan bir literatür taramasında, genel olarak dijitalleşmenin sürdürülebilirlik boyutları üzerinde oldukça

olumlu etkiler yarattığı ve yaratmasının muhtemel olduğu görülür (Dieste, Orzes, Culot, Sartor ve Nassimbeni, 2023). Fakat endüstri 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirlik boyutları üzerinde olumsuz etkilerini ve yazarların buna dair endişelerini de görebilmek mümkündür (Ghobakhloo, vd., 2021). Örneğin, takip cihazları gibi bazı dijital teknolojiler, sürdürülebilir yaşam tarzları yaratma konusunda destek sağlarken, örgütsel anlamda iletişimi azaltarak, firmanın işleyiş ve oluşumuna ters etkiler yaratabilir ve bu etki de tüm tedarik zinciri üzerindeki koordinasyonu bozabilir (Bohnsack, Bidmon ve Pinkse, 2022). Bu durum ise ekonomik sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkileyebilir.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün iletişim üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. İletişim üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, sistemsel hataların oluşması ve kişilerarası iletişim yoluyla sorun çözmenin ortadan kaldırılması ile ilgili konuları içerir.

4.1.7.1.Sistemsel Hataların Oluşması

Üretimde ve çeşitli operasyonlarda hataların temel kaynağının insan olduğu ve insan hatalarının, endüstri 4.0'a dayalı çeşitli teknolojiler ve metotlar ile azalabileceği bilinmektedir (Abu Hawwach, 2021). Buna karşılık, dijital teknolojilerin, çeşitli yazılımların ve bunlara bağlı olarak kurulan sistemlerin hatalı oluşu ile de karşılaşılmakta ve bu hataların da maddi yükümlülükleri bulunmaktadır (Vural, 2005). Endüstri 4.0 ve çeşitli akıllı teknolojiler, endüstrilerde insanın rolünü değiştirmiş olsa da, uygulamada işbirlikçi sistemler ile insan kaynağının dâhil edilmesi gerekliliği hala önemli kabul edilmektedir (Farsi ve Zio, 2019). Benzer bağlamda, sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde de insanın rolünün azaltılmasının, sistemsel hatalara müdahale edebilme ve bu sorunlara karşı insan ile iletişime geçerek çözüm bulabilme konularında sorun yarattığını ve bu sorunun tedarik zinciri boyunca yayılarak çeşitli aksamalara ve maddi problemlere sebep olduğu ortaya çıkmıştır.

"*Dijitalleşmeyle beraber, rezervasyonu giriyorsunuz, direkt size onay föyü düşüyor, siz ekipman almaya gidiyorsunuz, ama bir bakıyorsunuz konteyner yok. Aslında talebiniz onaylı ama konteyner alamıyorsunuz. Mesela bu insan faktörü olmadan alınmış bir booking sürecinde sizin için bir problem. Aslında dijitalleşmede kolaylık diye görünen sistem, sizin araç yönlendirip, fazladan masrafınızın*

oluşmasına, konteyner alamamanıza, yükleme yapamamanıza sebep oluyor." (Firma A)

4.1.7.2.Kişilerarası İletişim Yoluyla Sorun Çözmenin Ortadan Kaldırılması

Endüstri 4.0 dijital dönüşüm çağında, teknolojinin organizasyonlarda giderek daha fazla kullanılması, görevleri yerine getirme ve iletişim kurma bağlamlarında zayıf ilişkiler kurulmasına ve çeşitli potansiyel olumsuzluklara yol açabilmektedir (du Plessis, 2021). Çeşitli dijital işyeri araçlarını etkin ve verimli kullanmak ve potansiyel sorunlar konusunda proaktif olmak, bir örgütün bu tür araçları olumlu yönde kullanabilme yeterliliği ile ilişkilidir (Ferreira, Potgieter ve Coetzee, 2021). Dijitalleşmede yaşanan sorunları giderme konusunda, kişilerarası iletişimin ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi de oldukça önemlidir (Malik, Tripathi, Kar ve Gupta, 2021). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, dijital araçları kullanma konusunda kişilerarası iletişim becerileri ve problem çözme bağlamında çeşitli olumsuzluklar yaşandığı ve bu olumsuzlukların etkilerinin tüm tedarik zincirine yayıldığı ortaya koyulmuştur.

"*Birçok armatör son yıllarda sistemini online'a çevirdi. Yani teklif almaları, rezervasyon onaylamalarını, diğer birçok şeyi. Yani bu bence hani insanlara ve sektöre yansıması anlamında çok pozitif bir şey olmadı. Mesela ekipmansızlık yaşadığımız bir dönemde muhatap bulabileceğimiz bir insan aradık ve hani bu konuda sektördeki birçok bizim gibi forwarder sıkıntıya düştü. Çünkü bizim armatörle iletişime geçememiz demek, müşteriye hizmet sağlayamamamız ve bu da nihayetinde para kazanamamamız demek, bu iş bir zincir*." (Firma C)

4.1.8. Yatırım Geri Dönüş Beklentisi Üzerindeki Etkiler

İşletmeler perspektifinden bakıldığında teknolojik yatırımlar, beraberinde getirebileceği malzeme ve operasyon maliyetlerinin, işgücü ihtiyacının azalması ve verimlilik artışı gibi birçok potansiyel avantajına rağmen, bazı riskleri de taşımaktadır (Dalenogare, Benitez, Ayala ve Frank, 2018). Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin sahip olduğu düşük finansman seviyeleri, risk kaynaklı korkular ve yüksek sermaye maliyetleri, teknolojik yatırım kararlarında şüpheler yaratmaktadır (Bunio ve Gates, 2013). Ayrıca yerel firmalar, küresel firmalar ile rekabet edebilme konusunda kötümser bir yaklaşım sergileyerek, teknolojik yatırım yapmaktan

çekinebilirler (Lipsey, 2001). Bu durum ise yerel ve küresel firmalar arasındaki teknolojik boşlukların daha da derinleşmesine sebep olabilir (Lipsey, 2001). Gelişmekte olan ülkeler perspektifinden bakıldığında ise, firmalar ürünlerin üretiminde maliyet düşürme kaygısı ile, ürün farklılaştırmaya yönelik teknolojilerden çok, üretkenliği arttırmaya yönelik basit teknolojilere yatırım yapmakta, bu durum ise söz konusu ekonomilerde faaliyet gösteren lokal firmaların teknolojik dönüşüm hızını ve yönelimini zayıflatmakta ve yavaşlatmaktadır (Dalenogare, vd., 2018; Nakata ve Weidner, 2012). Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde de benzer şekilde, lokal firmaların özellikle teknolojik yatırımın geri dönüşü konusunda kaygıları bulunduğu, bu kaygıların ise özellikle küçük ve orta ölçekli lojistik firmalarını çoğu zaman bu yüksek maliyetli yatırımı yapmaktan vazgeçmeye sebep olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün yatırım geri dönüş beklentisi üzerindeki etkileri kullanılmış ve ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Yatırım geri dönüş beklentisi üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, teknolojik yatırım maliyetlerinin yüksek olması ile ilgili konuları içerir.

4.1.8.1.Teknolojik Yatırım Maliyetlerinin Yüksek Olması

Bir organizasyonun teknolojik yatırım kararını ve herhangi bir teknolojiyi benimsemesini/benimsememesini etkileyen başlıca unsurlardan biri ekonomik ve finansal engeller; bir başka deyişle teknolojik yatırım maliyetidir (Gupta, Yadav, Kusi-Sarpong, Khan ve Sharma, 2022). Dijital teknolojilere dayalı çeşitli yazılımların ve sistemlerin yalnızca başlangıç maliyeti değil, aynı zamanda sürekli güncellenmesi ve geliştirilmesi ihtiyacı bulunması da maliyetini önemli ölçüde arttırmakta ve firma yöneticileri için bir kısıt olarak değerlendirilebilmektedir (Görçün, 2018). Ayrıca bilgi teknolojileri altyapısına yapılan yatırımlar, her zaman işletme sistemlerinde veya firma üretkenliğinde bir artışa neden olmayabilir (Karia, 2018). Bu bağlamda firma ölçeğine uygun teknolojinin seçilmesi de önem arz eden konulardan biridir. Sektör temsilcileri ile yürütülen görüşmelerde de benzer şekilde, lojistik firmalarının teknolojik yazılım ve çeşitli sistemleri yüksek maliyetli olarak nitelendirdiği ve yatırımın geri dönüş beklentisini alma konusunda endişeler yaşadığı, hatta bu endişelerin firmaları kimi zaman yatırım yapmama kararına iterek uzun vadede rekabet edebilirliğini ve ekonomik sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır.

"*Lokal firmalar parası kadar, yani kullanabileceği teknoloji kadar yatırım yapıyor. Çünkü bu teknolojiler çok ağır, pahalı teknolojiler. Milyonlar ödeniyor. Adam diyor ki, bu yatırımı yapmayayım, çünkü korkuyor, belli bir süre sonra düşmeye başlıyor potansiyeli. Sadece güçlü olanlar ayakta kalıyor, küçük veya orta ölçekliler rekabet dahi edemiyor.*" (Firma B)

4.2.Dijital Dönüşümlerin Sosyal Sürdürülebilirliğe İlişkin Algılanan Etkileri

Birinci araştırma sorusuna dayalı olarak bulgular, lojistik 4.0 ekseninde dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin sosyal boyutu üzerinde freight forwarder firmalar tarafından algılanan etkileri olduğunu göstermektedir.

4.2.1. Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması Üzerindeki Etkiler

Endüstri 4.0, küresel bağlamda tamamen dönüşüm yaratabilecek teknolojik ve sosyal bir devrimin yolunu açmaktadır (Javaid, vd., 2022). Endüstri 4.0 teknolojilerinin, firmalar ve tedarik zincirlerinin de ötesini kapsayan sosyal sürdürülebilirlik boyutunun üretim, hizmetler, tüketim ve pazarlama konularındaki etkilerini incelemek oldukça önemlidir (Bai, Orzes ve Sarkis, 2022). Sürdürülebilir kalkınmanın tüm boyutları birbirini etkileyebilir ve herhangi bir boyutta yapılan bir inovasyon, bir diğer boyutu da olumlu yönde destekleyebilir. Örneğin, endüstri 4.0 teknolojileri, döngüsel ekonomiyi ve çevresel sürdürülebilirliği desteklerken; sosyal sürdürülebilirliğe de katkıda bulunabilir (Awan, Sroufe ve Shahbaz, 2021; Bai, vd., 2022). Sürdürülebilir kalkınmayı başarabilmek için toplumun, gerekli bilgilere sahip olmaları ve farkındalık kazanmaları önem arz etmektedir (Bai, vd., 2022). Endüstri 4.0'a bağlı çeşitli uygulamalar ile söz konusu toplumsal ve sektörel farkındalığı kazanabilmek mümkün olmaktadır (Javaid, vd., 2022).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması üzerindeki etkilere ilişkin bulgular temel olarak, toplumsal farkındalığın arttırılması ve sektörel farkındalığın arttırılması ile ilgili konuları içerir.

4.2.1.1.Toplumsal Farkındalığın Arttırılması

Günümüzde, bilgi teknolojilerinin artan kullanımı ile sosyal medya platformları, müşteri-firma iletişimi bakımından oldukça önemli hale gelmiştir (Zhang

ve Yang, 2021). Teknolojik inovasyonu firmalar, kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetlerini yaygınlaştırma ve toplumsal farkındalığı arttırma bağlamlarında kullanabilmekte ve böylelikle sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilmektedirler (Zhang ve Yang, 2021).

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, firmaların yaptıkları sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe dayalı kampanyaları, sosyal medya hesapları üzerinden yayınlamaları sebebiyle, diğer firmalar ve tüm toplumun bilgi edinmesi ve bilinç kazanmasının yolunu açtıkları ortaya koyulmuştur.

"*Teknolojiyle beraber, insanlarda sürdürülebilirliğin daha fazla farkındalığı arttırılmış olacak ve kolaylıkla da yaygınlaştırılabilinecek bugün her şeyde olduğu gibi. Mesela ben Instagram gibi bazı sosyal medya aplikasyonlarında firmaların yaptıkları sosyal kampanyaları ve daha birçok çok güzel paylaşımları görüyorum. Benimle birlikte diğer firmalar ve milyonlarca insan görüyor ve okuyor bunları. Dolayısıyla teknolojinin ve toplumsal dönüşümün böyle de bir pozitif tarafı var bilinç kazanma anlamında.*" (Firma A)

4.2.1.2.Sektörel Farkındalığın Arttırılması

Hükümetler, yasal zorunluluklar başlığı altında, çeşitli sektörlere farklı minimum standartlar belirler (Fox, Ward ve Howard, 2002). Karbon emisyonu limit değerleri gibi bazı standartları sağlamaya yardımcı olan teknolojik dönüşüm ve teknolojik inovasyonların, yine teknolojik araçlar ile sektör boyunca yaygınlaştırılabileceği de ifade edilebilir (Fox, vd., 2002). Ayrıca, firmaların birbirleri ile şeffaf bir şekilde etkileşim kurmaları, teknolojik gelişmeler yoluyla mümkün olmaktadır (Gurzawska, Mäkinen ve Brey, 2017). Bu etkileşim ise çeşitli aktörlerin farkındalıklarını arttırmakta ve yaygınlaşma sağlamaktadır.

Yürütülen görüşmelerde, çeşitli yasal zorunluluklar ve teşvikler sebebiyle ve teknolojinin desteğiyle, sürdürülebilirlik bilincinin tüm sektörde yayılmasının ve farkındalığının artmasının bir mecburiyet haline gelmesinin varlığından söz edilmiştir.

"*Teknolojik dönüşümün sektörde yer alan firmaların sürdürülebilirlik anlamında farkındalıklarının arttırılması faydası da olacak yani yaygınlaşma demek istiyorum. Şu anda zaten genel olarak dünyada da bunun şirketlere baskısı var. Şu an mesela emisyonu yüksek olan bir geminin Avrupa'da belirli rotalara gitmesi yavaş yavaş kısıtlanıyor. Yani zaten dünya da sektörü buna zorluyor. İşte ne bileyim*

Türkiye'de siz yenilenebilir enerjiyle bir hizmet sunduğunuzda bunun için verilen belli teşvikler var. İşte bu gibi dış faktörlerin de etkisiyle ve aynı zamanda teknolojiyle yavaş yavaş bunun farkındalığı ve etkisi artacak diye düşünüyorum." (Firma C)

4.2.2. Dijital Dönüşüme Kurum İçi Adaptasyon Üzerindeki Etkiler

Endüstri 4.0 teknolojileri, ancak kurum içinde insan sermayesi ve insana dair yetkinliklerin geliştirilmesi ile desteklendiğinde gerekli faydaları elde etmeye olanak tanır (Shet ve Pereira, 2021). Bu noktada, çalışan yetkinliklerinin geliştirilmesi için şirketin eğitim yönelimli yaptığı çalışmalar, çalışanların yeni sistemlere, yüksek düzeyde innovasyon ve şeffaflığa adaptasyon yeteneğinin geliştirilmesi bakımından oldukça önemlidir (Stock, vObenaus, Kunz ve Kohl, 2018).

Endüstri 4.0 dijital teknolojilerinin örgütlere yayılması ile çalışanların iş gereksinimlerinin de değişeceği ve dolayısıyla bu dönüşümün sosyal sürdürülebilirlik bağlamında etkili olacağı söylenebilir (Stock, vd., 2018). Bu noktada, hem olumlu hem de olumsuz etkiler söz konusudur. Olumlu etkilere örnek, basit ve tekrarlanan veya üretimde tekrarlı olan işlerin ve görevlerin makineler ve çeşitli yazılımlar aracılığıyla yapılmasıyla çalışanların iş yükünün azalması ve çalışma şartlarının iyileştirilmesinin sağlanması iken, olumsuz etkilere örnek, kurum içi eğitimlerin yeterli olmayışı kaynaklı çalışan bağlılığının azalması olabilir (Stock, vd., 2018). Sonuç olarak, herhangi bir örgütün endüstri 4.0 dönüşümüne uyumlu bir şekilde çalıştığını ifade edebilmek için tüm çalışanları ve tüm operasyonu bu sürece adapte etmesi gerekmektedir ve bu değişikliklerin sürdürülebilirlik üzerinde önemli etkileri vardır (Tirabeni, De Bernardi, Forliano ve Franco, 2019).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün kurum içi adaptasyon üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital döünüşüme kurum içi adaptasyon üzerindeki etkiler ilişkin bulgular temel olarak, kurum içi teknolojik dönüşüm eğitimlerinin yetersiz olması, ekip ruhunun ve dayanışmanın geliştirilmesi ve çalışanların iş yükü azalması ile ilgili konuları içerir.

4.2.2.1.Kurum İçi Teknolojik Dönüşüm Eğitimlerinin Yetersiz Olması

Bir örgütte çalışanlara yönelik olarak yapılan teknolojik eğitim ve sürekli gelişim çalışmaları, onları daha değerli, daha yetkin ve daha güvende hissettireceği gibi, verimlilik ve kalite bazında performanslarını da arttıracaktır (Papetti, Pandolfi,

Peruzzini ve Germani, 2020). Kurum içi eğitimler, daima iş gücünün gereksinim duyduğu beceri ve beklentilerle uyumlu olacak şekilde planlanmalıdır (Davis, Edgar, Porter, Bernaden ve Sarli, 2012). Endüstri 4.0 dijital dönüşümü konusunda, çalışanları teşvik etmek için planlı bir eğitim yaklaşımının uygulanmasının gerekililiği belirtilmesine rağmen, henüz mühendislik dışı disiplinlerde becerilere yönelik eğitimlerin yeterli olmadığını söylemek mümkündür (Tirabeni, vd., 2019). Yetersiz teknolojik adaptasyon eğitimleri ise sistemi kullanabilme yeteneği bağlamında çalışan kaygısına yol açmaktadır (Anitah, 2019).

Sektör temsilcileri ile yürütülen görüşmelerde, firmaların yeni teknolojilere adaptasyon sürecine hızlı geçişlerinin olduğu ve çalışanlarına yeterli eğitimi vermemeleri sebebiyle çalışanlar tarafından iş kaybı korkusu ve kaygısı yaşandığı ortaya koyulmuştur.

"*Dijitalleşmeyle ilgili en büyük sorun uyum sorunu açıkçası. Çünkü alışkanlıkları değiştirmek hiç kolay değil. Bunu sadece programı satın alan olarak siz yaşamıyorsunuz, bütün ekibin bu değişimi kabullenmesi gerekiyor ki ekibin değişimi kabullenmesi kolay bir şey değil. Her zaman bir direnç vardır bu noktada. Ancak işte hayatı kolaylaştırdığında aa bu iyi bir şeymiş derler. Bu da bizim firmamızda biraz zor oldu. Eğitimler yetersiz kaldı ve çeşitli sorunlar yaşandı. Birkaç kişi işini kaybedip etmeyeceğini bile bana gelip sordular.*" (Firma E)

4.2.2.2.Ekip Ruhunun ve Dayanışmanın Geliştirilmesi

Örgüt kültüründe uyum ve dayanışmanın bulunması, örgüt içi teknolojik dönüşüm eğitimlerinin özümsenmesinde ve uygulamasında çalışanlara bir teşvik oluşturmaktadır (Pham, 2008). Buna ek olarak, örgütte gerçekleştirilen teknolojik dönüşümün adaptasyonuna dayalı etkinlikler de çalışan katılımını arttırarak, ekip ruhunun geliştirilmesine ve iletişim ile beraber yardımlaşma ve dayanışmanın oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Altınöz, 2008).

Sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelerde de benzer şekilde, teknolojik dönüşüme dayalı eğitimlerin kurum içi dayanışma ruhunu, yardımlaşmayı ve kurumsal sadakati geliştirdiği ortaya koyulmuştur.

"*Dijital dönüşüme bağlı olarak yayılan otomasyon, birçok eğitimi de beraberinde getiriyor, Bizim firmamızda hemen hemen her hafta eğitimler oluyor ve bu eğitimlerin sonucunda sınavlar oluyor. Çalışanlara farklı bir uğraş noktası*

oluşturuluyor, başarı hissini tetikliyor, birbirlerine destek oluyorlar, yardımlaşıyorlar. Yani böyle olumlu etkileri de gözardı etmemek gerek adaptasyon sürecinde." (Firma D)

4.2.2.3.Çalışanların İş Yükü Azalması

İş yükü azalması ağırlıklı olarak, nesnelerin interneti, veri analitiği ve makine öğrenimi gibi teknolojiler yardımıyla optimizasyon sağlaması yönüyle üretim alanında çalışan işçiler bazında değerlendirilse de (Carvalho, Chouchene, Lima ve Charrua-Santos, 2020), çeşitli yardımcı sistemler aracılığıyla veri yönetimi sağlayarak ve birçok görevi daha basit hale getirerek, çeşitli operasyonlardaki çalışanlara karmaşık problemlerin çözümü, süreçlerin iyileştirilmesi ve zaman yönetimi gibi konularda da kolaylık sağlamaktadır (Fulceri, 2021).

Yapılan görüşmelerde, dijital dönüşüme bağlı yazılımlar yardımıyla, çalışanların işlerini daha kolay ve daha hızlı yapabilmeleri sebebiyle, dönüşüme karşı olumlu tavır geliştirdikleri ortaya koyulmuştur.

"*Bir çalışan teknoloji sayesinde çalıştığı süreyi daha iyi değerlendirmiş olur. İşlerin daha kolay halledilmesi, sizin iş performansınızı da arttıracaktır. İlkel bir şekilde kâğıt basmak ve fotokopi makinesinin başında yarım saat geçirmek yerine ya daha fazla iş yaparsınız ya da mesainizi daha erken bitirirsiniz, iş yükünüz azalır. Normalde 6'da çıkmanız gerekiyorsa 5'te çıkarsınız, o 1 saatiniz de kendinize kalır. Bu da teknolojiyi ve bu dönüşümü sevmenize sebep başlı başına zaten.*" (Firma R)

4.2.3. İstihdam Üzerindeki Etkiler

Herhangi bir organizasyonun en önemli kaynaklarından biri olan insan sermayesi, doğru kullanıldığında, işletmenin ana hedeflerine ulşamasını sağlar ve pazarın mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarının karşılanmasına ve rekabet avantajı elde edilmesine katkıda bulunur (Ejsmont, 2021). Endüstri 4.0 dijital devrimi içerisinde insan sermayesine olan ihtiyaç, insanın rolü ve istihdama yönelik çeşitli etkiler de değişmekte ve gelecekte değişmeye devam etmesi beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın istihdama yönelik sunduğu fırsatların yanı sıra, risklerinin de varlığı göz ardı edilmemelidir (Ejsmont, 2021). Endüstri 4.0 ve beraberinde getirdiği dijital teknolojiler, beceri gerektiren işler için farklı alanlar ve iş kolları açması yönüyle bir fırsat sunarken, düşük vasıflı iş gücü gerektiren işleri basitleştirerek insan gücü ve

kontrolüne olan ihtiyacı azaltması yönüyle de bir risk taşımaktadır (Sumer, 2018). Söz konusu devrim, birçok işin doğasını değiştirmiş, birçok yeni meslek ve iş kolu ortaya çıkarmıştır (Grodek-Szostak, Siguencia, Szelag-Sikora ve Marzano, 2020).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün istihdam üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün istihdam üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak, insan gücüne ve insan kontrolüne olan ihtiyacın azalması ve yeni mesleklerin ortaya çıkması ile ilgili konuları içerir.

4.2.3.1.İnsan Gücüne ve İnsan Kontrolüne Olan İhtiyacın Azalması

Endüstri 4.0'a dayalı çeşitli teknolojiler ve yazılımlar, insanların daha uzun sürelerde yapabildiği ve kimi zaman da hatalı veya kusurlu olabilen birçok işi ve görevi daha kısa sürelerde ve mükemmel bir şekilde yapabilme kabiliyetine sahiptir (Yılmaz, 2021). Teknolojik kaynaklı çalışmanın daha verimli olduğu bir ortamda insan kaynağına olan ihtiyaç azalacak, bu da beraberinde istihdam sorununu getirecektir (Yılmaz, 2021). Günümüzde, insan kontrolünün yerini makine kontrolü, özellikle yaratıcılık gerektirmeyen işlerde insan gücünün yerini çeşitli yazılımlar ve otomasyonlar büyük oranda almış, bu durum ise insan kaynağına olan ihtiyacı azaltarak, küresel çapta istihdam endişesine sebep olmuştur ve olmaya da devam edecektir (Yüceol ve Karaboğa, 2021).

Sektör temsilcileriyle yürütülen görüşmelerde, otomasyonun ve çeşitli teknolojilerin beraberinde daha az iş gücü gerektirmeyi getirmesi sebebiyle, işten çıkarmaların yaşandığı ve gelecekte de yaşanmasının muhtemel olduğu görüşü ortaya koyulmuştur.

"*Dijitalleşmenin etkisiyle her şey yazılıma bağlandığı için operasyon sürecinde; normalde biraz daha manuel oluyordu, operasyon ekibi müşterilere teker teker belge iletiyordu, ihbar iletiyordu. Artık daha rahat olduğu için aslında daha az operasyon elemanına ihtiyaç duyuyoruz. Çünkü bu konuda 20-30 kişinin yapacağı bir işi 3-4 kişi yapabiliyor yazılım sayesinde, bu da istihdam açısından olumsuz açıkçası.*" (Firma F)

"*Teknolojik dönüşüm süreci işsizliğe yol açabilir gelecekte, özellikle mavi yaka, depolama alanında. Depodan hiçbir şekilde insan eli değmeden, raylar, robotlar üzerinden birbiriyle etkileşerek araca yüklemesi, o aracın gideceği destinasyona gidip*

orada da aynı şekilde ürünü boşaltması, teslim etmesi gibi bir süreç var. Eğer öyle bu her depoda sağlanırsa tabii ki depo ya da bu tarz fabrika üretim noktalarında çalışan mavi yakanın işsiz kalması demek, evet doğru." (Firma K)

4.2.3.2.Yeni Mesleklerin Ortaya Çıkması

Endüstri 4.0'ın sunduğu teknolojik çözümler geliştikçe ve yaygınlaştıkça, üretim yöntemleri ve tüm iş süreçlerini değiştirecek, bu değişim ise insan kaynağına yönelik gereksinime yansıyacaktır (Rajnai ve Kocsis, 2017). Bu durum birçok işe yönelik talebi azaltır veya ortadan kaldırırken, yeni iş gereksinimleri ve yeni mesleklere yönelik istihdam fırsatlarını da beraberinde getirecektir (Rajnai ve Kocsis, 2017). Ayrıca endüstri 4.0 teknolojilerinin bilgili ve uzman çalışanlar ve yöneticiler gerektirmesi, eğitim ihtiyacını tetikleyerek, daha nitelikli bir çalışma ortamı yaratacak (Nara, vd., 2021), özel becerilere olan talep ise yeni işler ve meslekler yaratma sürecini ortaya çıkaracaktır (Grzybowska ve Łupicka, 2017).

Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde benzer şekilde, dijital dönüşümlerin yazılım ve bilgisayar teknolojilerine dayalı yeni meslekleri ortaya çıkardığı ve gelecekte de ortaya çıkarmasının muhtemel olduğunu ortaya çıkmıştır.

"*Yeni iş alanları açılabilir, bu dijitalleşmenin beraberinde getirdiği fırsatlar var. Bu teknolojiler, işe uygulanabilir teknolojiler. Yazılım firmaları, droneler gibi geleceğin meslekleri var. Daha da böyle çok meslek ortaya çıkacak. Bu dijitalleşmeyi yapabilmek için böyle şirketlere ihtiyaç var, yazılım şirketlerine. Yeni bir iş alanı, yeni bir konu.*" (Firma E)

4.2.4. Çalışan Sadakati Üzerindeki Etkiler

Endüstri 4.0 dijital dönüşümü, veri güvenliği sağlama, çalışanlara özerklik getirme ve bağımsız karar almaya izin verme avantajlarını taşımanın yanı sıra, güvensizlik hissi, adaptasyon problemi, kontrol altında olma veya yetersizlik hissi gibi duygu ve durumlar, çalışan direnci oluşturma riskini de beraberinde getirmektedir (Molino, Cortese ve Ghislieri, 2020). Çalışanların bu gibi hislere sahip olması ise iş kaybı korkusuna yol açarak, çalışan sadakatsizliğine doğru bir gidiş yaratmaktadır (Canbay ve Akman, 2023). Söz konusu problemlerden biri olan teknolojik adaptasyon sağlama endişesi, özellikle X kuşağı öncesi daha yaşlı çalışanlar tarafından daha

sıklıkla hissedilmekte ve sahip olduğu pozisyonu kaybetme korkusunun da beraberinde gelmesine sebep olmaktadır (Müller, Buliga ve Voigt, 2018).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün çalışan sadakati üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün çalışan sadakati üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak, çalışanların yeni teknolojilere adapte olamayacağına dair endişe yaşaması ile ilgili konuları içerir.

4.2.4.1.Çalışanların Yeni Teknolojilere Adapte Olamayacağına Dair Endişe Yaşaması

Diğer devrimlerden farklı olarak dördüncü sanayi devrimi, insan sermayesi ve potansiyelini doğru kullanmak bakımından da çalışan adaptasyonu gerektirmektedir (Cuninkova, Kubisova, Cambal ve Chlpekova, 2021). Teknolojinin değişmesi, beraberinde çalışanların yeteneklerinin de değişmesini getirmekte ve bu değişime uyum sağlamak için çalışanların çabasını gerektirmektedir (Gębczyńska, 2022). Ancak, kimi zaman bu adaptasyon süreci, özellikle X kuşağı öncesi daha yaşlı çalışanlar (Müller, vd., 2018) tarafından çeşitli endişeler sebebiyle gecikmekte veya direnç ile karşılanmaktadır (Standàr, 2022). Adaptasyonun gecikmesi veya teknolojik dönüşüme karşı gösterilen direnç ise firmaya olan çalışan sadakatini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yapılan görüşmelerde, çalışanların teknolojik dönüşüme adapte olamayacağını, öğrenmekte güçlük çekeceğini ve bunun sonucunda işten çıkarılacağını düşünmeleri neticesinde, çalıştıkları firmaya olan sadakatlerinin olumsuz yönde etkilenmesinin söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır (Standàr, 2022).

"*Aslında ilk etapta teknolojik geçişler heyecan verici gibi gelebiliyor. Ama çalışanlarda bir de şöyle bir durum meydana geliyor. İşte bu yeni yazılımı veya teknolojiyi ben yapamazsam ne olur? Özellikle de biraz daha 40 yaş üzeri çalışanlarda bu oluyor. Bence bu da firmaya bağlılığı olumsuz yönde etkiliyor. Yani nasıl olsa ben buna adapte olamayacağım ve beni işten çıkaracaklar gibi.*" (Firma C)

4.2.5. Kurumlar arası İletişim Üzerine Etkiler

Küreselleşme ve beraberinde getirdiği teknolojik gelişmeler, işbirliği içinde olan kurumlar için ilişki yönetiminde zorlukların ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Wei, Kang ve Shi, 2012). Tedarik zinciri üyeleri arasında işbirliği ve iletişimin güçlü

olması, kurumların performansını daima olumlu yönde etkilemektedir (Wei, vd., 2012). Otomasyon gibi çeşitli teknolojiler ve endüstri 4.0 fonksiyonları, sadece kurumların içini değiştirmekle kalmamış, kurumlar arasındaki bağlantı ve iletişim yapısının da dinamiklerini değiştirmiştir (Ergün, Erdal ve Osman, 2020). Bu değişim ise kimi zaman kurumların arasındaki iletişimde aksamalara ve zorluklara sebep olmakta ve ilişkileri olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün kurumlar arası iletişim üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün kurumlar arası iletişim üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak, iletişimin yerini otomasyonun alması ile ilgili konuları içerir.

4.2.5.1.İletişimin Yerini Otomasyonun Alması

Endüstri 4.0 dijital teknolojileri, işyerinde ve çalışma ortamında toplu bir değişimi beraberinde getirmektedir ki bu değişim bazı durumlarda negatif tarafların da varlığını ortaya koymaktadır (Senvar ve Akkartal, 2018). Bu negatif taraflardan bir tanesi, insan etkileşimi veya iletişiminin yerini otomasyona bağlı sistemlerin almasıdır. Bu durum, işleri daha pratik bir hale getiriyor gibi görünse de, özellikle problem çözümü durumunda insanın devre dışı bırakılışı, vakit kayıplarına ve çözümsüzlüklere sebep olmaktadır. Ayrıca, tedarik zincirinde yer alan farklı kurumların tamamen otomasyona dayalı sistemlere geçişi, insanlar arasındaki iletişimi bütünüyle bitirme yolunda gitmektedir.

Sektör temsilcileri ile yürütülen görüşmelerde, daha önceleri firma çalışanlarının birbirleriyle iletişim kurması ile yapılan işlerin, dijital dönüşümden sonra otomasyona bağlı sistemler üzerinden yürütülmesi sebebiyle, kurumlararası çalışanlar arasında iletişimin zayıfladığı veya tamamen ortadan kalktığı ortaya çıkmıştır.

"*Tamamen insan faktörünü aradan çıkarmaya çalışan armatörler var şu anda ve bunu başaran da var yani. Mesela biz VIP'yiz, normalde müşteri temsilcimizle sürekli iletişim halindeydik, hangi pazarlarda navlun düşecek, hangilerinde yer sorunu var, odur budur, her şekilde iletişim halindeydik, bu hiç kalmadı. Sadece 6 ayda bir nezaket ziyareti yapıyorlar artık, hiçbir iletişimimiz kalmadı.*" (Firma L)

4.2.6. Çalışan Performansı Yönetimi Üzerine Etkiler

Performan ölçümü, bir eylemin etkinliğini ve verimliliğini belirleme süreci olarak tanımlanmıştır (Neely, Gregory ve Platts, 1995). Doğru bir performans ölçüm sistemi tasarlanması, herhangi bir örgüt için vermliliğin ölçümü ve kalite bakımından oldukça önem arz etmektedir (Kerssens-van Drongelen ve Cooke, 1997). Sürekli izleme ve kıyaslama olarak anılan benchmarking, performans yönetimi bakımından firmalara önerilen yöntemler arasındadır (Neely, vd., 1995).

Endüstri 4.0 teknolojileri, akıllı ve entegre sistemler ile gerçek zamanlı veri toplamayı gerçekleştirerek, merkezi olmayan kontrol ile performans yönetimini desteklemektedir (Robert, Giuliani ve Gurau, 2022). İş gücünü yönlendirme, faaliyetleri ve hedefleri kontrol ederek denetleme ve hedeflere ulaştırmayı kolaylaştırma faydaları taşıyan dijitalleşmeyle desteklenmiş performans yönetimi (Obermayer, Csizmadia ve Hargitai, 2022) ile çalışanlar çok daha objektif ve adil bir şekilde değerlendirilebilir ve buna uygun olarak teşvik sistemleri hayata geçirilebilir.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün çalışan performansı yönetimi üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün çalışan performansı yönetimi üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak, çalışan performansının objektif olarak ölçülmesi ile ilgili konuları içerir.

4.2.6.1.Çalışan Performansının Objektif Olarak Ölçülmesi

Endüstri 4.0 dijital çağı, verilere dayalı karar verme konusunda oldukça ilerlemiş bir dönemi ifade eder (Gökalp, Gökalp, Koçyiğit ve Eren, 2021) ve bu verilere dayalı objektif karar verme metodunu, çalışan performansı ölçümüne de yansıtmak mümkündür. Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde, çalışanların iş performansının objektif olarak ölçülebildiği, buna bağlı olarak insan sermayesinin daha doğru bir şekilde yönetilebildiği ve çalışanların daha uygun beceri ve yeteneklere yönlendirildiği bir çalışma ortamının oluşturulması mümkün olmaktadır (Tapia-Andino ve Barcellos-Paula, 2023).

Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, çalışanların yaptıkları işlerin ve bunların detaylarının çeşitli yazılımlar yardımıyla daha net bir şekilde görülebilmesinin ve bunun sonucunda daha doğru değerlendirmeler yapılabilmesinin mümkün hale geldiği ortaya koyulmuştur.

"*Biz teknolojiyi performans değerlendirme için kullanıyoruz. Her departmanın ayrı hedefleri var, işte kaç dakikada bir işi bitirdiğini kontrol ediyoruz, bir haftada veya bir ayda kaç iş elleçlediğini, bunu hangi kalitede tamamladığını ölçebiliyoruz. Bu anlamda bizim için çok çok önemli, çok önem verdiğimiz bir konu bu. Dolayısıyla özellikle ekip kalabalıklaştıkça, herkesin böyle yüz yüze ne iş yaptığını göremediğimiz için bunu böyle net verilerle elde etmeye çalışıyoruz ve onlara karşılığını veriyoruz.*" (Firma R)

4.2.7. Çalışan Memnuniyeti Üzerine Etkiler

Endüstri 4.0 dijital devriminde, değişen çalışan ve yönetici rollerine rağmen, bir örgütün başarısının anahtarının insan olduğu ve bu başarının yolunun çalışanları memnun, mutlu ve motive etmek olduğu ve bu memnuniyetin ise iş performansını olumlu yönde etkileme potansiyelinin son derece yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Nangoy, Mursitama, Setiadi ve Pradipto, 2020). Çalışanların iş performansının maksimize edilmesini hedefleyen yaklaşım ve uygulamalardan biri olan uzaktan çalışma veya ofis dışı çalışabilme imkânı, çalışanların üzerinde hissettikleri zaman baskısı yükünü azaltmakta, iş-yaşam dengesini iyileştirmekte, dolayısıyla memnuniyete ve kurumsal bağlılığa yönelik önemli bir adımı teşkil etmektedir (Felstead ve Henseke, 2017). Endüstri 4.0 teknolojilerinin sağladığı mobilite imkânı ise bu memnuniyeti güçlü bir şekilde desteklemektedir (Gajdzik ve Wolniak, 2022).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün çalışan memnuniyeti üzerindeki etkileri kullanılmış ve sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün çalışan memnuniyeti üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak iş yeri dışında çalışabilme imkânı tanınması ile ilgili konuları içerir.

4.2.7.1.İş Yeri Dışında Çalışabilme İmkânı Tanınması

Endüstri 4.0 felsefesi, çalışma yaşamını derinden etkilemiş, bir firmanın sahip olduğu insan sermayesini nasıl geliştirebileceği yönündeki fikir ve adımlarını değiştirmeye yöneltmiştir (Rassameethes, Phusavat, Pastuszak, Hidayanto ve Majava, 2021). Bir örgütün başarısının çalışan memnuniyetinden geçtiği, çalışan memnuniyetinin ise esnek çalışma veya uzaktan çalışma gibi motivasyon sağlayan yollar ile arttırılarak, esneklik ve zaman yönetimi ile iş-yaşam dengesine katkıda

bulunduğu söz konusu dijital devrim çağında daha da belirginleşmiştir (Kwiotkowska ve Gębczyńska, 2022).

Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, daha önce şirket içinde yapılan bazı işlerin, endüstri 4.0 dijital dönüşümü sonrasında, uzaktan erişim yoluyla yapılabilmesinin mümkün hale geldiği ve bu durumun çalışan memnuniyetini olumlu yönde etkilediği ortaya koyulmuştur.

"*Ben hatırlıyorum bu şirkette çalışmaya başladığımda herkes cuma günü akşam 6'da bilgisayarı kapatırdı, pazartesi sabah 9'da açardı. Şimdi telefondan mailden takip edebiliyor, isterseniz laptoptan veya Ipad'ten de takip edebiliyorsunuz, bilgisayarları 7/24 açabiliyorsunuz, istediğiniz zaman evden çalışabiliyorsunuz, istediğiniz zaman ofise gelebiliyorsunuz veya gidip bir kafede çalışabiliyorsunuz. Yani Türkiye'de bile olmanıza gerek yok, dünyanın herhangi internet olan bir noktasında çalışabiliyorsunuz. Bu teknolojik dönüşümün bize çok büyük artıları var esneklik ve dolayısıyla çalışan memnuniyeti üzerinde.*" (Firma M)

4.3. Dijital Dönüşümlerin Çevresel Sürdürülebilirliğe İlişkin Algılanan Etkileri

Birinci araştırma sorusuna dayalı olarak bulgular, lojistik 4.0 ekseninde dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin çevresel boyutu üzerinde freight forwarder firmalar tarafından algılanan etkileri olduğunu göstermektedir.

4.3.1. Atık Yönetimi Üzerindeki Etkiler

Dünyada her gün artan nüfus, beraberinde kaynak tüketiminde artışı getirmekte, üretim ve hizmet sektörlerini hızlandırmakta ve bu yoğun kaynak kullanımını kontrol altına almayı sağlayacak çevresel sürdürülebilirliğe dayalı kaygıları ortaya çıkarmaktadır (Oláh, vd., 2020). Endüstri 4.0 dijital dönüşümüne bağlı teknolojiler ile geleneksel üretim ve hizmet sektörlerini, siber fiziksel sistemlere dönüştürmek ve atık yönetimi konusunda optimizasyon yakalamak mümkündür (Bányai, Tamás, Illés, Stankevičiūtė ve Bányai, 2019).

Çevresel sürdürülebilirlik ile yakından ilişkili olarak değerlendirilebilecek olan lojistik sektörü, endüstri 4.0 ve dijital dönüşümden hızlı bir şekilde etkilenme olan ve teknolojik yenilikler ile verimlilik, güvenilirlik, hız ve zaman tasarrufu sağlamanın yanısıra, çevresel sürdürülebilirliği destekleme potansiyeline de sahip bir alandır

(Akkad ve Bányai, 2020). Firmalar, teknoloji ile desteklenmiş çevre dostu tedarik zinciri operasyonları ve döngüsel ekonomi uygulamaları ile atık yönetimini yüksek oranda destekleyerek, çevresel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunabilirler (Tang, Chau, Fatima ve Waqas, 2022).

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün atık yönetimi üzerindeki etkileri kullanılmış ve çevresel sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün atık yönetimi üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak, dijital arşivleme sistemlerine geçilmesi, çevre dostu operasyonlara yönelinmesi ve lojistikte doğa dostu ürün kullanımına yönelinmesi ile ilgili konuları içerir.

4.3.1.1.Dijital Arşivleme Sistemlerine Geçilmesi

Endüstri 4.0 dijital teknolojilerinin benimsenmesi ile veri depolama kabiliyeti önemli bir ölçüde arttırılmış, bu sayede atık yönetimi sağlanarak, çevresel etkiyi iyileştirmek mümkün hale gelmiştir (Javaid, vd., 2022). Veri depolamanın dijital hale gelmesiyle ve fiziksel arşivlemenın ortadan kalkmasıyla beraber, zamandan tasarruf sağlamanın yanı sıra, kâğıt israfı ve daha birçok israf türü ortadan kaldırılmıştır (İşler, 2022).

Yürütülen görüşmelerde de benzer şekilde, fiziksel arşivleme sisteminden, dijital arşivleme sistemine geçilmesi sebebiyle, kâğıt atıklarının ve israfın ortadan kaldırıldığı ve bu yolla teknolojik dönüşüm ile çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlandığı ortaya koyulmuştur.

"*Benim şu an çalıştığım firmada daha önceden kâğıda basılıyordu her şey, daha sonrasında dijitalleşince, yeni bir yazılıma geçince, mesela evrakları sisteme yüklemeye başlamıştık. Dolayısıyla kâğıt tüketimi azaldı ve arşivleme olayı ortadan kalktı.*" (Firma S)

4.3.1.2.Çevre Dostu Operasyonlara Yönelinmesi

Endüstri 4.0 dijital dönüşümü, lojistik operasyonların dijitalleşmesi ile çevresel duyarlılık açısından olumlu yöne doğru bir kayma yaratmış ve işletmelere sürdürülebilir lojistik uygulamalarını hayata geçirme ve daha aktif bir şekilde kullanabilme imkanı tanımıştır (Sun, Yu, Solvang, Wang ve Wang, 2021). Endüstri 4.0'ın yarattığı çeşitli teknolojiler; örneğin, otonom robotlar ve insansız hava araçları, karbon salınımı düşük yöntemler ile yenilikçi ve aynı zamanda çevre dostu teslimat

sunulmasını mümkün kılmıştır (Sun, vd., 2021). Lojistik 4.0 ışığında, çevresel sürdürülebilirliğe ilişkin teknolojik gelişmeler, yeşil tedarik zincirlerinin oluşmasını da desteklemektedir (Vrchota, Pech, Rolinek ve Bednář, 2020).

Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, lojistik sektörünün çevresel etkisinin azaltılması için yeşil lojistik uygulamalarına geçilmesinin, dijitalleşmeyle beraber hızlandığı ve yapılan uygulamaların çeşitlendiği ortaya koyulmuştur.

"*Şu an gündemde hot topic olarak çevre dostu operasyonlara geçiş zaten var lojistik sektöründe. Çünkü bildiğiniz gibi lojistik sektörü, çevreye etkisi en yüksek sektörlerden biri. Bizim forwarder olarak öz malımız olmadığından karbon salınımına direkt bir katkımız olmuyor fakat dijitalleşme sayesinde artık yeşil lojistiğe yönelik operasyonel anlamda çeşitli uygulamaların da arttığını rahatlıkla söyleyebilirim.*" (Firma O)

4.3.1.3.Lojistikte Doğa Dostu Ürün Kullanımına Yönelinmesi

Atık üretimi ve kaynak kıtlığı gibi temel problemlerle başa çıkmayı hedefleyen döngüsel ekonomi kavramı, akıllı ve sürdürülebilir üretim sistemleri oluşturulması gerektiğini öngörmekte ve endüstri 4.0'a dayalı teknolojiler tarafından güçlü bir şekilde desteklenmektedir (Nascimento, vd., 2019). Çevre dostu hammaddeler içeren ürünlerin üretimi (Vacchi, Siligardi, Cedillo-González, Ferrari ve Settembre-Blundo, 2021) ve ambalajlanması (Lopes de Sousa Jabbour, Jabbour, Godinho Filho ve Roubaud, 2018) ve teknolojik yöntemler ile gerçekleştirilen geri dönüşüm metotları buna örnek olarak gösterilebilir.

Sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde, döngüsel ekonomiye dayalı teknolojik metotlar ile günümüzde ağaçların kendisinden değil, atık konumunda bulunan talaşlardan kompozit konteyner tabanı yapılması, daha dayanıklı boyama yöntemleri kullanılması ile küflenme riskinin azaltılmasının sağlanmasının mümkün olduğu ortaya koyulmuştur.

"*Eskiden konteynerlerin tabanında meşe veya palamut tarzında ağaçlar vardı, şimdi bamboo flooring denen bir zemin yapıldı. Direkt ağaçlardan değil de, ağaçlardan çıkan talaşlardan, vs. çıkan malzemeden bir kompozit taban yapılıyor. Böylelikle o malzeme atılmadan bir yerlerde kullanıldı. Bundan 20 yıl öncesindeki ve şimdiki boya teknolojisi birbirinden çok farklı. Teknoloji geliştikçe mesela küf artık*

doğaya akmıyor, çünkü bu boyaların astarları, kapatıcılığı çok daha yüksek olduğu için suya, faunaya karışması azaldı." (Firma B)

4.3.2. Karbon Salınımı Üzerindeki Etkiler

Dünya genelinde sürekli artış gösteren nüfus, üretimi ve tüketimi de beraberinde getirmekte ve ekonomik ölçekteki sürekli artış eğilimi, sera gazı tüketiminin yoğunlaşmasına ve nihayetinde küresel iklim değişikliğinin hızlanmasına yüksek oranda katkıda bulunmaktadır (Jiang, Sakhare ve Kaur, 2021). TÜİK tarafından yayınlanan Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri'ne göre, 2021 yılında Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonu 564,4 Mt CO2 eşdeğerdir, söz konusu rakam bir önceki yıla göre yüzde 7,7 daha yüksektir ve bu rakamın ilk sırasını enerji kaynaklı, ikinci sırasını ise endüstriyel işlemler kaynaklı emisyonlar teşkil etmektedir (TÜİK, 2023). Bahsedilen emisyon oranlarını her sektörde azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımı oldukça önem arz etmektedir (Patsavellas ve Salonitis, 2019). Bu bağlamda, endüstri 4.0 dijital devriminde çeşitli yazılımlar yoluyla planlama yapılarak en verimli ve çevresel etkin bir şekilde yükleri birleştirmek, doğaya minimum zarar verecek taşıma modunu seçmek ve fosil yakıtları tüketmeyen araçlar üretmek mümkün hale gelmiştir.

Bu bağlamda çalışmada, dijital dönüşümün karbon salınımı üzerindeki etkileri kullanılmış ve çevresel sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmiştir. Dijital dönüşümün karbon salınımı üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular temel olarak, yüklerin birleştirilmesi, uygun taşıma modunun seçilmesi ve fosil yakıt tüketmeyen araçların kullanılması ile ilgili konuları içerir.

4.3.2.1.Yüklerin Birleştirilmesi

Endüstri 4.0 dönüşümünün, lojistik sektörüne katmış olduğu dijitalleşme özelliklerinden biri olan entegrasyon, yazılımlar yoluyla çeşitli platformlar üzerinden farklı sistemleri birbirine bağlayarak, birden fazla firmadan gelen gönderileri birleştirebilme, lojistik planlamasını iyileştirme ve teslimatı en az karbon salınımı ile yapabilme yeteneklerini sektöre kazandırmıştır (Kayikci, 2018). Bu yetenek ise çevresel performansı iyileştirmekte ve çevresel sürdürülebilirliğe katkılar sunmaktadır (Amjad, Rafique ve Khan, 2021).

Yapılan görüşmelerde, endüstri 4.0'a dayalı teknolojiler sayesinde çeşitli algoritmalar ve makine öğrenimi ile yükün başlangıç ve varış noktaları arasındaki en optimal rotayı oluşturmanın, bu rota içerisinde farklı yükler bulmanın ve aracın tam kapasite kullanımına yönelik çalışmalar yapmanın mümkün hale geldiği ortaya koyulmuştur.

"*Yükler paylaşılmadığı için karbon emisyonu yüksek oluyor. Atıyorum A, B, C firmalarının her biri birer nakliyeci ile çalışıyor daha uygun fiyat sağlasın diye. Mesela küçük bir yükü gelip tırcı alıyor ama başka bir yük bulamıyor, herhangi bir yazılım veya teknolojiye erişim olmadığı için. Yani hacmi düşük bir yükle tüm yolu kat ediyor ve karbon emisyonu da yüke kıyasla yüksek oluyor. Biz şu anki uygulamamızla yüklerin birleştirilmesine ve aracın en optimum düzeyde çalışmasına ve rotalama yapmasına uğraşıyoruz.*" (Firma G)

4.3.2.2.Uygun Taşıma Modunun Seçilmesi

Endüstri 4.0 ile entegre olmuş lojistik sektörü, taşıma yönetim sistemi ve akıllı ulaşım sistemleri gibi teknolojik uygulamaları kullandığında, çeşitli donanım ve yazılımlar yardımıyla ulaşımı kontrol etme ve yönetebilme, operasyonlarda verimliliği sağlama ve en uygun taşıma modu seçimiyle, karbon salınımını azaltma olanağını elde etmektedir (Barreto, vd., 2017). Lojistik sektörünün çevresel etkisini azaltma işlevi gören en uygun taşıma modunun seçilmesi kararı (Lopes de Sousa Jabbour, vd., 2018), internet, sensör, RFID teknolojileri ve çeşitli yazılım uygulamaları tarafından desteklenerek verilir ise emisyon, kirlilik ve atık miktarının azaltılması, yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının daha az miktarda tüketimi gibi çevresel avantajlar sağlanmış olur (Kayikci, 2021).

Sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelerde benzer doğrultuda, teknoloji ve dijitalleşmenin sağlamış olduğu destek ile karbon salınımını en aza indirgeyecek doğa dostu taşıma modu seçiminin mümkün hale geldiği ortaya koyulmuştur.

"*Mesela biz bugün teknoloji sayesinde bir bakıyoruz deniz mi tercih etmeliyiz, kara mı buna karar verebiliyoruz, yani karbon ayak izini en aza indirecek mod seçimi diyeyim. Bize sistemler bunu hesaplıyor ve kolayca belirlenebiliyor.*" (Firma I)

4.3.2.3.Fosil Yakıt Tüketmeyen Araçların Kullanılması

Sera gazı emisyonlarının büyük bir miktarı, fosil yakıt tüketiminden gelmektedir ve Paris Anlaşması gereği olarak, fosil yakıt tüketiminden, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçme konusu dünya gündemindedir (Liang, vd., 2022). Özellikle endüstride, bu hedefe ulaşmanın yolu teknolojinin doğru kullanımı aracılığıyla enerji verimliliği sağlayan araçların üretimi ve çeşitli akıllı taşıma, depolama ve elleçleme ekipmanlarının kullanımından geçmektedir (Shah, Logiotatopouloh ve Menon, 2019). Böylece üretim ve taşımada, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine yaklaşmak mümkün olacaktır.

Yapılan görüşmelerde, teknolojik destek ile elektrikli araçlara, fosil yakıt tüketmeyen taşıma ve elleçleme ekipmanları kullanımına geçilmesinin yaygınlaştığı ortaya koyulmuştur.

"*Çevresel olarak düşündüğümüzde, lojistik 4.0'ın kapsamına bağlı olarak mesela elektrikli araçlar veya düşük karbon salınımı yapan elleçleme araçları atıyorum elektrikle çalışan forkliftler, çevreye zarar veren fosil yakıtları tüketmeyen araçlar, bunların hepsini dâhil ettiğimizde direkt olarak teknolojinin pozitif etkisi var. Çünkü zaten sizin ulaşım ve nakliye dediğiniz olay, dünya üzerindeki karbon salınımının üzerinde çok büyük payı var.*" (Firma T)

4.4.Lojistik 4.0 Uygulamalarını Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Boyutlarına Entegre Etmek İçin Sektörel Beklentiler ve Öneriler

Sektör temsilcisi freight forwarder firmalar ile yapılan görüşmeler sonucunda, lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarına entegre etmek için bazı beklentiler ve öneriler olduğu ortaya koyulmuştur. Söz konusu beklenti ve öneriler aşağıda ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere 3 temel başlık altında gruplanmış ve alıntılar ile desteklenerek sunulmuştur.

4.4.1. Sürdürülebilirliğin Ekonomik Boyutuna İlişkin Beklentiler ve Öneriler

İkinci araştırma sorusuna dayalı olarak bulgular, lojistik 4.0 ekseninde dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin ekonomik boyutuna entegre edilmesi için freight forwarder firmalar tarafından öneriler ve beklentiler olduğunu göstermektedir.

4.4.1.1.Sektör-Teknoloji Entegrasyonu Kurulması

Sektör temsilcileri, teknolojik uygulamaların yalnızca forwarder firmalar arasında değil, lojistik sektörüne dahil olan tüm firmalar arasında yaygınlaşması gerektiğini belirtmişler ve sektör içerisine teknolojik entegrasyon kurulmasını önermişlerdir.

"*Esasında istikrarlı bir ekonomik büyüme için tüm sektör bu büyümeye ortak olmalı. Sadece forwarder veya sadece armatör tarafı değil. Gümrük firmaları, gümrükler vesaire bir bütün olarak teknolojik uygulamalar yaygınlaşmalı.*" (Firma B)

"*Dönüşüm dediğimiz şey, aslında tüm sektör bazında olması gereken bir durum. Bunun bizlere kârlılık olarak yansıyabilmesinin yolu, dijitalleşmenin tüm sektör içerisine entegre olmasından geçiyor.*" (Firma A)

4.4.1.2.Tedarik Zinciri Entegrasyonu Geliştirilmesi

Sektör temsilcileri, teknolojik uygulamaların yalnızca forwarder firmalar arasında değil, tedarik zincirine dahil olan tüm firmalar, kurum ve kuruluşlar arasında yaygınlaşması gerektiğini belirtmişler ve tedarik zinciri içerisinde teknolojik entegrasyon geliştirilmesini önermişlerdir.

"*Dijital teknolojilerin sektöre tam olarak yansıyabilmesi için birçok unsurun, bütün şirketlerin, bütün paydaşların, gümrük vesaire diğer devlet kurumları, evrak, süreç, mevzuat, bunların hepsinin dijitalleşmesi lazım ki bütün sürecimizi, dijitalleştirebilelim. Bu entegrasyon sağlandığında özellikle ekonomik sürdürülebilirlik başta olmak üzere tüm boyutlarda sürdürülebilirlik sağlanacak.*" (Firma H)

"*Teknolojinin etkin olarak kullanılabilmesi ve olumlu parasal yansımalarını görebilmemiz için tedarik zinciri boyunca aktif olarak kullanılabiliyor olması gerekir. Bu da tamamen bir dijitalleşmeyi gerektirecektir.*" (Firma F)

4.4.1.3.Lojistik Potansiyel Avantajının Doğru Kullanılması

Sektör temsilcileri, Türkiye'nin dijital dönüşüm ve teknoloji kullanımı ile coğrafi konumunun, yüksek potansiyele sahip lojistik altyapısının doğru birleşimi yakalayarak tüm dünyada lojistik sektöründe öncü ülkelerden biri olabileceğini savunmaktadırlar.

"*Ülke olarak sahip olduğumuz lojistik sektöründeki potansiyel avantajlarımızı kullanırsak, yani maliyet, hız, güvenilirlik, hizmet kalitesi parametrelerinin optimum olarak bileşimlerini yakalayarak, sadece bölgemizde değil, tüm dünyada teknolojik dönüşümün yardımıyla öncü bir seviyeye gelebiliriz. En çok ekonomik fayda sağlayan ülkeler arasında yer alabiliriz, çünkü konum olarak stratejik, politik açıdan ve lojistik açısından o kadar güzel bir yerdeyiz ki.*" (Firma S)

4.4.1.4.Bilişim Teknolojilerine Yatırım Yapılması

Sektör temsilcileri, bilişim teknolojilerine yapılan yatırımların arttırılması ve teknolojik altyapının geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

"*Bilişim, eğitim, bilişim hukuku, bilişim altyapısı gibi konuların çok fazla üzerine gidilmeli, çok fazla irdelenmeli, bu konularda yatırım yapılmalı, bu konularda üniversiteler açılmalı, yani insanlar lojistikte özellikle bu konularda bilinçlendirilmeli.*" (Firma o)

"*Bilişim teknolojileri altyapısı istenen ve olması gereken seviyede değil. Bununla ilgili yatırımlar yapılmalı ki sektörümüze yansımaları görülebilsin.*" (Firma P)

4.4.1.5.Stratejik Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi

Sektör temsilcileri, dijital dönüşümün firmanın ekonomik sürdürülebilirliğine katkı sağlayabilmesi için firma ölçeğine uygun ve uzun vadede firmaya fayda sağlayabilecek doğru dijitalleşme seviyesinin ve doğru teknolojilerin belirlenmesi gerektiğini belirtmektedirler.

"*Bugün birçok firmaya baktığımız zaman, geleceğe yönelik bir yatırımdan ziyade, bugün en ucuzu neyse gidip onu bulma gibi bir mantalite var ve bu da düşük bir servis seviyesi doğuruyor. Firmalar finansal sürdürülebilirliği sağlamak için uzun vadede düşünmeli ve doğru kararlar alarak, doğru stratejileri belirleyerek, kendi ölçeğine en uygun teknolojilere yatırım yapmalı.*" (Firma E)

"*Her firmanın aynı seviyede teknolojiyi kullanma imkânı yok. Kendi ölçeğine uygun ve riski en düşük teknolojileri ve yazılımları satın alarak dijitalleşmeye girmeli. Zamanla bu şekilde ilerleyip, ihtiyaç duyarsa daha ileri teknoloji ürünleri satın almalı. Doğru teknolojiyi belirleyecek stratejiyi kendi bünyesi ve vizyonu içerisinde oluşturamıyorsa da, bununla ilgili danışmanlık almalı.*" (Firma C)

"*Planlama ve strateji geliştirme çok önemli iki unsur. Teknolojik dönüşüm tüm sektör bazında yıllara göre planlanmalı, bu plana göre stratejiler geliştirilmeli ve altyapılar kurulmalı. Çalışan eğitimleri verilmeli ve sıklığı artmalı. Ancak bu şekilde teknolojik dönüşüm sürdürülebilir kılınabilir diye düşünüyorum.*" (Firma M)

Ayrıca bu bağlamda, stratejik düşünme becerisine sahip yöneticiler, tüm tedarik zinciri ortaklarıyla uzun vadeli ve verimli ilişkiler kurmaya gayret etmelidirler.

"*Tedarikçilerle ilişkiler bir firmanın sürdürülebilirliği için çok hayati. Bu tedarikçi bir yazılım firması da olabilir, bir gümrük firması da farketmez. Günü kurtarmak yerine, geleceği görecek vizyona sahip olunarak, stratejik düşünme yaklaşımı ile hareket edilmeli. Yani gelişim de tüm çalışan, tüm firma ve hatta tedarikçiler bazında olmalı. Siz bir yazılım, bir teknoloji satın aldığınızda aslında tüm tedarik zinciri bundan etkileniyor çünkü.*" (Firma R)

4.4.1.6.Ar-Ge Yatırımlarının Arttırılması

Sektör temsilcileri, ülke bazında AR&GE faaliyetlerine daha fazla sermaye ve kaynak ayırılması gerektiğini belirtmektedirler.

"*Biliyorsunuz ki, Ar-Ge yatırımları, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini gösterir. Türkiye bu anlamda geçmişe kıyasla çok daha iyi, fakat hala yeterli bir seviyede değil. Ar-Ge'ye yatırımlar arttırılmalı. Bununla ilgili devlet teşvikleri de arttırılmalı. Firmalar araştırmaya ve geliştirmeye daha fazla yönelerek, teknolojik dönüşümün de içerisine dâhil edilmiş olacaktır böylece.*" (Firma S)

"*Ar-Ge harcalamalarına ayırılan kaynak miktarı her geçen yıl artıyor ülkemizde ama hala yeterli değil. Ar-Ge yatırımları ve devlet teşvikleri arttıkça firmalar da daha çok bunlara yönelecektir. Uzun vadede bunun ekonomik katkılarını görmek kaçınılmaz olacak bu durumda.*" (Firma O)

4.4.2. Sürdürülebilirliğin Sosyal Boyutuna İlişkin Beklentiler ve Öneriler

İkinci araştırma sorusuna dayalı olarak bulgular, lojistik 4.0 ekseninde dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin sosyal boyutuna entegre edilmesi için freight forwarder firmalar tarafından öneriler ve beklentiler olduğunu göstermektedir.

4.4.2.1.Bilinçli Üretim ve Tüketim Süreçlerinin Geliştirilmesi

Sektör temsilcileri, dijitalleşmeye bağlı teknolojileri kullanarak, sürdürülebilir kalkınma bakış açısıyla hareket edilmesini önermektedirler.

"*Bugünkü teknolojilerden faydalanarak, gelecek kuşakları riske atmadan üretim ve tüketim yapılmalı. Malzeme planlaması gibi uygulamalarla aşırı tüketimden kaçınılmalı ve gelecek kuşaklara da daha yaşanabilir bir dünya bırakılmalı.*" (Firma J)

"*Her zaman gelecek kuşakları düşünerek hareket edilmeli. Yapılan yatırımların şirketin geleceğine olduğu kadar topluma da etkilerine bakılmalı. Sürekli yarını, dünyamızı ve özellikle insanı düşünmek ve buna göre teknolojik yatırımları şekillendirmek en önemlisi.*" (Firma N)

4.4.2.2.Toplumsal Farkındalığın Arttırılması

Sektör temsilcileri, teknolojik dönüşümün sosyal sürdürülebilirliğe etkisi konusunda bir örgüte ait tüm paydaşların bilgilendirilmesi ve bilinç kazandırılması gerekliliğine vurgu yapmaktadırlar.

"*Teknolojik dönüşümün ekonomik ve çevresel kısmı bir yöne kadar biliniyor ama sosyal boyut tarafında da etkin uygulamaların gerçekleştirilmesi önem taşımakta. Bunun için özellikle son dönemde geliştirilen Paydaş Kapitalizmi bakış açısı benimsenmeli. Topluma, çalışanlara, müşterilere ve çeşitli paydaşlara dijital dönüşümün önemi ve faydaları vurgulanmalı.*" (Firma B)

"*Teknolojik dönüşüm denildiğinde toplumsal farkındalık kısmı oldukça önem taşıyor. Yalnızca sektör değil, tüm toplum bu konuda bilgilendirilmeli ve bilinçlendirilmeli ki bu durum bir sürdürülebilirlik kazanabilsin.*" (Firma T)

4.4.2.3.Çalışan Adaptasyonunun Sağlanması

Görüşme yapılan sektör temsilcileri, her firmadan çalışanların, dijitalleşme konusunda bilgilendirilmesi ve düzenli eğitimler planlanması gerektiğini belirtmekte ve tüm firmalara teknolojik dönüşüm konusunda düzenli çalışan eğitimlerine yer vermelerini önermektedirler.

" *Eğitim gerçekten çok çok önemli bir boyut. Teknolojik dönüşüm kaçınılmaz bir şey ve her firmadan her çalışan bunu tüm detaylarıyla bilmeli ve düzenli olarak*

çeşitli toplantılar ve eğitimlerle bu konu desteklenmeli. Bu da böylece tedarik zincirine kadar yansımış olur ve sürdürülebilirliğin her boyutuna da ulaşılır." (Firma I)

"*Her firma, kendisini için en doğru olan hızda dönüşüme girmeli ve kendisine en uygun yazılımı seçmeli teknolojik dönüşüm içerisine girerken. Bu noktada hem yöneticilerin, hem de çalışanların bu konuda eğitim almaya açık olması gerekiyor, çünkü tam olarak her şirketin işleyişi, yapısı ve çalışanlarının dinamiği farklı olduğu için lojistik 4.0'a geçişte en doğru hızı yakalayabilmek, firmada çalışan herkesin adapte olabilmesi açısından gerçekten önem arz ediyor.*" (Firma D)

"*Çalışanlara teknolojik dönüşüm ve çeşitli yazılımlar konusunda düzenli eğitim verilmesine zaman ve kaynak ayırılmalı. Böylece firma çalışanları hem teknolojinin getirisini bilecek, hem de iş yükleri azalacağı için gelecek olan teknolojiye adapte olma kaygılarını biraz da olsa azaltabilecekler.*" (Firma L)

4.4.2.4.Çalışan Memnuniyetinin Arttırılması

Sektör temsilcileri firmalara, çalışanların işlerini kolaylaştırmaya yönelik teknolojik sistemler kurmalarını ve bu yolla çalışan memnuniyetini arttırmalarını önermektedirler.

"*Genellikle firmalar maliyet sıkıntısı yaşadıkları için ve maliyeti en aza indirmeye çalıştıkları için çalışanlar var olan teknolojik sistemler ile idare etsin, zaten 9-18 çalışıyorlar, gerekirse daha da fazla çalışırlar gibi bakış açılarıyla, elemanlarının çok daha pratik iş yapması gibi bir kaygı gütmüyorlar. Ben çalışanlarımı ne kadar çok memnun edersem, o da müşteriye o kadar çok verim sağlar mantığı oturmalı. Bir iç müşteri olarak çalışanları memnun etmek için ona daha rahat kullanabileceği sistemler sağlama gibi bir bakış açısı edinmeleri gerek.*" (Firma G)

4.4.2.5.Genç İstihdamının Arttırılması

Sektör temsilcileri, genç kuşağa daha fazla söz hakkı tanınması ve iş gücüne dâhil edilmesi gerektiğini savunmaktadırlar.

"*Z kuşağı dediğimiz şu anki genç nesil dijitalleşme konusuna çok daha açık ve çok daha müsaitler. Bence bu kuşakta yer alan kişilere daha fazla istihdam hakkı tanınmalı. Mesela X kuşağına dâhil yöneticiler yeniliğe çok fazla açık olamayabiliyorlar veya yenilikten korkabiliyorlar. Ama Z kuşağı çok istekli. Dolayısıyla bu kuşağa dâhil kişilere daha fazla işe girme ve yükselme hakkı tanınmalı*

ve fikirleri sıklıkla sorulmalı diye düşünüyorum teknolojinin sektöre entegre olabilmesi için." (Firma U)

4.4.2.6.Üniversitelerde Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması

Sektör temsilcileri, üniversitelerin ders programlarına, sürdürülebilirlikle ilişkili dersler eklemelerini beklemektedirler.

"*İlk önce bilinç öğrencilerden başlamalı. Bunun için her bölümün ders programına sürdürülebilirlikle ilgili dersler eklenmeli. Bu dersler de teknolojiyle entegre bir şekilde ilerlemeli. Böylelikle öğrenciler teknolojiye aşina bir şekilde sektöre gelmiş olacaklar.*" (Firma K)

"*Nitelikli eğitim, sürdürülebilir kalkınmanın en önemli unsurlarından biri. Özellikle üniversitelerin müfredatlarına sürdürlebilirlik konusu eklenmeli, sürdürülebilirlikle ilgili dersler tüm müfredatlarda yer almalı. Yani teknolojinin sürdürülebilirlik ile ilgili entegrasyonuna, üniversitelerde bilincin yayılması ile başlanmalı. Bu şekilde dalga dalga eğitim yoluyla sektöre de yayılacaktır diye düşünüyorum ben.*" (Firma A)

Benzer şekilde, üniversite ders programlarına teknoloji ve sürdürülebilirlik etkilerini içeren dersler eklenmesini de önermektedirler.

"*Üniversite eğitiminin çok önemli olduğunu düşünüyorum bilinç kazanma kısmıyla ilgili olarak. Üniversite müfredatlarına teknolojik dönüşüm ve sektöre özellikle ekonomik olmak üzere tüm yansımalarını içeren dersler eklenmesi gerekiyor.*" (Firma H)

"*Yeni mezunlar genelde birçok konuda bilinç kazanmadan geliyorlar sektöre. Üniversitelerde buna yönelik çalışmalar yapılmalı sektör öncesi. Dijitalleşmenin getirdiği bazı teknolojileri ve bu teknolojilerin firmalara ve topluma yansımalarını örnek olaylar ve çeşitli dersler yoluyla öğrenerek gelmeliler.*" (Firma P)

4.4.2.7.Eğitimde Teknolojik Uygulamaların Kullanılması

Sektör temsilcileri, dijital öğrenme modelleri kullanılarak, öğrencilerin teknolojik dönüşüme dâhil edilmesinin önemine vurgu yapmaktadırlar.

"*Eğer daha sektöre geçiş yapmadan önce öğrenciler çeşitli eğitim yazılımlarını, mobil uygulamaları, elektronik öğrenme modellerini kullanmaya*

başlarlarsa, sektöre geçtiklerinde de teknolojik dönüşüme aşina bir şekilde 1-0 önde başlamış olacaklardır. Yani okullarda ve eğitim alanında yaşanan teknolojik dönüşümün, sektörel dönüşüme de katkı sağlayacağına inanıyorum." (Firma U)

4.4.3. Sürdürülebilirliğin Çevresel Boyutuna İlişkin Beklentiler ve Öneriler

İkinci araştırma sorusuna dayalı olarak bulgular, lojistik 4.0 ekseninde dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin çevresel boyutuna entegre edilmesi için freight forwarder firmalar tarafından öneriler ve beklentiler olduğunu göstermektedir.

4.4.3.1.Teknolojik Altyapının Çevresel Sürdürülebilirliği Desteklemesi

Freight forwarder firmalar ile yapılan görüşmelerde sektör temsilcileri, tüm tedarik zinciri ortaklarında, teknolojik altyapının oluşturulması gerektiğini belirtmekte ve bu yolla kaynak kullanımı sağlanmasını ve atık yönetiminin yapılmasını önermektedirler.

"*Biz mesela çok basit bir nakliye programı aldık, bütün verilerimizi oraya yüklüyoruz. 10 tane kâğıt kullanacağımıza 2 taneye düşürmüş olduk. Bu güzel evet ama gümrük tarafına geçtiğinizde tekrar o belgeyi basıyorsunuz, vergi dairesi tarafına geçtiğinizde tekrar o belgeyi basıyorsunuz gibi hani Türkiye çok müsait değil altyapı olarak bu sisteme. Bu yüzden dijitalleşme bağlantılı çevresel sürdürülebilirliğin etkisini görebilmemiz için önce çok büyük basamakları atlamamız lazım. Devlet dairelerine gittiğimiz zamanki o dosya yığınlarının önce kalkması lazım.*" (Firma T)

4.4.3.2.Yeşil Lojistik Uygulamalarının Arttırılması

Sektör temsilcileri, dijital teknolojiler yoluyla, geri dönüşüm ve ileri dönüşüm uygulamalarının arttırılmasının mümkün olduğunu belirtmekte ve bu konuya yönelik eylem alınmasını önermektedirler.

"*Dijitalleşme ile yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir ürün tasarımlarının yapılması sağlanabilir. Enerji verimliliği, emisyonların ve atıkların azaltılması da sağlanabilir yine.*" (Firma C)

"*Aslında bugün özellikle üretim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde atıkların azaltılması, geri dönüşüm, ileri dönüşüm gibi çevresel bağlamda çok faydalı olan birçok eylem yapılmakta. Bunların yaygınlaşmasının ve daha da arttırılmasının çok önemli olduğunu düşünüyorum.*" (Firma G)

Ayrıca, taşımaların birleştirilmesi ve çevre dostu optimum rotalama sistemlerinin oluşturulmasını da önermektedirler.

"*Yeşil lojistik, çevresel sürdürülebilirlik denildiğinde ilk aklıma gelen konu. Çok geniş bir konu bu ama mesela yeşil lojistik bağlamında, çeşitli teknolojiler kullanılarak taşımalar birleştiriliyor, en uygun ve en az emisyon yaratacak rotalama sistemleri ve ulaşım modelleri oluşturuluyor. Bu gibi uygulamaların daha fazla üzerine gidilebilir sektör içerisinde.*" (Firma N)

4.4.3.3.Akıllı Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması

Sektör temsilcileri, tarımda teknoloji kullanımı yoluyla, doğal kaynak kullanımının azaltılmasının mümkün olduğunu vurgulamakta ve akıllı tarım uygulamalarının yaygınlaştırılmasını önermektedirler.

"*Tarımda drone kullanımı gibi, daha az kaynak kullanılarak daha verimli tarımsal uygulamalar yapmaya yönelik teknolojiler üzerinde çalışılmalı ve bu teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması yoluna gidilmeli. Böylece daha az tükenebilir kaynak kullanılarak, daha sürdürülebilir bir üretim modeli de geliştirilmiş olacaktır.*" (Firma D)

"*Çeşitli akıllı tarım uygulamaları ve tarım teknolojileri, tarımda otomasyon kullanımı, dikey tarım gibi birçok uygulama, teknoloji ve dijital dönüşümün getirisi olarak kullanılmakta. Yani burada teknoloji sayesinde kaynak kullanımında verimliliğe gidildiğini söyleyebiliriz. Umarım önümüzdeki dönemlerde bu uygulamalarda artış gözlemlenir.*" (Firma B)

"*Dijital dönüşüme ait çeşitli teknolojilerden yararlanılarak, tarımda sulama, kurutma gibi uygulamalarda enerji verimililiğine gidilmeli ve aşırı kaynak kullanımının önüne geçilmeli. Bence en önemli boyut çevresel boyut çünkü gelecek nesillere temiz bir dünya bırakmak için en gerekli olan bu, yani yaşamsal olan diyebiliriz. Çevresel sürdürülebilirlikte de kaynak kullanımı benim ilk aklıma gelen en önemli konu.*" (Firma R)

5. TARTIŞMA

Bu bölüm, araştırma sorularına dayalı olarak oluşturulan lojistik 4.0 dijital dönüşümünün, sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri ve dijital dönüşüme dayalı uygulamaları sektöre entegre etmek için yapılması gerekenler ile ilgili nitel analizlere dayalı bulgulara dair teorik ve yönetimsel çıkarımları göstermektedir.

5.1.Teorik Çıkarımlar

Teknoloji Kabul Modeli ile ilgili bu çalışmaya dayalı çıkarımlar sunulmaktadır.

5.1.1. Teknoloji Kabul Modeli

Bu çalışmanın temellerini oluşturan sürdürülebilirlik, endüstri 4.0 ve endüstri 4.0'ın lojistik sektöründe dijitalleşme yönündeki oluşumlarını yansıtan lojistik 4.0 kavramları, literatürde yıllardır birçok bağlamda çalışılmış ve tartışılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeye dayalı, nitel metodolojiyle oluşturulan ve örneklemi Türkiye menşeili uluslararası çalışan Freight Forwarder firmalar olan bu çalışmada, lojistik 4.0'ın sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları üzerinde algılanan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Lojistik 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirliğin boyutlarına olumlu yönde etki edebilmesi için kullanıcı kabulü ve buna bağlı belirleyicileri anlamak gereklidir. Model, teknoloji kabulünü geliştirme yolları sunma konusunda önemli bir araç olarak hizmet etmektedir (Säther, 2021). Bu bağlamda, lojistik 4.0'a dayalı dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik boyutlarına etkilerine ilişkin kavramsal çerçeve, Teknoloji Kabul Modeli'ne (TAM) dayanmaktadır.

Teknoloji kabul modeli, özellikle tüketici ve tüketim ürünleri bağlamında olmak üzere, kullanıcıların yeni teknolojileri benimseme düzeyini ve buna etki eden unsurları belirlemek için oldukça yoğun bir biçimde literatürde kendine yer bulmuş bir modeldir. Model, bilgi teknolojisinin kabulü veya reddinin, hangi faktörlere dayalı olduğunu ortaya koymaya çalışmaktadır. Fakat örgütsel bağlamda, bilgi teknolojilerini benimseme ve uygulama; bu benimsemenin herhangi bir örgütün ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğine yansıması bağlamında yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Buna

ek olarak, teknoloji kabul modeli, çoğunlukla nicel metotlarla çalışılmıştır ve literatürde nitel metotlarla çalışılması ve yorumlayıcı bir perspektifle yaklaşılması gerektiği belirtilen bir model olarak karşımıza çıkmaktadır (Baron, Patterson ve Harris, 2006).

TAM, en temelde kişinin bir teknolojiyi benimseyip benimsememesine dayalı unsurları; algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığına dayandırmaktadır (Davis, vd., 1989). Algılanan fayda; kişilerin bilgi teknolojilerini kullanmalarının, çalışma performanslarını arttıracağına ve yapmaları gereken görevleri daha kolay bir şekilde yerine getirebileceklerine dair inançlarını ifade eder ve bu fayda algısı, kullanıcıların söz konusu teknolojileri benimseme kararları üzerinde etkilidir (Davis, 1989). Algılanan kullanım kolaylığı ise kişilerin teknolojileri kolay ve karmaşıklıktan uzak olarak algıladıklarında, kabul etme eğilimlerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Davis, 1989). Model, farklı kültürel bağlamlarda birçok kez çalışılmış ve sağlamlık gösterdiği ortaya koyulmuştur (Legris, Ingham ve Collerette, 2003). Bu anlamda, ekonomisi gelişmekte olan bir ülke olarak sınıflandırılan Türkiye'de bu modeli kullanmak kabul edilebilir görünmektedir.

Çalışanların teknoloji kabulüne bağlı belirleyicileri ortaya çıkarmak, söz konusu teknolojilerin ekonomik, sosyal ve çevresel bağlamlarda etkin ve sürdürülebilir olması için önem arz etmektedir. Çalışanların benimsemedikleri ve kabul etmedikleri teknolojilerin, herhangi bir örgütte başarılı olabilmesi ve söz konusu teknolojilerden verim alınabilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla model çerçevesinde, lojistik 4.0 teknolojilerini bir kuruluşa uygulamanın ne kadar faydalı olduğuna dair algı, bu teknolojik süreçleri öğrenmenin ne kadar kolay olduğu ve çalışanların bu teknolojileri kabul ederken ne ölçüde istekli olduklarına odaklanılmıştır.

Çalışma, modelin temel iki boyutundan birini oluşturan algılanan fayda açısından değerlendirildiğinde, kullanıcıların (örgüt yöneticileri ve çalışanları), lojistik 4.0 teknolojilerini satın alma ve kullanmaya istekli olma davranışlarının algılanan fayda değişkeninden etkilendiği görülmektedir. Çalışmaya katılan kişilerin tamamı, lojistik 4.0 teknolojilerinin, algılanan faydanın alt boyutu olarak nitelendirilen ve teknoloji kullanımının iş performansını artıracağına dair algıyı oluşturan iş verimliliğini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Teknolojinin işletme varlıklarını ve kaynaklarını daha etkin kullanabilme becerisini sağladığını ve hata oranlarını azaltarak, maddi kayıp risklerinin önüne geçerek, ekonomik

sürdürülebilirliğe önemli bir katkı sağladığını belirtmişlerdir. Algılanan faydanın diğer bir alt boyutu olarak nitelendirilen ve teknolojinin kullanımının belirli görevleri daha hızlı veya daha etkin bir şekilde tamamlamaya yardımcı olacağına dair algıyı oluşturan görev tamamlama faydası, yine çalışmada teknoloji kabul modeli ile ilişkili olan alt boyutlar arasındadır. Kullanıcılar, lojistik 4.0 teknolojilerinin, özellikle müşteri hizmetleri konusunda hız ve bilgi akışı anlamında fayda sağladığını, aynı zamanda görevlerin daha etkin, daha hızlı ve hatasız bir şekilde tamamlanması ile potansiyel müşterilere ve farklı pazarlara erişmek için bir zaman avantajı yarattığını ve dolayısıyla hem ekonomik, hem de sosyal boyutlarda sürdürülebilirliğe katkı sağladığını belirtmişlerdir. Algılanan faydanın teknoloji kullanımının kişisel ve profesyonel başarıyı artıracağına dair algıyı ifade eden sonuç başarısı alt boyutu ise çalışmada yine karşımıza çıkan boyutlardan biri olmuştur. Kullanıcılar; yöneticilerden daha çok çalışanlar; lojistik 4.0 teknolojilerini öğrenmenin ve kullanabilme yeteneğine sahip olmanın, kendilerinin profesyonel yaşamları için bir şart olduğunu düşünmektedirler. Her kullanıcının bir an önce adapte olması gerektiğini ve bu adaptasyonun, mevcut örgütte işlerini sürdürebilmeleri için bir gereklilik olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda, adapte olamayanların iş kaybı yaşayacaklarına dair bir kaygı da mevcuttur. Dolayısıyla sonuç başarısı boyutu, yine çalışma ile ilişkili bulunmuş ve özellikle teknolojinin sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini dolaylı olarak ifade eden bir alt boyut olarak yorumlanmıştır.

Çalışma, modelin temel iki boyutundan diğerini oluşturan algılanan kullanım kolaylığı açısından değerlendirildiğinde, kullanıcıların (örgüt yöneticileri ve çalışanları) lojistik 4.0 teknolojilerini satın alma ve kullanmaya istekli olma davranışlarının, algılanan kullanım kolaylığı değişkeninden etkilendiği görülmektedir. Endüstri 4.0'a bağlı lojistik sektöründeki teknolojik gelişmeler, teknolojinin kullanımını öğrenmenin kolay olacağına dair algıyı ifade eden öğrenme kolaylığı alt boyutu üzerinde etkilidir. Çalışmaya katılan kişiler, genel bağlamda yeni teknolojileri kullanmanın ve öğrenmenin kolay olmadığı ve bu teknolojiler konusunda uygulanan kurum içi eğitimlerin yeterli olmadığı inancını taşımaktadırlar. Dolayısıyla bu durum, çalışma performanslarını olumsuz yönde etkilemekte ve istihdam kaygısı yaratmaktadır. Teknoloji kabul modelinin bu alt boyutunun, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik üzerinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Lojistik 4.0 teknolojilerini kabul etmenin, kullanıcının teknolojiyi etkili bir şekilde

kullanabileceğine dair algısını oluşturan kullanım yeteneği alt boyutundan etkilendiği yönünde değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada bazı kullanıcılar (çalışan veya yöneticiler), teknolojileri kullanım yeteneklerinin yüksek olduğuna inanmakta; bir diğer grup ise bu inancı taşımamaktadır. Özellikle yöneticiler, söz konusu teknolojilerden ekonomik fayda sağlayabilmeleri için doğru ölçekte firmaya, doğru ve yeterli teknolojinin seçilmesi gerekliliği konusuna vurgu yapmaktadırlar. Doğru hızda ve doğru büyüklükte seçilen teknolojinin, kullanım yeteneğini arttıracağı yönünde bir inanç tespit edilmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik ve çevrecilik düşüncesinin ise algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır.

Kullanıcılar, çevreciliği bir fayda olarak algılamasa da, teknoloji kullanımının sonucunun genel bağlamda, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde olumlu etki yarattığı inancını taşımaktadırlar. Aynı zamanda sektörde çevresel sürdürülebilirliği destekleyen teknolojileri kullanmanın bir zorunluluk haline geldiğini ve bu zorunluluğu karşılamak için de söz konusu teknolojileri kullanmayı seçtiklerini belirtmişlerdir. Bu ilişki, Venkatesh, Thong ve Xu (2012) tarafından teknoloji kabul modelinin varyasyonlarından birini oluşturan çalışmada ortaya koyulan alt boyutlardan biri olan sosyal etki olarak nitelendirilebilir.

Dolayısıyla bu çalışma, teknoloji kabul modelinin algılanan fayda ve algılanan kullanım boyutları bağlamında değerlendirildiğinde, teknolojilerden edinilmesi beklenen maddi veya manevi kazançların, çalışma performansını arttıracağı yönündeki inançların, teknolojik yenilikleri öğrenmenin ve kullanmanın hangi ölçüde kolay veya zor olduğu algısının, gerektirdiği eğitim ve öğretim ihtiyacı düzeyinin; çalışan ve yönetici olarak seçilen kullanıcıların bu teknolojileri kullanım kararları üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2.Yönetimsel Çıkarımlar

Bugünün toplumunda faaliyet gösteren her sektörden, her firma, dijitalleşmeden mutlaka etkilenmektedir. Dijital bir altyapı oluşturmak veya var olan altyapıyı dijitalleştirmek ise firmaların karşı karşıya kaldıkları zorunluluklardan bir tanesidir. Buhar gücünün keşfiyle başlayan Endüstri 1.0'dan, bugün akıllı fabrikalar, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, yapay zekâ gibi endüstri 4.0 sürecini ifade eden döneme geçilmiş ve firmalar da bu dijitalleşmeye ayak uydurarak bazı avantaj ve

dezavantajlarını yaşamak ile karşı karşıya kalmışlardır. Bu avantaj ve dezavantajlar, aynı zamanda onların ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarda sürdürülebilir olmalarını da etkilemektedir.

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma, 21. yüzyılda her sektör için bir endişe kaynağı olmaktadır. Firmalar bugün, doğal çevreyi korumak, kıt kaynakların kullanımını azaltmak, topluma ve paydaşlarına çeşitli katkılar sunmak ve sürdürülebilir uygulamalar içerisinde olmak gibi birçok sorumluluğu yerine getirmeye çalışmaktadır. Endüstri 4.0 sürecini yaşarken de, hem ekonomik, hem de sosyal ve çevresel kaygıları taşımaya devam etmektedirler. Lojistik sektörü de, dijitalleşme ve endüstri 4.0 sürecinin gerektirdiklerini mümkün olduğu kadar ekonomik, sosyal ve çevresel bağlamlarda sürdürülebilir bir şekilde karşılama konularında öne çıkan ve akla gelen sektörlerden bir tanesidir (Kayikci, 2018).

Dijital dönüşüm ve lojistik 4.0 sürecini, sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendiren bu çalışmanın, başta forwarder firmaları olmak üzere lojistik sektörüne birçok açıdan değerlendirilebilecek bazı çıkarımları mevcuttur. Bu çıkarımlar dijitalleşmeyi desteklerken, aynı zamanda her boyutta sürdürülebilir olmanın yollarını gösterme açısından firmalara destek olabilir.

Farklı ölçeklerde bulunan forwarder firmalarının, yalnızca teknolojik yatırım yapması değil, kendi ölçeklerine uygun teknolojiler ve dijitalleşme metotlarını seçerek, süreç içerisine girmeleri önem arz etmektedir. Bu konuda, çeşitli danışmanlık ve yazılım firmalarından destek alınabilir. Ancak doğru hızda, firmanın ölçeğine ve altyapısına uygun olarak yönetilen dijital dönüşüm süreci başarı sağlayabilir ve firma sürdürülebilirliğini destekleyebilir. Her firmanın teknolojik altyapısını geliştirmek için atılımlar yapmaya önem vermesi, sektör-teknoloji entegrasyonunun yakalanabilmesi açısından önemlidir. Bu alanda çeşitli hibelerin, devlet destek ve teşviklerinin arttırılması da firmaları bu konuda motive edecektir.

Firmaların birçok açıdan olduğu gibi, dijitalleşme ve endüstri 4.0 süreçlerini sürdürülebilir kılmak açısından bakıldığında da, tedarik zinciri ortaklarıyla uzun dönemli ilişkiler kurmaları çabası önem arz etmektedir. Bir yazılıma veya herhangi bir dijilleşme aracına yatırım yapıldığında, bundan doğrudan veya dolaylı yollar ile tüm tedarik zinciri etkilenmektedir. Ortak gelişim bilinci ve çabası içinde olmak ve verimli

ve uzun vadeli ilişkiler kurmayı hedeflemek, sürdürülebilir kalkınma boyutlarını destekleme açısından firmalara katkı sağlayacaktır.

AR&GE faaliyetlerine ayırılan kaynağın, bir ülkenin gelişmişlik düzeyine dair önemli bir ipucu olduğu bakış açısıyla yaklaşıldığında (Lederman ve Maloney, 2003), Ar-Ge yatırımlarının arttırılması, AR&GE faaliyetlerine daha fazla sermaye ve kaynak ayırılması önemlidir. Bu sayede, firmaların teknoloji kullanımları yaygınlaşacak ve bundan ekonomik fayda elde edilebilmesi mümkün hale gelecektir.

Firmalar, malzeme ihtiyaç planlaması ve kurumsal kaynak planlaması gibi yazılımları kullanarak, hem kendilerine ekonomik sürdürülebilirlik sağlamaya katkıda bulunacak, hem de aşırı tüketimden kaçınarak, atık yönetimine ve sürdürülebilir üretim tarzına geçiş yaparak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaklardır. Ayrıca, bu bakış açısıyla yapılan teknoloji yatırımları, sürdürülebilir kalkınmanın tanımına uygun bir şekilde, gelecek kuşakların sahip olacakları kaynakları da riske atmamayı sağlayacaktır. Dolayısıyla bu gibi yazılımları edinmek, firmalara tavsiye edilmektedir.

Bilinç kazandırma ve bilgilendirme, teknolojinin sosyal sürdürülebilirlik yönüne dokunan bir başka önemli çıkarımı oluşturmaktadır. Bu noktada, hem toplumsal farkındalığın arttırılması, hem de firma bazında eğitim ve adaptasyon faaliyetlerine yoğunlaşılması gerekmektedir. Dijital dönüşümün sürdürülebilir olabilmesi açısından önemi ve faydaları kitle iletişim araçları yoluyla tüm topluma yayılmalı ve bu bilinci kazandırma çalışmaları arttırılmalıdır. Firma çalışanlarına ise dijitalleşme konusunda bilgilendirme sağlama amacıyla düzenli eğitimler planlanmalı, bu eğitimlere bütçe ayırmaktan kaçınılmamalı ve çalışan adaptasyonunun sağlanması için çalışılmalıdır. Çalışanlar, teknolojilerin kendi işlerini hangi şekillerde kolaylaştırabileceği yönünde bilgilendirmeli ve bu teknolojilere yatırımlar yapılarak çalışan memnuniyeti sağlanmalı ve çalışan motivasyonuna önem verilmelidir. Herzberg'in (1966) iş tatminini incelediği Çift Faktör Kuramı'nda belirttiği gibi, kişinin yüksek çalışma motivasyonuna sahip olabilmesi için çalışma koşulları, maaş, şirket politikası, iş güvenliği gibi hijyen öğelerinin yanı sıra, çeşitli motive edici faktörlerin varlığı ihtiyacı da bulunmaktadır (Stello, 2011). Buradan hareketle, çalışanların işlerini kolaylaştıracak ve onların memnuniyetini destekleyecek çeşitli yazılımlara yatırım yapmanın ve kullanıcılara bu yazılımları benimseyebilmeleri için düzenli eğitim verme faaliyetinde bulunmanın önemine vurgu yapılabilir.

Genç istihdamının arttırılması gerekliliği, bir başka önemli çıkarımdır. Özellikle Z kuşağının teknolojik yatkınlığı göz önünde bulundurulduğunda, onlara sektörde daha fazla yer verilmesi, iş gücüne daha fazla dâhil edilmesi ve yükselmelerine olanak tanınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum, dijital dönüşümlerin sürdürülebilir olması konusunda, firmalara destek olacaktır. Ayrıca, genç kuşağın istihdam sürecinden önceki çok önemli bir dönemi kapsayan üniversite eğitimlerinde, sürdürülebilirlik ve teknolojinin iç içe olduğu ve öneminin özümsenmesine katkıda bulunan derslere daha çok yer verilmesi, bir başka önemli çıkarımı oluşturmaktadır.

Son olarak, teknolojinin çevresel sürdürülebilirliği destekleyebilmesi adına, akıllı tarım uygulamaları yoluyla, kıt kaynakların tüketiminin kontrol altına alınabileceği fikri ile tarım teknolojileri ve tarımda otomasyon gibi uygulamalara ağırlık verilmelidir. Bu konuda örnek oluşturabilecek başarılı, gelişmiş ülkeler incelenmeli, ülkemizde de uygulanabilmesi için yapılan girişimler arttırılmalıdır. Geri dönüşüm ve ileri dönüşüm, taşımaların birleştirilmesi ve çevre dostu optimum rotalama sistemleri gibi yeşil lojistik uygulamalarının da arttırılması yoluna gidilmelidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, mevcut çalışmaya ait sonuçlara, çalışmanın kısıtlarına ve gelecek çalışmalara yönelik yapılan önerilere yer verilmektedir.

6.1.Sonuç

Üretimde su ve buhar gücünü kullanma özelliği ile anılan birinci endüstriyel devrimi, seri üretim, montaj hatları ve iş bölümünün yaygınlaşmasıyla anılan ikinci endüstriyel devrim, bilgi çağı olarak anılan üçüncü endüstriyel devrim ve nihayetinde nesnelerin interneti, robotlar, yapay zekâ ve çeşitli otomasyonlar ile anılan dördünci endüstriyel devrim izlemiştir (Shahbakhsh, Emad ve Cahoon, 2022). Tüm bu devrimler, başta üretim süreçlerini olmak üzere, insanların günlük yaşantılarından, tüm sektörel faaliyetlere kadar neredeyse her şeyi derinden etkilemiş ve değiştirmiştir (Efthymiou ve Ponis 2021). İlk olarak Almanya Hannover Fuarı'nda, 2011 yılında anılan "Endüstri 4.0" kavramı, beraberinde getirdiği çeşitli teknolojiler ile tüm sektörlere verimlilik ve hızda artış, maliyetlerde azalış, otomasyon ve iletişimde yüksek düzeyde gelişim, insan ile makine arasında iş birliği yaratma ve bu yollarla optimizasyon yakalama ve katma değer yaratma vaadinde bulunmaktadır (Lu, 2017; Efthymiou ve Ponis, 2021). Firmalara yüksek düzeyde rekabet avantajı sağlayabilecek özellikleri taşıması ile endüstri 4.0 dijital devrimi, ortaya çıktığı günden bu yana hem akademisyenler, hem de çeşitli sektörler tarafından büyük ilgi görmektedir.

Endüstri 4.0'ın gündeme getirdiği akıllı fabrikalar, beraberinde küçük partiler halinde üretim, yüksek düzeyde şeffaflık, çoklu ürün varyasyonları gibi lojistik sektörünü de yüksek oranda etkileyen yenilikler getirmiştir (Kayikci, 2018). Başta taşıma olmak üzere, depolama, stoklama, elleçleme vb. tüm faaliyetlerde yüksek dijitalleşme potansiyeli taşıyan lojistik sektörü de sürdürülebilir bir dijital ekosistem yaratma çabası içerisinde kendisine yer bulmuştur. Literatürde taşıma işleri komisyoncusu / navlun komisyoncusu Türkçe adlarıyla kendisine yer bulan freight forwarderlar, lojistik sektörünün çok önemli bir kolunu oluşturur ve tüm bu dijitalleşme faaliyetlerinden yüksek oranda etkilenir. En basit haliyle uluslararası ticaret (ihracat veya ithalat) yapmak isteyen firmalar ile taşıma firmaları arasında köprü görevi görmekte olan, fakat hizmetleri bununla sınırlı olmayan freight forwarder firmaları, lojistik süreçlerin aktif bir katılımcısı ve takipçisidir ve müşteri ile direkt olarak etkileşim içerisindedir (Skiba ve Karaś, 2022). Freight forwarder firmalar,

taşıma işlerinin koordinatörü ve mimarı olarak tüm tedarik zinciri ile yüksek bir entegrasyon ve iletişim içindedir (Skiba ve Karaś, 2022) ve bu yüzden gereken dijitalleşme seviyesini yakalamak zorundadır.

Günümüzde sürdürülebilirliğin artan kaygısı ve hissedilen baskısı ile firmalar, lojistik stratejilerini ve dijitalleşme çözümlerini gittikçe artan bir oranda sürdürülebilirlik prensipleri çerçevesinde şekillendirmekte ve buna teşvik edilmektedirler (Parhi, vd., 2022). Buna karşın, sürdürülebilir lojistik 4.0, pratik ve bilimsel açılardan hala başlangıç aşamasında olduğu söylenebilecek ve hem kavramsal, hem de uygulama bağlamlarında çalışılması ve araştırılması gereken bir konudur (Parhi, vd., 2022).

Sürdürülebilirlik kavramsal olarak oldukça geniştir ve insan doğasını her yönüyle ele almaktadır. Çevresel boyutta sürdürülebilirlik, doğal kaynakların aşırı tüketiminin önüne geçme, ekolojik dengeyi koruma, çeşitli yeşil eylemler ve ileri veya geri dönüşüm ile ilgili iken (Glavič ve Lukman, 2007); ekonomik boyut uzun vadeli ekonomik büyümeyi yakalama ve sürdürebilme; sosyal boyut ise çeşitli değişkenlerin insan yaşamına zarar vermesini önleme, toplumsal adalet ve denge ile yaşanabilir bir toplum yaratma (Dempsey, Bramley, Power ve Brown, 2011) konularını ele almaktadır (Ghobakhloo, 2020). Tanımlarından da anlaşılabileceği gibi, sürdürülebilirlik bakış açısı olmadan herhangi bir sektörde dijitalleşmeden veya endüstri 4.0 teknolojilerinin verimliliğinden bahsedebilmek mümkün değildir. Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde endüstri 4.0 kavramının benimsenmesi ve teknolojilerinin hayata geçirilmesi nispeten daha zor ve geç olmaktadır (Jayashree, vd., 2022) ve dördüncü endüstriyel devrimin beklenen veya beklenmeyen ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerini görmek mümkün olduğundan, söz konusu ekonomilerde bu konunun üzerine eğilmek oldukça önem arz etmektedir (Ghobakhloo, 2020).

Sürdürülebilirlik çatısı altında, dijital dönüşüm, endüstri 4.0 ve/veya lojistik 4.0 ifadelerini içeren literatür incelendiğinde, dijital dönüşümlerin, sürdürülebilirliğin hem ekonomik, hem sosyal, hem de çevresel etkisi bakış açılarıyla bir arada ele alındığı, freight forwarder firmalarının örneklem olarak seçilerek, nitel bir araştırma yaklaşımının izlendiği herhangi bir çalışma görülmemiştir. Ayrıca, literatürde sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun genellikle göz ardı edildiği görülmüş olup, söz konusu literatüre ait çalışmaların büyük çoğunluğunun, nicel yöntemlere dayalı olduğu

belirlenmiştir. Sürdürülebilirliğin tüm boyutları bağlamında değerlendirilmesi ve nitel araştırma yöntemlerine gidilmesine ihtiyaç olduğu, literatürde açıkça belirtilmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında bu araştırma, Türkiye menşeili uluslararası alanda faaliyet göstermekte olan freight forwarder firmaları üzerinden, dijital dönüşüm sürecinde lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilirlik perspektifi ile ele almıştır. Yirmi ayrı freight forwarder firmadan, yirmi farklı uzman ile yarı yapılandırılmış görüşme yöntemiyle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Önceden hazırlanmış, yarı yapılandırılmış görüşme soruları çerçevesinde, dijital dönüşümlerin, freight forwarder firmalar üzerinde sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlardaki etkileri hakkında bilgi edinilmiştir. Tüm görüşmeler, etik kurul onayı ve görüşme öncesi bilgilendirilen katılımcılardan alınan imzalı onaylar ile görüntülü ve sesli olarak kaydedilmiştir. Etik kurul onay formu, çalışmanın sonunda Ek 4 başlığı altında yer almaktadır. Gerçekleştirilen mülakatlar, yazılı metne dönüştürülerek, deşifre edilmiş ve nitel içerik analizine tabi tutularak çeşitli kategori, tema ve kodlara ayrılmıştır. Tüm bu sürecin tamamlanması ile freight forwarder firmalarının görüşleri çerçevesinde, dijital dönüşümlerin, lojistik sektöründe sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları üzerindeki etkileri ortaya çıkarılmıştır. Bu noktada, hem olumlu, hem de olumsuz yönde etkilere dair var olan görüşler değerlendirilmeye alınmıştır. Daha sonra ise görüşme kapsamında, aynı örneklem grubundan, dijital dönüşüm ve lojistik 4.0 uygulamalarını, sürdürülebilirlik boyutlarına entegre etmek için yapılması gerekenler ve tavsiyeler alınmıştır. Söz konusu tavsiyelerin, aynı zamanda, yukarıda bahsedilen olumsuz etkilerin birer çözümü niteliğinde değerlendirilmesi mümkündür.

Sektör temsilcilerinin görüşlerinden yola çıkılarak elde edilen araştırma sonuçlarına göre belirlenen seçici kodlamaları, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik boyutları oluşturmuştur. Seçici kodlamanın bir alt kategorisi olan eksensel kodlama, tamamen etkiler üzerine yoğunlaşmıştır. Ekonomik sürdürülebilirlik kategorisinin eksensel kodlamasını; verimlilik, müşteri hizmetleri, pazar payı, güvenlik/güvenilirlik, yönetsel beceriler, tedarik zinciri entegrasyonu, iletişim ve yatırım geri dönüş beklentisi üzerindeki etkiler oluşturmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik kategorisinin eksensel kodlamasını; sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması, dijital dönüşüme kurum içi adaptasyon, istihdam, çalışan sadakati, kurumlararası iletişim, çalışan performans yönetimi ve çalışan memnuniyeti üzerindeki etkiler oluşturmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik kategorisinin eksensel

kodlamasını ise; atık yönetimi ve karbon salınımı üzerindeki etkiler oluşturmaktadır. Eksensel kodlamanın alt kategorisini ise açık kodlama ve alıntılar biraraya getirmektedir.

Ekonomik sürdürülebilirlik ile ilişkili analiz sonuçlarına gelindiğinde, dijital dönüşümlerin, işletme varlık ve kaynaklarının daha etkin kullanılmasına, çalışan motivasyonunun karlılık yönünde arttırılmasına, hata oranlarını azaltmasıyla maddi kayıp risklerinin önüne geçilmesine ve tüm bu yollar ile firma verimliliğine katkı sağlamaya olanak tanıdığı ortaya çıkarılmıştır. Yine teknolojik dönüşümün, müşteriye yönelik işlemlerin sistemler üzerinden yürütülmesine olanak tanıması, firma içi iletişimi geliştirmesi ile müşteriye daha hızlı geri dönüş sağlama kabiliyeti kazandırması, müşteriye yönelik bilgi akışını hızlandırması ve bu akışı arttırması yollarıyla, müşteri hizmetleri üzerinde olumlu yönde etkileri olduğu görülmüştür. Dijitalleşmenin, lojistik sektöründe insan faktörüne olan ihtiyacı azaltarak, sistemleri entegre etmesiyle, firmaya yeni müşteriler ve farklı pazarlara erişebilme, var olan müşterilere katma değer sağlama fırsatı tanıdığı, firmalararası etkileşimi artttırarak, pazar payı üzerinde olumlu etkileri olduğu yönünde görüşler alınmıştır. Aynı zamanda, takibi kolaylaştırmasıyla da, ürün güvenliği ve müşteri güvenilirliğini sağlamakta ve firmanın güvenlik/güvenilirliği üzerinde olumlu etkiler yaratmakta olduğu belirlenmiştir. Yönetsel beceriler açısından bakıldığında, yöneticilere teknik ve kavramsal beceriler kazandırmayı sağlamakta, müşterinin memnuniyetinin kolayca raporlanabilmesi ve pazar çevresinin analiz edilebilmesiyle, yönetim stratejilerinin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamakta ve örgütsel zamanın daha etkin kullanılmasına da destek olmaktadır. Buna karşın, tedarik zinciri ortakları arasında teknolojik altyapı uyumsuzluğu bulunması sebebiyle tedarik zinciri entegrasyonunu olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, tüm işlemlerin sistemler üzerinden yapılması ile kimi zaman sistemsel hataların meydana geldiği ve kişilerarası iletişim yoluyla sorun çözmenin ortadan kaldırılması ile çözüm konusunda gecikmeler yaşandığı ve bunun da iletişim üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı belirlenmiştir. Aynı zamanda, teknolojik ürün ve yazılımların maliyetlerinin yüksek olması, firmalarda yatırımı kârâ dönüştürmeye yönelik kaygı ve korku oluşmasına sebep olmaktadır.

Sosyal sürdürülebilirlik ile ilişkili analiz sonuçlarına gelindiğinde, dijital dönüşümlerin sektörel ve toplumsal farkındalığı arttırmayı desteklediği ve böylece sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması üzerindeki etkisinin olumlu yönde

olduğu görülmüştür. Firma içinde yeni yazılım ve uygulamaları öğrenirken, çalışanlar arasında ekip ruhu ve dayanışmanın geliştiği ve bu yazılım ve uygulamaların çalışanların işlerini kolaylaştırması ile adaptasyonun olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Kurum içi teknolojik dönüşüm eğitimlerinin yeterli olmadığı belirtilmiş ve bunun teknolojik adaptasyon üzerinde olumsuz etki yarattığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, çalışanların yeni teknolojilere adapte olamayacağına dair endişe yaşamaları, çalışan sadakatini; kişilerarası iletişimin yerini otomasyonun alması, kurumlararası iletişimi olumsuz yönde etkilemektedir. Otomasyonun, beraberinde daha az iş gücü gerektirmesi sebebiyle işten çıkarmaların yaşanması ve yaşanacağı korkusu, istihdam üzerinde olumsuz bir etki olarak karşımıza çıkarken, dönüşümlerin yazılım ve bilgisayar teknolojilerine dayalı yeni meslekleri ortaya çıkarması beklentisi, olumlu etkiye işaret etmektedir. Dijital teknolojilerin çalışan performansının objektif olarak ölçülmesini sağlamasıyla, çalışan performansı yönetimini; iş yeri dışında çalışabilme imkânı tanıması ile de çalışan memnuniyetini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Çevresel sürdürülebilirlik ile ilişkili analiz sonuçlarına gelindiğinde, dijital dönüşümlerin, fiziksel arşivleme sistemlerinden dijital arşivleme sistemlerine geçiş yapılmasına zemin oluşturmasıyla; yeşil lojistik gibi çevre dostu operasyonlara yönelinmesini hızlandırmasıyla; lojistikte doğa dostu ürün kullanımına yönelinmesine yardımcı olmasıyla; atık yönetimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer bir olumlu etki, çeşitli algoritmalar ve makine öğrenimi sayesinde yüklerin birleştirilmesini ve en uygun taşıma modunun seçilmesini sağlamasıyla; elektrikli araçlar, fosil yakıt tüketmeyen taşıma ve elleçleme ekipmanları kullanımına izin vermesiyle karbon salınımı üzerinde de görülmektedir.

Lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutlarına entegre etme noktasında, teknolojik uygulamaların tüm sektörde yaygınlaşması için ve hatta tedarik zincirine yayılması için sektör-teknoloji entegrasyonu ve tedarik zinciri entegrasyonu geliştirilmesi gerekmektedir. Dijital dönüşüm temelli istikrarlı bir ekonomik büyüme yaratılabilmesi için tüm sektör, tedarik zincirine ait her paydaş, bu dönüşüme ortak olmalı ve bu yönde gelişim göstermelidir. Bunun için de, teknolojik altyapının geliştirilmesine ve bilişim teknolojilerine yatırımlar yapılmasına ihtiyaç vardır. Firma yöneticilerinin, firma ölçeğine uygun ve uzun vadede firmaya fayda sağlayabilecek, doğru teknolojinin belirlenmesi konusunda stratejik düşünme becerisi geliştirmeleri gereklidir. Aynı beceri ile tüm tedarik zinciri ortaklarıyla, uzun dönemli

ve verimli ilişkiler kurma gayreti içinde olmaları, firmanın uzun vadeli bir dönüşüm ve gelişim ivmesi yakalayabilmesi için faydalı olacaktır. Dijital dönüşümden doğru bir şekilde faydalanılarak, Türkiye'nin sahip olduğu stratejik konumun avantajlarından yararlanılarak ve lojistik potansiyel avantajını doğru kullanıp, maliyet, hız, güvenilirlik, hizmet kalitesi gibi parametreler ile birleştirilerek, ekonomik sürdürülebilirliğin yakalanabileceği düşünülmektedir. Bu noktada, AR&GE faaliyetlerine daha fazla sermaye ve kaynak ayırılması önem arz etmektedir.

Lojistik 4.0 uygulamalarını, sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutlarına entegre etme konusunda bir önemli adım da bilinçli üretim ve tüketim süreçlerinin geliştirilmesi, teknolojik dönüşümün sosyal sürdürülebilirliğe etkisi konusunda tüm paydaşların bilgilendirilmesi ve bilinç kazandırılması olacaktır. Bu noktada, çalışanların dijitalleşme konusunda bilgilendirilmesi ve düzenli eğitimler planlanması, işlerini kolaylaştırmaya yönelik teknolojik sistemler kurulması, çalışan adaptasyonunun ve memnuniyetinin sağlanması için gereklidir. Yine bilinçlendirme çalışmalarının arttırılması için üniversite müfredatlarına zorunlu olarak teknoloji ve sürdürülebilirlik ile ilintili dersler eklenmelidir. Eğitimde dijital öğrenme modelleri kullanılarak, öğrencilerin teknolojik dönüşüme dâhil edilmesi de önem arz etmektedir.

Tedarik zinciri temelli düşünüldüğünde, dijital dönüşümlerin çevresel sürdürülebilirliği destekleyebilmesi için tüm tedarik zinciri ortaklarında teknolojik altyapının oluşturulması ve altyapının benzer olması yoluyla kaynak kullanımında ve atık yönetiminde ortak veya benzer uygulamalara gidilebilmesi mümkün hale getirilmelidir. Dijital dönüşümleri geri dönüşüm ve ileri dönüşüm, taşımaların birleştirilmesi ve çevre dostu optimum rotalama sistemleri gibi yeşil lojistik uygulamalarına yansıtılması, çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi bakımından bir diğer önemli noktayı oluşturmaktadır. Benzer şekilde, tarımda teknoloji kullanımı yoluyla doğal kaynak kullanımının azaltılması ve akıllı tarım uygulamalarının geliştirilerek, yaygınlaştırılması çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu araştırma, yalnızca freight forwarder firmaları için değil, lojistik sektöründe faaliyet gösteren tüm firmalar için çeşitli öneriler sunmaktadır. Ayrıca çalışma, dijital dönüşümlerin lojistik sektöründeki olumlu ve olumsuz yansımalarını açık bir şekilde göstermekte olup, bu olumsuz etkileri olumluya çevirebilecek ve dönüşümlerin her boyutta sürdürlebilir olmasını destekleyecek

tavsiyeleri içermektedir. Çalışma lojistik firmalarına, dijital dönüşüm çağında hangi noktada bulundukları ve bu dönüşümlerin kendilerine fayda sağlayacak şekilde nasıl ilerletilebilebileceği konularında içgörü ve değerlendirme sağlayabilir. Lojistik sektörüne dâhil her firma, ölçeğini göz önünde bulundurarak, doğru hızda dijitalleşme çabasına girmeli ve kendisine en yüksek faydayı sağlayacak teknolojik yazılım ve donanımları tercih etmelidir. Çalışan adaptasyona önem vermeli ve ilk önce iç müşterileri memnun etme mantığı ile hareket ederek, çalışanlara uygun aralıklarla, yeterli düzeyde eğitim imkânlarını sağlamalıdır. Çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik bilinciyle dijital dönüşüm çalışmaları içerisine girmek, uzun vadede ekonomik sürdürülebilirliği de beraberinde getirecektir.

6.2.Çalışmanın Kısıtları

Bu çalışmanın önemli bir kısıtını Covid-19 pandemisi oluşturmaktadır. Çalışma verileri, sokağa çıkma yasağı bitiminde toplanmış olsa da, genel olarak sektör temsilcileri virüs bulaşma endişesi ile yüz yüze görüşme yerine, çevrim içi görüşme yolunu seçmişlerdir. Bu durum da, çalışma verilerinin tamamının çevrim içi platformlar üzerinden görüşmeler yapılarak toplanması sonucunu beraberinde getirmiştir. Sektör temsilcileri ile iletişime geçilerek görüşmelerin planlanması ve tüm görüşmelerin tamamlanması uzun bir zamana yayılmıştır. Ayrıca, zaman kısıtından dolayı çalışmanın örneklemini yalnızca İzmir, İstanbul ve Bursa'da faaliyet gösteren firmalar oluşturmaktadır. Dolayısıyla, çalışma sonuçları genellenebilir nitelikte değildir. Yalnızca nitel yöntem kullanılarak analiz edilmiş olması da, çalışmanın kısıtını oluşturan bir başka noktayı oluşturmaktadır.

6.3.Gelecek Çalışmalara Öneriler

Bu çalışma, freight forwarder firma örneklemi üzerinden dijital dönüşüm sürecinde, lojistik 4.0 uygulamalarını sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirmeyi amaçlamıştır. Gelecek çalışmalar, benzer bir amaçtan yola çıkarak, lojistik sektöründe yer alan başka bir grubu örneklem olarak ele alabilir. Dijital dönüşüm perspektifi, gümrük firmaları, nakliye firmaları, armatör firmalar veya depolama hizmeti sunan firmalar bakış açısıyla incelenebilir. Olumlu ve olumsuz yanların açıkça ortaya çıkabilmesi için yarı yapılandırılmış mülakat metodu izlenebilir.

Bununla birlikte, bu nitel çalışmanın analizinden ortaya çıkan sonuçlar, nicel analiz yöntemleri izlenerek test edilebilir veya doğrulanabilir. Araştırmanın örneklemi genişletilebilir ve Türkiye'de bu araştırma dışında kalan illerde faaliyet gösteren freight forwarder firmalara uygulanabilir. Görüşme gerçekleştirilen sektör temsilcilerinin, demografik özelliklerine göre gruplanması ve yorumlanması araştırmaya farklı bir derinlik kazandırabilir. Nesnelerin interneti, yapay zekâ, blok zinciri, sanal gerçeklik gibi farklı endüstri 4.0 teknolojileri ve uygulamalarından biri veya birkaçı odak alınarak, sektörel bakış açısı ve sürdürülebilirlik boyutlarına etkiler ele alınabilir.

Son olarak araştırma, Türkiye gibi ekonomisi gelişmekte olan ülkeler sınıflandırmasında yer alan farklı bir ülkenin lojistik sektörü ile karşılaştırılabilir. Böylece, kültürel farkların, çalışanların veya yöneticilerin teknolojik eğilimlerini etkileyip, etkilemediği konusunda yorumda bulunulabilir.

KAYNAKÇA

Abu-Dalbouh, M. A. (2020). Improving digital marketing strategy in Jordanian air aviation sector for becoming a regional training center. *Int. Bus. Res*, *13*(6), 139.

Abu Hawwach, M. (2021). Human errors in industrial operations and maintenance.

Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and health: Internet of things, big data, and cloud computing for healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, *18*, 100129.

Achterhuis, H. (1993). Scarcity and sustainability. *Global ecology: a new arena of political conflict*, 104-116.

Adeitan, A. D., Aigbavboa, C., & Bamisaye, O. S. (2021). Influence of information flow on logistics management in the industry 4.0 era. *International Journal of Supply and Operations Management*, *8*(1), 29-38.

Adıgüzel, S. Logistics 4.0 with Industry 4.0 in Turkey and World. *Doç. Dr. Mehmet Dalkılıç*, 386.

Akkad, M. Z., & Bányai, T. (2020). Applying sustainable logistics in industry 4.0 Era. In *Vehicle and Automotive Engineering* (pp. 222-234). Singapore: Springer Singapore.

Aktas, E., Agaran, B., Ulengin, F., & Onsel, S. (2011). The use of outsourcing logistics activities: The case of Turkey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *19*(5), 833-852.

Akter, S., Bandara, R., Hani, U., Wamba, S. F., Foropon, C., & Papadopoulos, T. (2019). Analytics-based decision-making for service systems: A qualitative study and agenda for future research. *International Journal of Information Management*, *48*, 85-95.

Akter, S., Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Dubey, R., & Childe, S. J. (2016). How to improve firm performance using big data analytics capability and business strategy alignment?. *International Journal of Production Economics*, *182*, 113-131.

Alladi, T., Chamola, V., Parizi, R. M., & Choo, K. K. R. (2019). Blockchain applications for industry 4.0 and industrial IoT: A review. *Ieee Access*, *7*, 176935-176951.

Alnıpak, S., Alkan, F., & Günay, G. Veri Madenciliği, Büyük Veri Analizi ve RFID Teknolojisi Tabanlı Konteyner Limanları.

Altınöz, M. (2008). An overall approach to the communication of organizations in conventional and virtual offices. *International Journal of Information and Communication Engineering*, *2*(5), 627-633.

Amazon, Sustainability, Community, 2022, https://sustainability.aboutamazon.com/society/community, (14.07.2023).

Amjad, M. S., Rafique, M. Z., & Khan, M. A. (2021). Leveraging optimized and cleaner production through industry 4.0. *Sustainable Production and Consumption*, *26*, 859-871.

Amr, M., Ezzat, M., & Kassem, S. (2019, October). Logistics 4.0: Definition and historical background. In *2019 Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)* (Vol. 1, pp. 46-49). IEEE.

Anitah, J. N. (2019). *Industry 4.0 Technologies and Operational Performance of Fast Moving Consumer Goods Manufacturers in Kenya: a Case Study of Unilever Kenya and L'oreal East Africa* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).

Apilioğulları, L. (2018). Dijital Dönüşümün Yol Haritası Endüstri 4.0: Değişimin Değiştirdikleri. *İstanbul: Agora Kitaplığı.*

Apple, "Environmental and Social Governance", 2022, https://investor.apple.com/esg/default.aspx#:~:text=Since%202020%2C%20we%20have%20been,without%20taking%20from%20the%20earth., (14.07.2023)

Ardito, L., Petruzzelli, A. M., Panniello, U., & Garavelli, A. C. (2018). Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. *Business process management journal*, *25*(2), 323-346.

Arslan, E. (2022). Nitel Araştırmalarda Geçerlilik ve Güvenilirlik. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (51), 395-407.

Asokan, A., Murshid, A., Benny, M., Francis, A., & Mirza, A. (2019). A Review on Green Chemistry and Green Engineering on Environmental Sustainability. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, *3*(3), 194-201.

Asset Infinity, "5 Big Brands that Uses RFID Technology in Business Smartly", 07.01.2020, https://www.assetinfinity.com/blog/big-brands-uses-rfid-technology, (29.05.2023).

Awad, D. (2010). Supply chain integration: definition and challenges. *Management and Technology (IJIMT*, *1*(1).

Awan, U., Sroufe, R., & Shahbaz, M. (2021). Industry 4.0 and the circular economy: A literature review and recommendations for future research. *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 2038-2060.

Ay Türkmen, M., & Kılıç, F. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışına Yönelik Döngüsel Ekonomi Modeli. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*.

AYDIN, A. H. (2012). Zaman kavramı ve yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(2), 1-20.

Aylin, A. D. E. M., KAYA, B. Y., ÇAKIT, E., & Dağdeviren, M. (2022). Üretim sistemlerindeki dijital dönüşümün iş etüdü teknikleri üzerindeki etkisi. *Verimlilik Dergisi*, 110-122.

Ayres, R. U., Turton, H., & Casten, T. (2007). Energy efficiency, sustainability and economic growth. *Energy*, *32*(5), 634-648.

Bag, S., Gupta, S., & Luo, Z. (2020). Examining the role of logistics 4.0 enabled dynamic capabilities on firm performance. *The International Journal of Logistics Management*, *31*(3), 607-628.

Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International journal of production economics*, *229*, 107776.

Bai, C., Orzes, G., & Sarkis, J. (2022). Exploring the impact of Industry 4.0 technologies on social sustainability through a circular economy approach. *Industrial Marketing Management*, *101*, 176-190.

Baker, M. (2015). *Digital transformation*. Buckingham Business Monographs.

Baki, R. (2016). Avrupa Birliği Ülkeleri ile Türkiye'deki Lojistik Köy Uygulamaları ve Uygun Kuruluş Yeri Seçimi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *5*(2), 148-162.

Ballou, R. H. (2006). The evolution and future of logistics and supply chain management. *Production*, *16*, 375-386.

Bamakan, S. M. H., Motavali, A., & Bondarti, A. B. (2020). A survey of blockchain consensus algorithms performance evaluation criteria. *Expert Systems with Applications*, *154*, 113385.

Bans-Akutey, A., & Tiimub, B. M. (2021). Triangulation in research. *Academia Letters*, *2*.

Bányai, T., Tamás, P., Illés, B., Stankevičiūtė, Ž., & Bányai, Á. (2019). Optimization of municipal waste collection routing: Impact of industry 4.0 technologies on environmental

awareness and sustainability. *International journal of environmental research and public health*, *16*(4), 634.

Barleta, E., Pérez, G., & Sánchez, R. (2020). Industry 4.0 and the emergence of Logistics 4.0.

Baron, S., Patterson, A., & Harris, K. (2006). Beyond technology acceptance: understanding consumer practice. *International Journal of Service Industry Management*, *17*(2), 111-135.

Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia manufacturing*, *13*, 1245-1252.

Barrett, M., Davidson, E., Prabhu, J., & Vargo, S. L. (2015). Service innovation in the digital age. *MIS quarterly*, *39*(1), 135-154.

Baydar, A. M., Süral, H., & Çelik, M. (2017). Freight villages: A literature review from the sustainability and societal equity perspective. *Journal of cleaner production*, *167*, 1208-1221.

Beke, É., Bódi, A., Katalin, T. G., Kovács, T., Maros, D., & Gáspár, L. (2018, November). The role of drones in linking industry 4.0 and ITS Ecosystems. In *2018 IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)* (pp. 000191-000198). IEEE.

Belussi, F., Orsi, L., & Savarese, M. (2019). Mapping business model research: a document bibliometric analysis. *Scandinavian Journal of Management*, *35*(3), 101048.

Berman, S. J. (2012). Digital transformation: opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*.

Berryman, D. R. (2012). Augmented reality: a review. *Medical reference services quarterly*, *31*(2), 212-218.

Beynon-Davies, P. (1999). Human error and information systems failure: the case of the London ambulance service computer-aided despatch system project. *Interacting with computers*, *11*(6), 699-720.

Bezuidenhout, C. N. (2016). Quantifying the degree of leanness and agility at any point within a supply chain. *British Food Journal*, *118*(1), 60-69.

Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS quarterly*, 471-482.

Bibby, L., & Dehe, B. (2018). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels–case of the defence sector. *Production Planning & Control*, *29*(12), 1030-1043.

Bilge, F. A. (2001). Gelişmekte Olan Ülkelerde Ekonomik İstikrara Yönelik Maliye Politikası Uygulamalarının Etkinliği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, *4*(1), 39-58.

Birks, M., Chapman, Y., & Francis, K. (2008). Memoing in qualitative research: Probing data and processes. *Journal of research in nursing*, *13*(1), 68-75.

Bladin, P. F. (2006). W. Grey Walter, pioneer in the electroencephalogram, robotics, cybernetics, artificial intelligence. *Journal of clinical neuroscience*, *13*(2), 170-177.

Bloechl, S. J., & Schneider, M. (2016). Simulation game for intelligent production logistics–The PuLL® learning factory. *Procedia Cirp*, *54*, 130-135.

Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for industry 4.0: A comprehensive review. *IEEE Access*, *8*, 79764-79800.

Bogma, O., Vialets, O., Dukhnovska, L., Klymash, N., & Silakova, H. (2020). Automated control system as a tool for ensuring financial and economic security of the enterprise.

Bohnsack, R., Bidmon, C. M., & Pinkse, J. (Eds.). (2022). *Sustainability in the digital age: Intended and unintended consequences of digital technologies for sustainable development* (pp. 599-602). Wiley.

Bongomin, O., Gilibrays Ocen, G., Oyondi Nganyi, E., Musinguzi, A., & Omara, T. (2020). Exponential disruptive technologies and the required skills of industry 4.0. *Journal of Engineering*, *2020*, 1-17.

Bounfour, A. (2016). Digital futures, digital transformation. *Progress in IS. Cham. Springer International Publishing, doi*, *10*, 978-3.

Boz, E., Çizmecioğlu, S., & Çalık, A. (2022). A Novel MDCM Approach for Sustainable Supplier Selection in Healthcare System in the Era of Logistics 4.0. *Sustainability*, *14*(21), 13839.

Brent, A. C., & Labuschagne, C. (2007). An appraisal of social aspects in project and technology life cycle management in the process industry. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, *18*(4), 413-426.

Bruni, R., & Piccarozzi, M. (2022). Industry 4.0 enablers in retailing: a literature review. *International Journal of Retail & Distribution Management*, *50*(7), 816-838.

Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International journal of production research*, *56*(8), 2924-2940.

Bunio, G. L., & Gates, I. D. (2013, November). Innovation, Motivation, and Fear: A Novel Perspective for Unconventional Oil. In *SPE Asia Pacific Unconventional Resources Conference and Exhibition* (pp. SPE-167020). SPE.

Bush, A. A., Tiwana, A., & Rai, A. (2010). Complementarities between product design modularity and IT infrastructure flexibility in IT-enabled supply chains. *IEEE transactions on Engineering Management*, *57*(2), 240-254.

Butt, J. (2020). Exploring the interrelationship between additive manufacturing and Industry 4.0. *Designs*, *4*(2), 13.

Buzzell, R. D., Gale, B. T., & Sultan, R. G. (1975). Market share-a key to profitability. *Harvard business review*, *53*(1), 97-106.

Büyüközkan, G., & Güler, M. (2019). Lojistik 4.0 teknolojilerinin analizi için metodolojik yaklaşım. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, *8*(1), 21-47.

Calder, B. J., Phillips, L. W., & Tybout, A. M. (1982). The concept of external validity. *Journal of consumer research*, *9*(3), 240-244.

Campagnolo, L., Carraro, C., Eboli, F., Farnia, L., Parrado, R., & Pierfederici, R. (2018). The ex-ante evaluation of achieving sustainable development goals. *Social Indicators Research*, *136*, 73-116.

Canbay, K., & Akman, G. (2023). Investigating changes of total quality management principles in the context of Industry 4.0: Viewpoint from an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, *189*, 122358.

Căpușneanu, S., Mateș, D., Tűrkeș, M. C., Barbu, C. M., Staraș, A. I., Topor, D. I., ... & Fűlöp, M. T. (2021). The impact of force factors on the benefits of digital transformation in Romania. *Applied Sciences*, *11*(5), 2365.

Carvalho, A. V., Chouchene, A., Lima, T. M., & Charrua-Santos, F. (2020). Cognitive manufacturing in industry 4.0 toward cognitive load reduction: A conceptual framework. *Applied System Innovation*, *3*(4), 55.

Cichosz, M., Wallenburg, C. M., & Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*.

Cimini, C., Lagorio, A., Pirola, F., & Pinto, R. (2019). Exploring human factors in Logistics 4.0: Empirical evidence from a case study. *Ifac-Papersonline*, *52*(13), 2183-2188.

Cimini, C., Lagorio, A., Romero, D., Cavalieri, S., & Stahre, J. (2020). Smart logistics and the logistics operator 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, *53*(2), 10615-10620.

Chapman, R. L., Soosay, C., & Kandampully, J. (2003). Innovation in logistic services and the new business model: a conceptual framework. *International journal of physical distribution & logistics management*, *33*(7), 630-650.

Chattaraj, A., Bansal, S., & Chandra, A. (2009). An intelligent traffic control system using RFID. *IEEE potentials*, *28*(3), 40-43.

Chauhan, V., Singh, V., & Tiwari, A. (2017). Applications of nanotechnology in forensic investigation. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res*, *3*(3), 1047-1051.

Chen, Y., Lu, Y., Bulysheva, L., & Kataev, M. Y. (2022). Applications of blockchain in industry 4.0: A review. *Information Systems Frontiers*, 1-15.

Chhetri, S. R., Rashid, N., Faezi, S., & Al Faruque, M. A. (2017, November). Security trends and advances in manufacturing systems in the era of industry 4.0. In *2017 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD)* (pp. 1039-1046). IEEE.

Ching, N. T., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Asadi, S. (2021). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 130133.

Chiu, R. L. (2003). 12 Social sustainability, sustainable development and housing development. In *Housing and social change: East-west perspectives* (Vol. 221). New York, NY, USA: Routledge.

Christensen, C. M., Bartman, T., & Bever, D. V. (2016). The hard truth about business model innovation.

Chunli, L., & Donghui, L. (2012, April). Application and development of RFID technique. In *2012 2nd International conference on consumer electronics, communications and networks (CECNet)* (pp. 900-903). IEEE.

Clift, R., Allenby, B., & Ayres, R. (2000). Forum on sustainability. *Clean products and processes*, *2*(1), 67.

Coeckelbergh, M. (2013). Drones, information technology, and distance: mapping the moral epistemology of remote fighting. *Ethics and information technology*, *15*, 87-98.

Convention on Biological Diversity, “Rio Declaration on Environment and Development: The United Nations Conference on Environment and Development”, 13.11.2006, https://www.cbd.int/doc/ref/rio-declaration.shtml, (16.07.2023).

Cook, T. D., Campbell, D. T., & Shadish, W. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference* (Vol. 1195). Boston, MA: Houghton Mifflin.

Costantino, F., Di Gravio, G., & Shaban, A. (2014). Multi-criteria logistics distribution network design for mass customisation. *International Journal of Applied Decision Sciences*, *7*(2), 151-167.

Cottyn, J., Van Landeghem, H., Stockman, K., & Derammelaere, S. (2011). A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. *International Journal of Production Research*, *49*(14), 4397-4413.

Cruz-Mejía, O., Márquez, A., & Monsreal-Barrera, M. M. (2019). Product delivery and simulation for Industry 4.0. *Simulation for Industry 4.0: Past, Present, and Future*, 81-95.

CSCMP, Council of Supply Chain Management Professionals, "Definitions of Supply Chain Management",https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx (31.05.2023).

Cucuras, M., Chun, R., Lee, P., Jay, W. M., & Pusateri, G. (2017, July). GPS usage in a population of low-vision drivers. In *Seminars in Ophthalmology* (Vol. 32, No. 4, pp. 438-442). Taylor & Francis.

Culot, G., Fattori, F., Podrecca, M., & Sartor, M. (2019). Addressing industry 4.0 cybersecurity challenges. *IEEE Engineering Management Review*, *47*(3), 79-86.

Culot, G., Orzes, G., Sartor, M., & Nassimbeni, G. (2020). The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0. *Technological forecasting and social change*, *157*, 120092.

Cumming, G. S., & von Cramon-Taubadel, S. (2018). Linking economic growth pathways and environmental sustainability by understanding development as alternate social–ecological regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(38), 9533-9538.

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports medicine*, *43*, 1025-1042.

Cuninkova, L., Kubisova, E., Cambal, M., & Chlpekova, A. (2021, November). Impact of Industry 4.0 on the job positions during COVID-19 pandemic in Slovakia from HR perspective. In *2021 19th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)* (pp. 97-102). IEEE.

Custers, B. (2016). Drones here, there and everywhere introduction and overview. *The Future of Drone Use: Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, 3-20.

Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve simülasyon. *International journal of 3D printing technologies and digital industry*, *1*(1), 9-26.

Daemmrich, A. (2017). Invention, innovation systems, and the Fourth Industrial Revolution. *Technology & Innovation*, *18*(4), 257-265.

Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of production economics*, *204*, 383-394.

Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C., & Soares, A. L. (2019). Providing industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. *The journal of high technology management research*, *30*(2), 100355.

Danacı, E. Ş. Deneyimsel Pazarlama Aracı Olarak Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik.

da Rosa Righi, R., Alberti, A. M., & Singh, M. (2020). *Blockchain technology for Industry 4.0*. Springer Singapore.

das Neves, J. M. S., Marins, F. A. S., Akabane, G. K., & Kanaane, R. (2015). Deployment the MES (Manufacturing Execution System) aiming to improve competitive priorities of manufacturing. *Independent Journal of Management & Production*, *6*(2), 449-463.

Davenport, T. H., & Kirby, J. (2016). *Only humans need apply: Winners and losers in the age of smart machines*. New York, NY: Harper Business.

Davis, F. D. (1985). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.

Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International journal of man-machine studies*, *38*(3), 475-487.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, *35*(8), 982-1003.

Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J., & Sarli, M. (2012). Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. *Computers & Chemical Engineering*, *47*, 145-156.

Davutoğlu, N. A. (2020). Üçüncü Ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel ve Sistematik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi. *Management and Political Sciences Review*, *2*(1), 176-194.

De Pace, F., Manuri, F., & Sanna, A. (2018). Augmented reality in industry 4.0. *Am. J. Comput. Sci. Inf. Technol*, *6*(1), 17.

de Paula Ferreira, W., Armellini, F., & De Santa-Eulalia, L. A. (2020). Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review. *Computers & Industrial Engineering*, *149*, 106868.

de Sousa Jabbour, A. B. L., Jabbour, C. J. C., Foropon, C., & Godinho Filho, M. (2018). When titans meet–Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. *Technological Forecasting and Social Change*, *132*, 18-25.

Demir, K. A., Döven, G., & Sezen, B. (2019). Industry 5.0 and human-robot co-working. *Procedia computer science*, *158*, 688-695.

Demiral, D. G. (2021). Endüstri 4.0'ın lojistik boyutu: Lojistik 4.0. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (9), 231-251.

Demirci, Mümtaz. "Platform Temelli İş Nedir?", 01.05.2020, https://lumost.net/platform-nedir/, (06.02.2022).

Demirdöğen, S., (2021). Endüstri 4.0 ve Dijital Tedarik Zinciri. Gazi Kitabevi.

Demirkol, İ., & Özcan, S. (2018). Endüstri 4.0 ve Çağrı Merkezi Hizmetlerini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. *İşletme Bilimi Dergisi*, *6*(3), 273-294.

Demirtaş, A. G. H., & Ünivrsitesi, E. F. İ. (2000). Kriz yönetimi. *Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi*, *23*(23), 353-373.

Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. *Sustainable development*, *19*(5), 289-300.

Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde kavram ve algı devrimi. *Makina tasarım ve imalat dergisi*, *15*(1), 38-45.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). *The Sage handbook of qualitative research*. sage.

DeWinter, J., Kocurek, C. A., & Nichols, R. (2014). Taylorism 2.0: Gamification, scientific management and the capitalist appropriation of play. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, *6*(2), 109-127.

DHL, "The Logistics Trend Radar 6.0", 2023, https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html, (21.06.2023).

Diesendorf, M. (2000). Sustainability and sustainable development. *Sustainability: The corporate challenge of the 21st century*, *2*, 19-37.

Dieste, M., Orzes, G., Culot, G., Sartor, M., & Nassimbeni, G. (2023). The "dark side" of Industry 4.0: How can technology be made more sustainable?. *International Journal of Operations & Production Management*.

Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., & Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0. *Procedia manufacturing*, *11*, 545-554.

Dimitrov, P. (2005). Logistics in Bulgarian manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, *93*, 207-215.

D'Ippolito, B., Petruzzelli, A. M., & Panniello, U. (2019). Archetypes of incumbents' strategic responses to digital innovation. *Journal of Intellectual Capital*.

Doane, D., & MacGillivray, A. (2001). Economic sustainability: The business of staying in business. *New Economics Foundation*, 1-52.

Domingo Galindo, L. (2016). *The challenges of logistics 4.0 for the supply chain management and the information technology* (Master's thesis, NTNU).

Dosan Cargo, "The Logistics Sector Faced With The Challenge Of Climate Change", 05.10.2022, https://www.linkedin.com/pulse/logistics-sector-faced-challenge-climate-change-dosan-cargo/, (13.07.2023).

Do Vale, G., Collin-Lachaud, I., & Lecocq, X. (2021). Micro-level practices of bricolage during business model innovation process: The case of digital transformation towards omni-channel retailing. *Scandinavian Journal of Management*, *37*(2), 101154.

Downes, L., & Nunes, P. (2013). Big bang disruption. *Harvard business review*, 44-56.

Drnevich, P. L., & Croson, D. C. (2013). Information technology and business-level strategy: Toward an integrated theoretical perspective. *MIS quarterly*, 483-509.

du Plessis, M. (2021). Enhancing psychological wellbeing in industry 4.0: The relationship between emotional intelligence, social connectedness, work-life balance and positive coping behaviour. In *Agile Coping in the Digital Workplace: Emerging Issues for Research and Practice* (pp. 99-118). Cham: Springer International Publishing.

Dunphy, D. C. (2000). Sustainability: The corporate challenge of the 21st century. *(No Title)*.

Dyllick, T., & Muff, K. (2016). Clarifying the meaning of sustainable business: Introducing a typology from business-as-usual to true business sustainability. *Organization & Environment*, *29*(2), 156-174.

Efthymiou, O. K., & Ponis, S. T. (2021). Industry 4.0 technologies and their impact in contemporary logistics: a systematic literature review. *Sustainability*, *13*(21), 11643.

Ejsmont, K. (2021). The impact of industry 4.0 on employees—insights from Australia. *Sustainability*, *13*(6), 3095.

Elbasani, E., Siriporn, P., & Choi, J. S. (2020). A Survey on RFID in Industry 4.0. *Internet of Things for Industry 4.0: Design, Challenges and Solutions*, 1-16.

ElMamy, S. B., Mrabet, H., Gharbi, H., Jemai, A., & Trentesaux, D. (2020). A survey on the usage of blockchain technology for cyber-threats in the context of industry 4.0. *Sustainability*, *12*(21), 9179.

Elnadi, M., & Abdallah, Y. O. (2023). Industry 4.0: critical investigations and synthesis of key findings. *Management Review Quarterly*, 1-34.

Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California management review*, *36*(2), 90-100.

Ercan, T., & Kutay, M. (2016). Endüstride nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *16*(3), 599-607.

Erdoğdu, M. (2021). Development of Logistics Management and Relationship with Industry. *International Journal on Engineering, Science and Technology*, *3*(2), 91-112.

Erem, N., & Akalan, K. (2023). Türkiye'de Lojistik Sektörü, Altyapı Bileşenleri ve Dış Ticaret Bağlamında Sorunları. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Araştırmalar XX*, 61.

Ergün, E., Erdal, Ş. E. N., & Osman, İ. R. İ. (2020). Organization Structure Of Companıes From Industry 4.0 Perspectıve And Its Impact On Human Resources Roles. *Business & Management Studies: An International Journal*, *8*(3), 3393.

Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, *5*(1), 1-4.

ETMD, Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği, "Aktüatör Nedir? Aktüatörler Nasıl Çalışır? Aktüatör Seçerken Dikkat Edilmesi Gerekenler Nelerdir?", https://www.etmd.org.tr/aktuator-nedir-aktuator-calisma-prensibi/ (30.05.2023).

Euronews, "Zincirlerden ağlara: Krizler küresel tedarik yollarını nasıl dönüştürdü?", 15.02.2023, https://tr.euronews.com/next/2023/02/15/zincirlerden-aglara-krizler-kuresel-tedarik-yollarini-nasil-donusturdu, (13.07.2023).

Europen Commission, Mobility and Transport, "Logistics", https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/logistics_en (25.06.2023).

Europlatforms EEIG - European Commission, "Freight Village/Logistics Centre", 2003, https://ec.europa.eu/ten/transport/external_dimension/hlg/2006_02_17_tent_consultation/doc/stakeholders_contributions/freight/03europlatforms.pdf (25.06.2023).

Facchini, F., Oleśków-Szłapka, J., Ranieri, L., & Urbinati, A. (2019). A maturity model for logistics 4.0: An empirical analysis and a roadmap for future research. *Sustainability*, *12*(1), 86.

Farsi, M. A., & Zio, E. (2019). Industry 4.0: Some challenges and opportunities for Reliability Engineering. *International Journal of Reliability, Risk and Safety: Theory and Application*, *2*(1), 23-34.

Fearne, A., Martinez, M. G., & Dent, B. (2012). Dimensions of sustainable value chains: implications for value chain analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, *17*(6), 575-581.

Felstead, A., & Henseke, G. (2017). Assessing the growth of remote working and its consequences for effort, well-being and work-life balance. *New Technology, Work and Employment*, *32*(3), 195-212.

Ferraro, S., Cantini, A., Leoni, L., & De Carlo, F. (2023). Sustainable Logistics 4.0: A Study on Selecting the Best Technology for Internal Material Handling. *Sustainability*, *15*(9), 7067.

Ferreira, J. J., Fernandes, C. I., & Ferreira, F. A. (2019). To be or not to be digital, that is the question: Firm innovation and performance. *Journal of Business Research*, *101*, 583-590.

Ferreira, N., Potgieter, I. L., & Coetzee, M. (2021). Introductory Chapter: Conceptualising Agile Coping Within the Smart Technological World of Work. In *Agile Coping in the Digital*

Workplace: Emerging Issues for Research and Practice (pp. 1-7). Cham: Springer International Publishing.

Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT sloan management review*, *55*(2), 1.

Fitzsimmons, J. (1994). Information technology and the third industrial revolution. *The Electronic Library*.

Forbes, "Top 10 trends for digital transformation in 2017", Newman, D., 30.06.2016, https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2016/08/30/top-10-trends-for-digital-transformation-in-2017/?sh=206e3b0747a5, (12.06.2023).

Forbes, Leadership, "Driving Growth Through Sustainability: Three Solutions For Brands", Gabriel Tan, 16.05.2023, https://www.forbes.com/sites/forbesbusinessdevelopmentcouncil/2023/05/16/driving-growth-through-sustainability-three-solutions-for-brands/?sh=61638392258e, (16.07.2023).

Forman, J., & Damschroder, L. (2007). Qualitative content analysis. In *Empirical methods for bioethics: A primer* (pp. 39-62). Emerald Group Publishing Limited.

Forster, P. W., & Regan, A. C. (2001). Electronic integration in the air cargo industry: An information processing model of on-time performance. *Transportation Journal*, 46-61.

Foss, N. J., & Saebi, T. (2017). Fifteen years of research on business model innovation: How far have we come, and where should we go?. *Journal of management*, *43*(1), 200-227.

Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, *210*, 15-26.

Fried, H. O., Lovell, C. K., & Schmidt, S. S. (2008). Efficiency and productivity. *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, *3*, 3-91.

Fulceri, C. (2021). Industry 4.0, competences, internationalization. Fre Tor case study.

Furstenau, L. B., Sott, M. K., Kipper, L. M., Machado, E. L., Lopez-Robles, J. R., Dohan, M. S., ... & Imran, M. A. (2020). Link between sustainability and industry 4.0: trends, challenges and new perspectives. *Ieee Access*, *8*, 140079-140096.

Fusch Ph D, P. I., & Ness, L. R. (2015). Are we there yet? Data saturation in qualitative research.

Gajdzik, B., & Wolniak, R. (2022). Smart production workers in terms of creativity and innovation: The implication for open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *8*(2), 68.

Galbreath, J. (2005). Which resources matter the most to firm success? An exploratory study of resource-based theory. *Technovation*, *25*(9), 979-987.

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International journal of information management*, *35*(2), 137-144.

García-Pérez, M. A. (2012). Statistical conclusion validity: Some common threats and simple remedies. *Frontiers in psychology*, *3*, 325.

Gartner, "Analyst answers: The CIO's biggest digital transformation challenges.", Panetta, K., 23.09.2016, https://www.gartner.com/smarterwithgartner/cios-biggest-digital-transformation-challenges, (10.06.2023).

Gębczyńska, M. (2022). Employee Job Satısfactıon in Industry 4.0 Era: Insıghts From The Polısh Smes. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej. Seria Organizacji i Zarzadzanie*, (166).

Gerybadze, A., & Reger, G. (1999). Globalization of R&D: recent changes in the management of innovation in transnational corporations. *Research policy*, *28*(2-3), 251-274.

Geuens, M., & De Pelsmacker, P. (2017). Planning and conducting experimental advertising research and questionnaire design. *Journal of Advertising*, *46*(1), 83-100.

Ghadge, A., Er Kara, M., Moradlou, H., & Goswami, M. (2020). The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *31*(4), 669-686.

Ghasemaghaei, M., Hassanein, K., & Turel, O. (2017). Increasing firm agility through the use of data analytics: The role of fit. *Decision Support Systems*, *101*, 95-105.

Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of manufacturing technology management*.

Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of cleaner production*, *252*, 119869.

Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, *302*, 127052.

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Grybauskas, A., Vilkas, M., & Petraitė, M. (2021). Industry 4.0, innovation, and sustainable development: A systematic review and a roadmap to sustainable innovation. *Business Strategy and the Environment*, *30*(8), 4237-4257.

Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2013). What is sustainability? A review of the concept and its applications. *Integrated reporting: Concepts and cases that redefine corporate accountability*, 21-40.

Glaser, B., & Strauss, A. (2017). *Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Routledge.

Glavič, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of cleaner production*, *15*(18), 1875-1885.

Glistau, E., & Coello Machado, N. I. (2018). Industry 4.0, logistics 4.0 and materials-Chances and solutions. In *Materials Science Forum* (Vol. 919, pp. 307-314). Trans Tech Publications Ltd.

Goel, R., & Gupta, P. (2020). Robotics and industry 4.0. *A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development*, 157-169.

Gokalp, M. O., Kayabay, K., Akyol, M. A., Eren, P. E., & Koçyiğit, A. (2016, December). Big data for industry 4.0: A conceptual framework. In *2016 international conference on computational science and computational intelligence (CSCI)* (pp. 431-434). IEEE.

Golden Gate University Business Library, "Country Research: Emerging Markets", 2023, https://ggu.libguides.com/c.php?g=106866&p=693916 , (29.06.2023).

Goldkuhl, G., & Cronholm, S. (2010). Adding theoretical grounding to grounded theory: Toward multi-grounded theory. *International journal of qualitative methods*, *9*(2), 187-205.

Gökalp, M. O., Gökalp, E., Kayabay, K., Koçyiğit, A., & Eren, P. E. (2021). Data-driven manufacturing: An assessment model for data science maturity. *Journal of Manufacturing Systems*, *60*, 527-546.

Görçün, Ö. F. (2018). Lojistikte Teknoloji Kullanimi ve Robotik Sistemler-Technology Utilization in Logistics and Robotic Systems. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *10*(24), 351-368.

Götz, M., & Jankowska, B. (2017). Clusters and Industry 4.0–do they fit together?. *European Planning Studies*, *25*(9), 1633-1653.

Grabowska, S., & Saniuk, S. (2022). Assessment of the competitiveness and effectiveness of an open business model in the industry 4.0 environment. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *8*(1), 57.

Gray, C. (1999). Clausewitz rules, OK? The future is the past—with GPS. *Review of International Studies*, *25*(5), 161-182.

Grodek-Szostak, Z., Siguencia, L. O., Szelag-Sikora, A., & Marzano, G. (2020, October). The impact of industry 4.0 on the labor market. In *2020 61st International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS)* (pp. 1-5). IEEE.

Gruchmann, T., Pratt, N., Eiten, J., & Melkonyan, A. (2020). 4PL digital business models in sea freight logistics: The case of Freighthub. *Logistics*, *4*(2), 10.

Grybauskas, A., Stefanini, A., & Ghobakhloo, M. (2022). Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature review on the social implications of industry 4.0. *Technology in Society*, 101997.

Grzybowska, K., & Łupicka, A. (2017). Key competencies for Industry 4.0. *Economics & Management Innovations*, *1*(1), 250-253.

Guest, G., Namey, E., & McKenna, K. (2017). How many focus groups are enough? Building an evidence base for nonprobability sample sizes. *Field methods*, *29*(1), 3-22.

Gupta, A., & Singh, S. (2022, April). Application of Industry 4.0 Technologies in Sustaining Supply Chain. In *2022 3rd International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)* (pp. 396-402). IEEE.

Gupta, H., Yadav, A. K., Kusi-Sarpong, S., Khan, S. A., & Sharma, S. C. (2022). Strategies to overcome barriers to innovative digitalisation technologies for supply chain logistics resilience during pandemic. *Technology in Society*, *69*, 101970.

Gurzawska, A., Mäkinen, M., & Brey, P. (2017). Implementation of Responsible Research and Innovation (RRI) practices in industry: Providing the right incentives. *Sustainability*, *9*(10), 1759.

Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2022). Perspectives of cybersecurity for ameliorative Industry 4.0 era: a review-based framework. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application*.

Haralambides, H., & Gujar, G. (2011). The Indian dry ports sector, pricing policies and opportunities for public-private partnerships. *Research in Transportation Economics*, *33*(1), 51-58.

Harrell, M. C., & Bradley, M. (2009). Data collection methods: Semi-structured interviews and focus groups.

Harris, J. M. (2000). Basic principles of sustainable development. *Dimensions of Sustainable Developmnet*, 21-41.

Harrison, T. P., Lee, H. L., Neale, J. J., Lee, H. L., & Whang, S. (2004). E-business and supply chain integration. *The practice of supply chain management: Where theory and application converge*, 123-138.

Harvard Business Review (HBR), Strategic Planning, "Strategy and the Internet", Michael E. Porter, Mart, 2001, https://hbr.org/2001/03/strategy-and-the-internet, (12.06.2023).

Hasnan, N. Z. N., & Yusoff, Y. M. (2018, November). Short review: Application areas of industry 4.0 technologies in food processing sector. In *2018 IEEE student conference on research and development (SCOReD)* (pp. 1-6). IEEE.

Hazen, B. T., & Byrd, T. A. (2012). Toward creating competitive advantage with logistics information technology. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *42*(1), 8-35.

He, C., & Hegarty, M. (2020). How anxiety and growth mindset are linked to navigation ability: Impacts of exploration and GPS use. *Journal of environmental psychology*, *71*, 101475.

He, W., Tan, E. L., Lee, E. W., & Li, T. Y. (2009, September). A solution for integrated track and trace in supply chain based on RFID & GPS. In *2009 IEEE conference on emerging technologies & factory automation* (pp. 1-6). IEEE.

Heavin, C., & Power, D. J. (2018). Challenges for digital transformation–towards a conceptual decision support guide for managers. *Journal of Decision Systems*, *27*(sup1), 38-45.

Henckens, M. L. C. M., Driessen, P. P. J., & Worrell, E. (2014). Metal scarcity and sustainability, analyzing the necessity to reduce the extraction of scarce metals. *Resources, Conservation and recycling*, *93*, 1-8.

Henriette, E., Feki, M., & Boughzala, I. (2015). The shape of digital transformation: a systematic literature review. *MCIS 2015 proceedings*, *10*, 431-443.

Henriette, E., Feki, M., & Boughzala, I. (2016). Digital transformation challenges.

Herzberg, F. I. (1966). Work and the Nature of Man.

Higgins, C., & Ferguson, M. (2011). *An exploration of the freight village concept and its applicability to Ontario*. McMaster Institute for Transportation and Logistics.

Hinterhuber, A. (2022). Digital transformation, the Holy Grail, and the disruption of business models: An interview with Michael Nilles. *Business Horizons*, *65*(3), 261-265.

Hofmann, E., & Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in industry*, *89*, 23-34.

Holmes, J. S., Amin Gutiérrez de Piñeres, S., & Douglas Kiel, L. (2006). Reforming government agencies internationally: is there a role for the balanced scorecard?. *Intl Journal of Public Administration*, *29*(12), 1125-1145.

Horizon, The EU Research and Innovation Magazine, "New materials to make ships more sustainable and less noisy for marine life", By Sandrine Ceurstemont, 13.04.2021, https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/new-materials-make-ships-more-sustainable-and-less-noisy-marine-life, (13.07.2023).

Horst, D. J., Duvoisin, C. A., & de Almeida Vieira, R. (2018). Additive manufacturing at Industry 4.0: a review. *International journal of engineering and technical research*, *8*(8).

Humayun, M. (2021). Industry 4.0 and cyber security issues and challenges. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, *12*(10), 2957-2971.

Huston, J. A. (1966). *The sinews of war: Army logistics, 1775-1953*. Office of the Chief of Military History, United States Army.

Hysong, S. J. (2008). The role of technical skill in perceptions of managerial performance. *Journal of Management Development*, *27*(3), 275-290.

IBM Institute for Business Value, "*Digital transformation, Creating new business models where digital meets physical*", Saul J. Berman and Ragna Bell, 2010, https://www.academia.edu/5372612/IBM_Global_Business_Services_Executive_Report_IBM_Institute_for_Business_Value_Strategy_and_Transformation, (12.06.2023).

İçten, T., & Güngör, B. A. L. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, *5*(2), 111-136.

İşler, F. (2022). Yeşil bilişim farkındalığına yönelik bir karma yöntem araştırması: Konya ili örneği= A mixed method research on green computing awareness: the case of Konya province.

Jackson, R. L., Drummond, D. K., & Camara, S. (2007). What is qualitative research?. *Qualitative research reports in communication*, *8*(1), 21-28.

Jagtap, S., Bader, F., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Fadiji, T., & Salonitis, K. (2020). Food logistics 4.0: Opportunities and challenges. *Logistics*, *5*(1), 2.

Jamwal, A., Agrawal, R., Sharma, M., & Giallanza, A. (2021). Industry 4.0 technologies for manufacturing sustainability: a systematic review and future research directions. *Applied Sciences*, *11*(12), 5725.

Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2022). Artificial Intelligence for Industry 4.0: Systematic Review of Applications, Challenges, and Opportunities. *Expert Systems with Applications*, 119456.

Janicke, M., & Jacob, K. (2013). A third industrial revolution. *Long-term governance for social-ecological change*, 47-71.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, S., & Suman, R. (2021). Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review. *Blockchain: Research and Applications*, *2*(4), 100027.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2021). Significance of sensors for industry 4.0: Roles, capabilities, and applications. *Sensors International*, *2*, 100110.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, S., & Suman, R. (2022). Sustainability 4.0 and its applications in the field of manufacturing. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, *2*, 82-90.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Gonzalez, E. S. (2022). Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, *3*, 203-217.

Javaid, M., Khan, I. H., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2022). Exploring contributions of drones towards Industry 4.0. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application*, *49*(3), 476-490.

Jayarathna, C. P., Agdas, D., & Dawes, L. (2023). Exploring sustainable logistics practices toward a circular economy: A value creation perspective. *Business Strategy and the environment*, *32*(1), 704-720.

Jayashree, S., Reza, M. N. H., Malarvizhi, C. A. N., Gunasekaran, A., & Rauf, M. A. (2022). Testing an adoption model for Industry 4.0 and sustainability: A Malaysian scenario. *Sustainable Production and Consumption*, *31*, 313-330.

Jayawardena, C., Ahmad, A., Valeri, M., & Jaharadak, A. A. (2023). Technology acceptance antecedents in digital transformation in hospitality industry. *International Journal of Hospitality Management*, *108*, 103350.

Jiang, L., Sakhare, S. R., & Kaur, M. (2021). Impact of industrial 4.0 on environment along with correlation between economic growth and carbon emissions. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 1-9.

Kablan, A. (2018). ENDÜSTRİ 4.0,"NESNELERİN İNTERNETİ"-AKILLI İŞLETMELER VE MUHASEBE DENETİMİ. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *23*(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1561-1579.

Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of advanced nursing*, *72*(12), 2954-2965.

Kane, G. C. (2014). The American Red Cross: adding digital volunteers to Its ranks. *MIT Sloan Management Review*, *55*(4), 1.

Kaptein, M., & Wempe, J. (2001). Sustainability management: Balancing conflicting economic, environmental and social corporate responsibilities. *Journal of Corporate Citizenship*, (2), 91-106.

Karaali, C., & Yıldırım, Ö. (1996). Global konum belirleme sistemi (GPS). *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *2*(2), 103-108.

Karabourniotis, D. (2018). Logistics 4.0: technologies, trends, applications and challenges.

Karagül, M., & Dündar, S. (2006). SOSYAL SERMAYE VE BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA. *Akdeniz İİ BF Dergisi*, *6*(12), 61-78.

Karia, N. (2018). How knowledge resource does matter in technology and cost advantages of a firm? Evidence from Malaysian logistics sector. *Asian Journal of Technology Innovation*, *26*(3), 346-368.

Karim, R. A., Adnan, A. H. M., Salim, M. S. A. M., Kamarudin, S., & Zaidi, A. (2020, September). Education innovations through mobile learning technologies for the Industry 4.0 readiness of tertiary students in Malaysia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 917, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.

Karimi, J., & Walter, Z. (2015). The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry. *Journal of Management Information Systems*, *32*(1), 39-81.

Karunarathna, N., Wickramarachchi, R., & Vidanagamachchi, K. (2019, March). A study of the implications of logistics 4.0 in future warehousing: a Sri Lankan perspective. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 1024-1035).

Katz, R. L. (2009). *Skills of an effective administrator*. Harvard Business Review Press.

Kayikci, Y. (2021). Stream processing data decision model for higher environmental performance and resilience in sustainable logistics infrastructure. *Journal of Enterprise Information Management*, *34*(1), 140-167.

Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia manufacturing*, *21*, 782-789.

Kayikci, Y., Subramanian, N., Dora, M., & Bhatia, M. S. (2022). Food supply chain in the era of Industry 4.0: Blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production planning & control*, *33*(2-3), 301-321.

Kerssens-van Drongelen, I. C., & Cooke, A. (1997). Design principles for the development of measurement systems for research and development processes. *R&D Management*, *27*(4), 345-357.

Khalifa, N., Abd Elghany, M., & Abd Elghany, M. (2021). Exploratory research on digitalization transformation practices within supply chain management context in developing countries specifically Egypt in the MENA region. *Cogent Business & Management*, *8*(1), 1965459.

Khan, M., Wu, X., Xu, X., & Dou, W. (2017, May). Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. In *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)* (pp. 1-6). IEEE.

Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S. (2021). Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, *30*(8), 4001-4014.

Khan, S., Singh, R., Sá, J. C., Santos, G., & Ferreira, L. P. (2022). Modelling of Determinants of Logistics 4.0 Adoption: Insights from Developing Countries. *Machines*, *10*(12), 1242.

Kiraz, A., Canpolat, O., Özkurt, C., & Taşkın, H. (2020). Analysis of the factors affecting the Industry 4.0 tendency with the structural equation model and an application. *Computers & Industrial Engineering*, *150*, 106911.

Kirk, J., & Miller, M. L. (1986). *Reliability and validity in qualitative research* (Vol. 1). Sage.

Kitchin, R., & McArdle, G. (2016). What makes Big Data, Big Data? Exploring the ontological characteristics of 26 datasets. *Big Data & Society*, *3*(1), 2053951716631130.

Konopik, J., Jahn, C., Schuster, T., Hoßbach, N., & Pflaum, A. (2022). Mastering the digital transformation through organizational capabilities: A conceptual framework. *Digital Business*, *2*(2), 100019.

KOSGEB, "Kobi Tanımı Güncellendi!", 18.03.2022, https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/detay/8173/kobi-tanimi-guncellendi (22.09.2023).

Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig-Tierno, N. (2021). Digital transformation: An overview of the current state of the art of research. *Sage Open*, *11*(3), 21582440211047576.

Krstić, M., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., & Tadić, S. (2022). Logistics 4.0 toward circular economy in the agri-food sector. *Sustainable Futures*, *4*, 100097.

Kucukaltan, B., Saatcioglu, O. Y., Irani, Z., & Tuna, O. (2022). Gaining strategic insights into Logistics 4.0: expectations and impacts. *Production Planning & Control*, *33*(2-3), 211-227.

Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is sustainability?. *Sustainability*, *2*(11), 3436-3448.

Kwiotkowska, A., & Gębczyńska, M. (2022). Job satisfaction and work characteristics combinations in Industry 4.0 environment—Insight from the Polish SMEs in the Post–Pandemic era. *Sustainability*, *14*(20), 12978.

Laney, D. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *META group research note*, *6*(70), 1.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, *6*(4), 239-242.

Latorella, K. A., & Prabhu, P. V. (2017). A review of human error in aviation maintenance and inspection. *Human Error in Aviation*, 521-549.

Leão, P., & da Silva, M. M. (2021). Impacts of digital transformation on firms' competitive advantages: A systematic literature review. *Strategic Change*, *30*(5), 421-441.

Lederman, D., & Maloney, W. F. (2003). R&D and development. *Available at SSRN 402480*.

Lee, C. C., Zhang, J., & Hou, S. (2023). The impact of regional renewable energy development on environmental sustainability in China. *Resources Policy*, *80*, 103245.

Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, *18*, 20-23.

Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. (2003). The technology acceptance model: Past, present, and future. *Communications of the Association for information systems*, *12*(1), 50.

Legris, P., Ingham, J., & Collerette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & management*, 40(3), 191-204.

Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of marketing*, *80*(6), 69-96.

Lewis, B. R., & Mitchell, V. W. (1990). Defining and measuring the quality of customer service. *Marketing intelligence & planning*, *8*(6), 11-17.

Lezzi, M., Lazoi, M., & Corallo, A. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework. *Computers in Industry*, *103*, 97-110.

Li, Z. P., Kamkankaew, P., & Limpiaongkhanan, P. (2023). An Empirical Study on the Technology Acceptance Model (TAM) of Meituan Application in Kunming, China. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 3(4), 183-194.

Liang, X., Goh, H. H., Kurniawan, T. A., Zhang, D., Dai, W., Liu, H., ... & Goh, K. C. (2022). Utilizing landfill gas (LFG) to electrify digital data centers in China for accelerating energy transition in Industry 4.0 era. *Journal of Cleaner Production*, *369*, 133297.

Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, *55*(12), 3609-3629.

Lin, L. C. (2009). An integrated framework for the development of radio frequency identification technology in the logistics and supply chain management. *Computers & Industrial Engineering*, *57*(3), 832-842.

Lindner, J. R. (1998). Understanding employee motivation. *Journal of extension*, *36*(3), 1-8.

Lipsey, R. E. (2001). Interpreting developed countries' foreign direct investment. In *Investing Today for the World of Tomorrow: Studies on the investment process in Europe* (pp. 285-325). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Liu, H., Ke, W., Wei, K. K., & Hua, Z. (2013). The impact of IT capabilities on firm performance: The mediating roles of absorptive capacity and supply chain agility. *Decision support systems*, *54*(3), 1452-1462.

Loebbecke, C., & Picot, A. (2015). Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, *24*(3), 149-157.

Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Jabbour, C. J. C., Godinho Filho, M., & Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. *Annals of Operations Research*, *270*, 273-286.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of industrial information integration*, *6*, 1-10.

Lummus, R. R., & Vokurka, R. J. (1999). Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. *Industrial management & data systems*.

Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, *117*, 168-179.

Maiboroda, O., Bezuhla, L., Gukaliuk, A., Shymanska, V., Momont, T., & Ilchenko, T. (2021). Assessment of perspective development of transport and logistics systems at macro and micro level under the conditions of Industry 4.0 integration.

Malik, N., Tripathi, S. N., Kar, A. K., & Gupta, S. (2021). Impact of artificial intelligence on employees working in industry 4.0 led organizations. *International Journal of Manpower*, *43*(2), 334-354.

Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & industrial engineering*, *127*, 925-953.

Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal access in the information society*, *14*, 81-95.

Maria, A. (1997, December). Introduction to modeling and simulation. In *Proceedings of the 29th conference on Winter simulation* (pp. 7-13).

Marcon, É., Le Dain, M. A., & Frank, A. G. (2022). Designing business models for Industry 4.0 technologies provision: Changes in business dimensions through digital transformation. *Technological Forecasting and Social Change*, *185*, 122078.

Markov, K., & Vitliemov, P. (2020, June). Logistics 4.0 and supply chain 4.0 in the automotive industry. In *IOP conference series: Materials Science and Engineering* (Vol. 878, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.

Markus, M. L., & Robey, D. (1988). Information technology and organizational change: Causal structure in theory and research. *Management science*, *34*(5), 583-598.

Maroufkhani, P., Wagner, R., Wan Ismail, W. K., Baroto, M. B., & Nourani, M. (2019). Big data analytics and firm performance: A systematic review. *Information*, *10*(7), 226.

Masoudinejad, M., Ramachandran Venkatapathy, A. K., Emmerich, J., & Riesner, A. (2017). Smart sensing devices for logistics application. In *Sensor Systems and Software: 7th International Conference, S-Cube 2016, Sophia Antipolis, Nice, France, December 1-2, 2016, Revised Selected Papers* (pp. 41-52). Springer International Publishing.

Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*, *57*(5), 339-343.

Maxwell, J. A. (2012). *Qualitative research design: An interactive approach*. Sage publications.

Mayer-Schonberger, V., & Cukier, K. (2013). Big data: A revolution that will change how we live. *Work and Think. London: John Murray*.

McKenzie, S. (2004). Social sustainability: towards some definitions.

Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental impact assessment review*, *18*(6), 493-520.

Meidute, I. (2005). Comparative analysis of the definitions of logistics centres. *Transport*, *20*(3), 106-110.

Meidute-Kavaliauskiene, I., Yıldız, B., Çiğdem, Ş., & Činčikaitė, R. (2021). An integrated impact of blockchain on supply chain applications. *Logistics*, *5*(2), 33.

Metz, D., Ilieș, L., & Nistor, R. L. (2020). The impact of organizational culture on customer service effectiveness from a sustainability perspective. *Sustainability*, *12*(15), 6240.

Microsoft, Corporate Social Responsibility, "Our commitments", 2022, https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility, (14.07.2023).

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, *77*(12), 1321-1329.

Milinković, A., Milinković, S., & Lazić, L. (2014, November). Some experiences in building IoT platform. In *2014 22nd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)* (pp. 1138-1141). IEEE.

Mirashe, S. P., & Kalyankar, N. V. (2010). Cloud computing. *arXiv preprint arXiv:1003.4074*.

Mirčetić, D., Nikoličić, S., & Maslarić, M. (2014, January). Logistic centers: Literature review and papers classification. In *The Fifth International Conference Transport and Logistics*.

Misra, S., Roy, C., & Mukherjee, A. (2021). *Introduction to industrial internet of things and industry 4.0*. CRC Press.

Missimer, M. (2013). *The social dimension of strategic sustainable development* (Doctoral dissertation, Blekinge Institute of Technology).

Missimer, M., Robèrt, K. H., & Broman, G. (2017). A strategic approach to social sustainability–Part 1: exploring the social system. *Journal of cleaner production*, *140*, 32-41.

Mithas, S., Tafti, A., & Mitchell, W. (2013). How a firm's competitive environment and digital strategic posture influence digital business strategy. *MIS quarterly*, 511-536.

Modelry, 26.03.2021, "6 examples of eCommerce brands enjoying the benefits of 3D and AR technology", https://www.modelry.ai/blog/6-brands-implementing-3d-ar-in-their-marketing-strategy, (30.05.2023).

Mohamed, N., & Al-Jaroodi, J. (2019, January). Applying blockchain in industry 4.0 applications. In *2019 IEEE 9th annual computing and communication workshop and conference (CCWC)* (pp. 0852-0858). IEEE.

Mokyr, J., & Strotz, R. H. (1998). The second industrial revolution, 1870-1914. *Storia dell'economia Mondiale*, *21945*(1).

Molano, J. I. R., Lovelle, J. M. C., Montenegro, C. E., Granados, J. J. R., & Crespo, R. G. (2018). Metamodel for integration of internet of things, social networks, the cloud and industry 4.0. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*, *9*, 709-723.

Molino, M., Cortese, C. G., & Ghislieri, C. (2020). The promotion of technology acceptance and work engagement in industry 4.0: From personal resources to information and training. *International journal of environmental research and public health*, *17*(7), 2438.

Moon, M. D. (2019). Triangulation: A method to increase validity, reliability, and legitimation in clinical research. *Journal of emergency nursing*, *45*(1), 103-105.

Morakanyane, R., Grace, A. A., & O'Reilly, P. (2017). Conceptualizing Digital Transformation in Business Organizations: A Systematic Review of Literature. *Bled eConference*, *21*.

Morakanyane, R., O'Reilly, P., McAvoy, J., & Grace, A. (2020). Determining digital transformation success factors.

Moreno-Vozmediano, R., Montero, R. S., & Llorente, I. M. (2012). Key challenges in cloud computing: Enabling the future internet of services. *IEEE internet Computing*, *17*(4), 18-25.

Moreno-Jacobo, D., Toledo-Nin, G., Ochoa-Zezzatti, A., Torres, V., & Estrada-Otero, F. (2021). Evaluation of drones for inspection and control in industry 4.0. *Technological and Industrial Applications Associated with Intelligent Logistics*, 579-595.

Morgan Stanley Capital International (MSCI), "Emerging Markets Indexes", March 2023, https://www.msci.com/our-solutions/indexes/emerging-markets, (29.06.2023).

Moshed, A., Sarkar, M. K. I., & Khaleque, M. A. (2017). The Application of nanotechnology in medical sciences: new horizon of treatment. *American Journal of Biomedical Sciences*, *9*(1), 1-14.

Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological forecasting and social change*, *132*, 2-17.

Müller, J. M., & Däschle, S. (2018). Business model innovation of industry 4.0 solution providers towards customer process innovation. *Processes*, *6*(12), 260.

Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., & Popp, J. (2018). The role and impact of Industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value chain—the case of Hungary. *Sustainability*, *10*(10), 3491.

Nakata, C., & Weidner, K. (2012). Enhancing new product adoption at the base of the pyramid: A contextualized model. *Journal of Product Innovation Management*, *29*(1), 21-32.

Nangoy, R., Mursitama, T., Setiadi, N., & Pradipto, Y. (2020). Creating sustainable performance in the fourth industrial revolution era: The effect of employee's work well-being on job performance. *Management Science Letters*, *10*(5), 1037-1042.

Nara, E. O. B., da Costa, M. B., Baierle, I. C., Schaefer, J. L., Benitez, G. B., do Santos, L. M. A. L., & Benitez, L. B. (2021). Expected impact of industry 4.0 technologies on sustainable development: A study in the context of Brazil's plastic industry. *Sustainable Production and Consumption*, *25*, 102-122.

Nascimento, D. L. M., Alencastro, V., Quelhas, O. L. G., Caiado, R. G. G., Garza-Reyes, J. A., Rocha-Lona, L., & Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *30*(3), 607-627.

Nason, R. S., & Wiklund, J. (2018). An assessment of resource-based theorizing on firm growth and suggestions for the future. *Journal of management*, *44*(1), 32-60.

Nasrollahi, Z., Hashemi, M. S., Bameri, S., & Mohamad Taghvaee, V. (2020). Environmental pollution, economic growth, population, industrialization, and technology in weak and strong sustainability: using STIRPAT model. *Environment, Development and Sustainability*, *22*, 1105-1122.

NAVEENKUMAR, K. What is Artificial Intelligence?. *"Success is no accident. It is hard work, perseverance, learning, studying, sacrifice and most of all, love of what you are doing or learning to do".*, 82.

Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design: a literature review and research agenda. *International journal of operations & production management*, *15*(4), 80-116.

Negrutiu, C., Vasiliu, C., & Enache, C. (2020). Sustainable entrepreneurship in the transport and retail supply chain sector. *Journal of Risk and Financial Management*, *13*(11), 267.

Nick, G., Szaller, Á., Bergmann, J., & Várgedő, T. (2019). Industry 4.0 readiness in Hungary: model, and the first results in connection to data application. *IFAC-PapersOnLine*, *52*(13), 289-294.

Nour, R. (2022). Enhancing the Logistics 4.0 Firms through Information Technology. *Sustainability*, *14*(23), 15860.

Nummelin, S., Kommeri, J., Kostiainen, M. A., & Linko, V. (2018). Evolution of structural DNA nanotechnology. *Advanced Materials*, *30*(24), 1703721.

Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Martínez-Jurado, P. J. (2020). Information and digital technologies of Industry 4.0 and Lean supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, *58*(16), 5034-5061.

Nwankpa, J. K., & Roumani, Y. (2016). IT capability and digital transformation: A firm performance perspective.

Obermayer, N., Csizmadia, T., & Hargitai, D. M. (2022). Influence of Industry 4.0 technologies on corporate operation and performance management from human aspects. *Meditari Accountancy Research*, *30*(4), 1027-1049.

Occhiuzzi, C., Amendola, S., Nappi, S., D'Uva, N., & Marrocco, G. (2019, September). RFID technology for industry 4.0: Architectures and challenges. In *2019 IEEE international conference on RFID technology and applications (RFID-TA)* (pp. 181-186). IEEE.

OECD, "Climate Action, Explore policy solutions by key economic sector", https://www.oecd.org/stories/climate-action/key-sectors/, (13.07.2023).

Ojeda Larrosa, N. M. (2021). *LogTechs in Brazil: how logistics start-ups are applying Industry 4.0 technologies: a multi-case study* (Doctoral dissertation).

Oláh, J., Aburumman, N., Popp, J., Khan, M. A., Haddad, H., & Kitukutha, N. (2020). Impact of Industry 4.0 on environmental sustainability. *Sustainability*, *12*(11), 4674.

Oláh, J., Nestler, S., Nobel, T., & Popp, J. (2018). International characteristics of the macro-logistics system of freight villages. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, *46*(4), 194-200.

Oláh, J., Nestler, S., Nobel, T., & Popp, J. (2021). Evolution of Freight Villages and Dry Ports from the macro logistics perspective European Benchmarking 2020. *PERIODICA POLYTECHNICA-TRANSPORTATION ENGINEERING*, 1-15.

Oleśków-Szłapka, J., & Stachowiak, A. (2019). The framework of logistics 4.0 maturity model. In *Intelligent systems in production engineering and maintenance* (pp. 771-781). Springer International Publishing.

Olsen, T. L., & Tomlin, B. (2020). Industry 4.0: Opportunities and challenges for operations management. *Manufacturing & Service Operations Management*, *22*(1), 113-122.

Onions, C. T. (1964). The shorter Oxford English dictionary. *Oxford: Clarendon Press*,

2095.

Opazo-Basáez, M., Vendrell-Herrero, F., Bustinza, O. F., & Marić, J. (2022). Global value chain breadth and firm productivity: the enhancing effect of Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *33*(4), 785-804.

Opoku, M. O., & Francis, E. K. (2019). Relevance of the technology acceptance model (TAM) in information management research: A review of selected empirical evidence. *Research journal of business and management*, *7*(1), 34-44.

Opp, S. M. (2017). The forgotten pillar: a definition for the measurement of social sustainability in American cities. *Local environment*, *22*(3), 286-305.

Opp, S. M., & Osgood Jr, J. L. (2013). *Local economic development and the environment: Finding common ground*. CRC Press.

Osmundsen, K., Iden, J., & Bygstad, B. (2018, September). Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications. In *MCIS* (p. 37).

Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarları*. Pusula.

Özgüven, M. M., Altaş, Z., Güven, D., & Arif, Ç. A. M. Tarımda Drone Kullanımı ve Geleceği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *12*(1), 64-83.

Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *21*(1), 41-64.

Paelke, V. (2014, September). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. In *Proceedings of the 2014 IEEE emerging technology and factory automation (ETFA)* (pp. 1-4). IEEE.

Pardhi, A. P. A Study on Correlation Between Employee Motivation & Organisations Output & Profitability. *Financial Management & Marketing Management*, 32.

Parhi, S., Joshi, K., Gunasekaran, A., & Sethuraman, K. (2022). Reflecting on an empirical study of the digitalization initiatives for sustainability on logistics: The concept of sustainable logistics 4.0. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, *4*, 100058.

Parisi, C., Vigani, M., & Rodríguez-Cerezo, E. (2015). Agricultural nanotechnologies: what are the current possibilities?. *Nano Today*, *10*(2), 124-127.

Park, I., Kim, D., Moon, J., Kim, S., Kang, Y., & Bae, S. (2022). Searching for new technology acceptance model under social context: analyzing the determinants of acceptance of intelligent information technology in digital transformation and implications for the requisites of digital sustainability. *Sustainability*, *14*(1), 579.

Papetti, A., Pandolfi, M., Peruzzini, M., & Germani, M. (2020). A framework to promote social sustainability in industry 4.0. *International Journal of Agile Systems and Management*, *13*(3), 233-257.

Pathak, V., Jena, B., & Kalra, S. (2013). Qualitative research. *Perspectives in clinical research*, *4*(3), 192.

Patsavellas, J., & Salonitis, K. (2019). The carbon footprint of manufacturing digitalization: Critical literature review and future research agenda. *Procedia Cirp*, *81*, 1354-1359.

Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation* (No. 4). Sage.

PELİT, İ. (2023). Türkiye'nin Lojistik Performans Endeksinin İncelenmesi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, *9*(1), 37-49.

Pham, T. B. N. (2008). *Intra-organizational knowledge transfer process in Vietnam's information technology companies* (Doctoral dissertation, Université de Fribourg).

Piccarozzi, M., Silvestri, C., Aquilani, B., & Silvestri, L. (2022). Is this a new story of the 'Two Giants'? A systematic literature review of the relationship between industry 4.0, sustainability and its pillars. *Technological Forecasting and Social Change*, *177*, 121511.

Pinzone, M., Fantini, P., Perini, S., Garavaglia, S., Taisch, M., & Miragliotta, G. (2017). Jobs and skills in Industry 4.0: An exploratory research. In *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, September 3-7, 2017, Proceedings, Part I* (pp. 282-288). Springer International Publishing.

Pires, F., Cachada, A., Barbosa, J., Moreira, A. P., & Leitão, P. (2019, July). Digital twin in industry 4.0: Technologies, applications and challenges. In *2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)* (Vol. 1, pp. 721-726). IEEE.

Pivoto, D. G., de Almeida, L. F., da Rosa Righi, R., Rodrigues, J. J., Lugli, A. B., & Alberti, A. M. (2021). Cyber-physical systems architectures for industrial internet of things applications in Industry 4.0: A literature review. *Journal of manufacturing systems*, *58*, 176-192.

PK, F. A. (1984). What is Artificial Intelligence?. *"Success is no accident. It is hard work, perseverance, learning, studying, sacrifice and most of all, love of what you are doing or learning to do"*., 65.

Posselt, T., & Gerstner, E. (2005). Pre-sale vs. post-sale e-satisfaction: Impact on repurchase intention and overall satisfaction. *Journal of Interactive Marketing*, *19*(4), 35-47.

Post, H. (2016). The lengthy history of augmented reality. *Huffingtonpost. com*.

Powers, R., Etezadi-Amoli, M., Arnold, E. M., Kianian, S., Mance, I., Gibiansky, M., & Ullal, A. V. (2021). Smartwatch inertial sensors continuously monitor real-world motor fluctuations in Parkinson's disease. *Science translational medicine*, *13*(579), eabd7865.

Pratelli, A., Van Duin, R., Souleyrette, R., Bianchini, B., Marigo, D., Brocchini, L., & Teng, W. (2021). Dry port network model: Best practices in the EU with notes from the USA. *International Journal of Transport Development and Integration*, *5*(3), 217-230.

Preradovic, S., Karmakar, N. C., & Balbin, I. (2008). RFID transponders. *IEEE microwave magazine*, *9*(5), 90-103.

Rácz-Szabó, A., Ruppert, T., Bántay, L., Löcklin, A., Jakab, L., & Abonyi, J. (2020). Real-time locating system in production management. *Sensors*, *20*(23), 6766.

Radanliev, P., De Roure, D., Nurse, J. R., Nicolescu, R., Huth, M., Cannady, S., & Montalvo, R. M. (2018, March). Integration of cyber security frameworks, models and approaches for building design principles for the internet-of-things in industry 4.0. In *Living in the Internet of Things: Cybersecurity of the IoT-2018* (pp. 1-6). IET.

Radanliev, P., De Roure, D., Nicolescu, R., & Huth, M. (2019). A reference architecture for integrating the Industrial Internet of Things in the Industry 4.0. *University of Oxford combined working papers and project reports prepared for the PETRAS National Centre of Excellence and the Cisco Research Centre. https://doi. org/10.13140/RG*, *2*(26854.47686).

Radivojević, G., & Milosavljević, L. (2019, May). The concept of logistics 4.0. In *4th Logistics International Conference* (pp. 23-25).

Rahman, M., Kamal, M. M., Aydin, E., & Haque, A. U. (2022). Impact of Industry 4.0 drivers on the performance of the service sector: comparative study of cargo logistic firms in developed and developing regions. *Production Planning & Control*, *33*(2-3), 228-243.

Rahman, N. S. F. A., Hamid, A. A., Lirn, T. C., Al Kalbani, K., & Sahin, B. (2022). The Adoption of Industry 4.0 Practices by the Logistics Industry: A Systematic REVIEW of the Gulf Region. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 100085.

Rahmani, F., & Leifels, K. (2018). Abductive grounded theory: a worked example of a study in construction management. *Construction management and economics*, *36*(10), 565-583.

Rajnai, Z., & Kocsis, I. (2017, September). Labor market risks of industry 4.0, digitization, robots and AI. In *2017 IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)* (pp. 000343-000346). IEEE.

Ramadan, M., Shuqqo, H., Qtaishat, L., Asmar, H., & Salah, B. (2020). Sustainable competitive advantage driven by big data analytics and innovation. *Applied Sciences*, *10*(19), 6784.

Rassameethes, B., Phusavat, K., Pastuszak, Z., Hidayanto, A. N., & Majava, J. (2021). From training to learning: Transition of a workplace for industry 4.0. *Human Systems Management*, *40*(6), 777-787.

Raza, S., Faheem, M., & Guenes, M. (2019). Industrial wireless sensor and actuator networks in industry 4.0: Exploring requirements, protocols, and challenges—A MAC survey. *International Journal of Communication Systems*, *32*(15), e4074.

Rees, W. E. (2002). Globalization and sustainability: Conflict or convergence?. *Bulletin of Science, Technology & Society*, *22*(4), 249-268.

Reis, J. Z., & Gonçalves, R. F. (2018). The role of internet of services (IoS) on industry 4.0 through the service oriented architecture (SOA). In *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Seoul, Korea, August 26-30, 2018, Proceedings, Part II* (pp. 20-26). Springer International Publishing.

Robert, M., Giuliani, P., & Gurau, C. (2022). Implementing industry 4.0 real-time performance management systems: the case of Schneider Electric. *Production Planning & Control*, *33*(2-3), 244-260.

Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. *International Journal of Production Research*, *58*(6), 1644-1661.

Ruslin, R., Mashuri, S., Rasak, M. S. A., Alhabsyi, F., & Syam, H. (2022). Semi-structured Interview: A methodological reflection on the development of a qualitative research instrument in educational studies. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, *12*(1), 22-29.

Sachdeva, S., & Zhao, J. (2021). Distinct impacts of financial scarcity and natural resource scarcity on sustainable choices and motivations. *Journal of Consumer Behaviour*, *20*(2), 203-217.

Saebi, T., & Foss, N. J. (2015). Business models for open innovation: Matching heterogeneous open innovation strategies with business model dimensions. *European Management Journal*, *33*(3), 201-213.

Saebi, T., Lien, L., & Foss, N. J. (2017). What drives business model adaptation? The impact of opportunities, threats and strategic orientation. *Long range planning*, *50*(5), 567-581.

Sağlam, M. (2021). İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşüm Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *20*(40), 395-420.

Sajjad, A., & Shahbaz, W. (2020). Mindfulness and social sustainability: An integrative review. *Social Indicators Research*, *150*(1), 73-94.

Sakalasooriya, N. (2021). Conceptual analysis of sustainability and sustainable development. *Open Journal of Social Sciences*, *9*(03), 396.

Sandhu, S., McKenzie, S., & Harris, H. (Eds.). (2014). *Linking local and global sustainability* (Vol. 4). Springer.

Sarı, M. E., (2020). Endüstri 4.0 - Teknoloji ve Üretim Yönetimi. *Nobel Bilimsel Eserler*.

Sarkis, J., Helms, M. M., & Hervani, A. A. (2010). Reverse logistics and social sustainability. *Corporate social responsibility and environmental management*, *17*(6), 337-354.

Sartori, S., Latrônico, F., & Campos, L. (2014). Sustainability and sustainable development: a taxonomy in the field of literature. *Ambiente & sociedade*, *17*, 01-22.

Säther, J. K. (2021). Automated vehicles on airports: A case study of process challenges and opportunities in developing employee acceptance.

Savy, M. (2016). Logistics as a political issue. *Transport Reviews*, *36*(4), 413-417.

Sayın, A. A. Lojistik 4.0-Endüstri 4.0 İlişkisi. *Research in Education and Social Sciences*, 19.

Schallock, B., Rybski, C., Jochem, R., & Kohl, H. (2018). Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training. *Procedia manufacturing*, *23*, 27-32.

Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*. Optimist Yayın Grubu.

Schnasse, F., Menzefricke, J. S., & Dumitrescu, R. (2021, April). Identification of Socio-Technical Risks and Their Correlations in the Context of Digital Transformation for the Manufacturing Sector. In *2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)* (pp. 159-166). IEEE.

Senvar, O., & Akkartal, E. (2018). An overview to industry 4.0. *International Journal of Information, Business and Management*, *10*(4), 50-57.

Sevindi, C. (2005). Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) ve Coğrafya Araştırmalarında Kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, *3*(1), 101-112.

Seyhan, Ç. (2019). *Lojistik 4.0: Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne uyarlanması üzerine bir araştırma* (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

Seyman, M. C. (2010). *Çift duvarlı karbon nanotüplerin incelenmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Shah, S., Logiotatopouloh, I., & Menon, S. (2019). Industry 4.0 and autonomous transportation: the impacts on supply chain management. *International Journal of Transportation Systems*, *4*.

Shahbakhsh, M., Emad, G. R., & Cahoon, S. (2022). Industrial revolutions and transition of the maritime industry: The case of Seafarer's role in autonomous shipping. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, *38*(1), 10-18.

Shahzad, I., & Bhatti, K. (2008). Antecedents of compensation and relationship among compensation, motivation, and organizational profitability. *The Business Review, Cambridge*, *10*(2), 236-247.

Sharma, A., & Singh, B. J. (2020). Evolution of industrial revolutions: A review. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, *9*(11), 66-73.

Sharma, A. K., Bhandari, R., Pinca-Bretotean, C., Sharma, C., Dhakad, S. K., & Mathur, A. (2021). A study of trends and industrial prospects of Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, *47*, 2364-2369.

Sharma, A., Mehtab, R., Mohan, S., & Mohd Shah, M. K. (2022). Augmented reality–an important aspect of Industry 4.0. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application*, *49*(3), 428-441.

Sharma, V., Raut, R. D., Hajiaghaei-Keshteli, M., Narkhede, B. E., Gokhale, R., & Priyadarshinee, P. (2022). Mediating effect of industry 4.0 technologies on the supply chain management practices and supply chain performance. *Journal of Environmental Management*, *322*, 115945.

Sheehy, B., & Farneti, F. (2021). Corporate social responsibility, sustainability, sustainable development and corporate sustainability: What is the difference, and does it matter?. *Sustainability*, *13*(11), 5965.

Sheffi, Y., & Klaus, P. (1997, October). Logistics at large: jumping the barriers of the logistics function. In *Proceedings of the Twenty-sixth Annual Transportation and Logistics Educators Conference* (No. October, pp. 1-26). The Ohio State University, Chicago, Illinois.

Sheridan, T. B. (2008). Risk, human error, and system resilience: fundamental ideas. *Human factors*, *50*(3), 418-426.

Shet, S. V., & Pereira, V. (2021). Proposed managerial competencies for Industry 4.0–Implications for social sustainability. *Technological Forecasting and Social Change*, *173*, 121080.

Shih, W. (2016). Building the Digital Manufacturing Enterprise of the Future Siemens. *Case study*, 9-616.

Shore, B. (2001). Information sharing in global supply chain systems. *Journal of Global Information Technology Management*, *4*(3), 27-50.

Sigalas, C. (2015). Competitive advantage: the known unknown concept. *Management Decision*, *53*(9), 2004-2016.

Sikdar, S. K. (2003). Sustainable development and sustainability metrics. *AIChE journal*, *49*(8), 1928-1932.

Silverman, D. (2011). A guide to the principles of qualitative research.

Sima, V., Gheorghe, I. G., Subić, J., & Nancu, D. (2020). Influences of the industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review. *Sustainability*, *12*(10), 4035.

Singh, S., Sharma, M., & Dhir, S. (2021). Modeling the effects of digital transformation in Indian manufacturing industry. *Technology in Society*, *67*, 101763.

Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S., Jennehag, U., & Gidlund, M. (2018). Industrial internet of things: Challenges, opportunities, and directions. *IEEE transactions on industrial informatics*, *14*(11), 4724-4734.

Skiba, S., & Karaś, A. (2022). The changing role of a freight forwarder in modern supply chains.

Skinner, D., Tagg, C., & Holloway, J. (2000). Managers and research: the pros and cons of qualitative approaches. *Management learning*, *31*(2), 163-179.

Sony, S., Laventure, S., & Sadhu, A. (2019). A literature review of next-generation smart sensing technology in structural health monitoring. *Structural Control and Health Monitoring*, *26*(3), e2321.

Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 43-57.

Speringer, M., & Schnelzer, J. (2019). Differentiation of Industry 4.0 models. *The 4th Industrial Revolution from Different Regional Perspectives in the Global North and Global South*.

Sreedevi, R., & Saranga, H. (2017). Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation. *International Journal of Production Economics*, *193*, 332-342.

Standàr, A. (2022). Competence development from an institutional perspective in the light of Industry 4.0-A qualitative study in the industry sector.

Stello, C. M. (2011). Herzberg's two-factor theory of job satisfaction: An integrative literature review. In *Unpublished paper presented at the 2011 student research conference: Exploring opportunities in research, policy, and practice, University of Minnesota Department of Organizational Leadership, Policy and Development, Minneapolis, MN*.

Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., & Kohl, H. (2018). Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, *118*, 254-267.

Strandhagen, J. O., Vallandingham, L. R., Fragapane, G., Strandhagen, J. W., Stangeland, A. B. H., & Sharma, N. (2017). Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. *Advances in Manufacturing*, *5*, 359-369.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research techniques.

Sumer, B. (2018). Impact of Industry 4.0 on occupations and employment in Turkey. *European Scientific Journal, 14*(10), 1-17.

Sun, X., Yu, H., Solvang, W. D., Wang, Y., & Wang, K. (2021). The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: A systematic literature review (2012–2020) to explore future research opportunities. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-32.

Supply Chain Game Changer, "Climate Impacts on Logistics and Supply Chain", 01.07.2023, https://supplychaingamechanger.com/climate-impacts-on-logistics-and-supply-chain/, (13.07.2023).

Swain, J. J. (2015). Discrete event simulation software tools: A better reality. *OR/MS Today*, *40*(5), 48-59.

Syed, S., & Tollamadugu, N. P. (2019). Role of plant growth-promoting microorganisms as a tool for environmental sustainability. In *Recent developments in applied microbiology and biochemistry* (pp. 209-222). Academic Press.

Szymańska, O., Adamczak, M., & Cyplik, P. (2017). Logistics 4.0-a new paradigm or set of known solutions?. *Research in Logistics & Production*, *7*.

Şahin, M. (2018). Drone Gazeteciliğinin Haber Değerine Katkısı ve Türkiye Pratiği. *Journal of Communication Theory & Research/Iletisim Kuram ve Arastirma Dergisi*, (47).

Şimşek, T., Öner, M. A., Kunday, Ö., & Olcay, G. A. (2021). A journey towards a digital platform business model: A case study in a global tech-company. *Technological Forecasting and Social Change*, 121372.

Taherdangkoo, M., Ghasemi, K., & Beikpour, M. (2017). The role of sustainability environment in export marketing strategy and performance: a literature review. *Environment, Development and Sustainability*, *19*(5), 1601-1629.

Tang, C. S., & Veelenturf, L. P. (2019). The strategic role of logistics in the industry 4.0 era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *129*, 1-11.

Tang, D. (2021). What is digital transformation?. *EDPACS*, *64*(1), 9-13.

Tang, S., Wang, Z., Yang, G., & Tang, W. (2020). What are the implications of globalization on sustainability?—A comprehensive study. *Sustainability*, *12*(8), 3411.

Tang, Y. M., Chau, K. Y., Fatima, A., & Waqas, M. (2022). Industry 4.0 technology and circular economy practices: business management strategies for environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(33), 49752-49769.

Tang, Y. M., Chau, K. Y., Kuo, W. T., & Liu, X. X. (2023). IoT-Based Information System on Cold-Chain Logistics Service Quality (ICCLSQ) Management in Logistics 4.0. *Information Systems Frontiers*, 1-20.

Tangen, S. (2002, December). Understanding the concept of productivity. In *Proceedings of the 7th Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, Taipei* (pp. 18-20).

Tapia-Andino, G. F., & Barcellos-Paula, L. (2023). Mediating effect of the adoption of industry 4.0 technologies on the relationship between job involvement and job performance of millennials. *Administrative Sciences*, *13*(7), 159.

Thames, L., & Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. *Procedia cirp*, *52*, 12-17.

Thames, L., & Schaefer, D. (2017). Cybersecurity for Industry 4.0 and advanced manufacturing environments with ensemble intelligence. *Cybersecurity for Industry 4.0: Analysis for Design and Manufacturing*, 243-265.

The World Bank, "Logistics performance index: Overall (1=low to 5=high) – Turkiye", 2024, https://lpi.worldbank.org/international/global, (20.01.2024).

Thilmany, J. (2017). Digital world spawns identical twins. *Mechanical Engineering*, *139*(10), 32-37.

Thomas, P. C., & David, W. M. (1992, January). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Hawaii international conference on system sciences* (Vol. 2). ACM SIGCHI Bulletin.

Tiersky, H. (2017). 5 top challenges to digital transformation in the enterprise. *CIO*, 1-6.

Tirabeni, L., De Bernardi, P., Forliano, C., & Franco, M. (2019). How can organisations and business models lead to a more sustainable society? A framework from a systematic review of the industry 4.0. *Sustainability*, *11*(22), 6363.

Tiwana, A. (2015). Platform desertion by app developers. *Journal of Management Information Systems*, *32*(4), 40-77.

Toktaş-Palut, P. (2022). Analyzing the effects of Industry 4.0 technologies and coordination on the sustainability of supply chains. *Sustainable Production and Consumption*, *30*, 341-358.

Torn, I. A. R., & Vaneker, T. H. (2019). Mass Personalization with Industry 4.0 by SMEs: A concept for collaborative networks. *Procedia manufacturing*, *28*, 135-141.

Tubis, A. A., & Poturaj, H. (2021). Challenges in the implementation of autonomous robots in the process of feeding materials on the production line as part of Logistics 4.0. *LogForum*, *17*(3), 411-423.

Tura, N., Keränen, J., & Patala, S. (2019). The darker side of sustainability: Tensions from sustainable business practices in business networks. *Industrial Marketing Management*, *77*, 221-231.

Türkiye İstatiktik Kurumu (TÜİK) "Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021", 29.03.2023, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672&dil=1, (19.12.2023).

Twist, D. C. (2005). The impact of radio frequency identification on supply chain facilities. *Journal of Facilities Management*.

Umachandran, K., Jurčić, I., Della Corte, V., & Ferdinand-James, D. S. (2019). Industry 4.0: The new industrial revolution. In *Big data analytics for smart and connected cities* (pp. 138-156). IGI Global.

UNESCAP, "Cross-cutting issue for managing globalization related to trade and transport : promoting dry ports as a means of sharing the benefits of globalization with inland locations",

note / by the Secretariat, 17.08.2006, https://digitallibrary.un.org/record/585467, (26.06.2023).

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), "Five Key Takeaways from COP27", https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/five-key-takeaways-from-cop27?gclid=CjwKCAjwwb6lBhBJEiwAbuVUSnXaXHfZE6oO76u-U2S43FNqT2IFgkc-F3qn-ErMt0xF1VqUi06nCRoCytcQAvD_BwE, (13.07.2023).

United Nations (UN), "Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts", The Sustainable Development Goals Report 2022, https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/, (13.07.2023).

United Nations (UN), "Goal 8: Decent work and economic growth", The Sustainable Development Goals Report 2022, https://www.un.org/sustainabledevelopment/economic-growth/, (16.07.2023).

United States Environmental Protection Agency (EPA), "Climate Change Regulatory Actions and Initiatives", 03.07.2023, https://www.epa.gov/climate-change/climate-change-regulatory-actions-and-initiatives, (13.07.2023).

UTİKAD, "Türkiyedeki Lojistik Köyler ve Önemi", 08.01.2013, Lojistik Hattı, https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/10633/turkiyedeki-lojistik-koyler-ve-onemi#:~:text=1960'lar%C4%B1n%20sonlar%C4%B1%20ve%201970,lojistik%20k%C3%B6yler%20d%C3%BCnyada%20h%C4%B1zla%20artt%C4%B1. (26.06.2023).

UTİKAD, UTİKAD Üye Listesi, https://www.utikad.org.tr/UTIKAD-Uye-Listesi (22.09.2023).

Vacchi, M., Siligardi, C., Cedillo-González, E. I., Ferrari, A. M., & Settembre-Blundo, D. (2021). Industry 4.0 and smart data as enablers of the circular economy in manufacturing: Product re-engineering with circular eco-design. *Sustainability*, *13*(18), 10366.

Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0–a glimpse. *Procedia manufacturing*, *20*, 233-238.

Vallance, S., Perkins, H. C., & Dixon, J. E. (2011). What is social sustainability? A clarification of concepts. *Geoforum*, *42*(3), 342-348.

van Lopik, K., Sinclair, M., Sharpe, R., Conway, P., & West, A. (2020). Developing augmented reality capabilities for industry 4.0 small enterprises: Lessons learnt from a content authoring case study. *Computers in Industry*, *117*, 103208.

Varese, E., Marigo, D. S., & Lombardi, M. (2020). Dry Port: a review on concept, classification, functionalities and technological processes. *Logistics*, *4*(4), 29.

Velásquez, N., Estévez, E. C., & Pesado, P. M. (2018). Cloud computing, big data and the industry 4.0 reference architectures. *Journal of Computer Science & Technology*, *18*.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, *46*(2), 186-204.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.

Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly*, 157-178.

Verhoef, P. C., Kannan, P. K., & Inman, J. J. (2015). From multi-channel retailing to omni-channel retailing: introduction to the special issue on multi-channel retailing. *Journal of retailing*, *91*(2), 174-181.

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, *122*, 889-901.

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The journal of strategic information systems*, *28*(2), 118-144.

Vial, G. (2021). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Managing Digital Transformation*, 118–144.

Villasenor, J. (2013). Observations from above: unmanned aircraft systems and privacy. *Harv. JL & Pub. Pol'y*, *36*, 457.

Vinitha, K., Prabhu, R. A., Bhaskar, R., & Hariharan, R. (2020). Review on industrial mathematics and materials at Industry 1.0 to Industry 4.0. *Materials today: proceedings*, *33*, 3956-3960.

Vivien, F. D. (2008). Sustainable development: An overview of economic proposals. *SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, (1.2).

Vogelsang, M. (2010). Digitalization in open economies, contributions to economics. *Physica-Verlag, Heidelberg*.

Von Tunzelmann, N. (2003). Historical coevolution of governance and technology in the industrial revolutions. *Structural Change and Economic Dynamics*, *14*(4), 365-384.

Vrchota, J., Pech, M., Rolinek, L., & Bednář, J. (2020). Sustainability outcomes of green processes in relation to industry 4.0 in manufacturing: Systematic review. *Sustainability*, *12*(15), 5968.

VURAL, B. A. (2005). ENFORMASYON İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ: GELİŞİMİN DOĞASI VE AHLAKİ KONULAR. *Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Yeni Düşünceler Hakemli E-Dergisi*, (1), 125-136.

Vural, C. A., & Tuna, O. (2016). The prioritisation of service dimensions in logistics centres: a fuzzy quality function deployment methodology. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *19*(3), 159-180.

Waldron, V. R. (1986). Interviewing for knowledge. *IEEE Transactions on Professional Communication*, (2), 31-34.

Walsh, D., & Downe, S. (2005). Meta-synthesis method for qualitative research: a literature review. *Journal of advanced nursing*, *50*(2), 204-211.

Wang, F., Zhao, J., Chi, M., & Li, Y. (2017). Collaborative innovation capability in IT-enabled inter-firm collaboration. *Industrial Management & Data Systems*, *117*(10), 2364-2380.

Wang, K. (2016, November). Logistics 4.0 solution-new challenges and opportunities. In *6th international workshop of advanced manufacturing and automation* (pp. 68-74). Atlantis Press.

Warner, K. S., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, *52*(3), 326-349.

WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, *17*(1), 1-91.

Wei, X. G., Kang, K., & Shi, Z. (2012, September). The impacts of intercorporate trust and communication openness on cooperation satisfaction. In *2012 International Conference on Management Science & Engineering 19th Annual Conference Proceedings* (pp. 601-607). IEEE.

Werner-Lewandowska, K., & Kosacka-Olejnik, M. (2019). Logistics 4.0 maturity in service industry: Empirical research results. *Procedia Manufacturing*, *38*, 1058-1065.

Werrell, K. P. (1985). *The evolution of the cruise missile*. AIR UNIV MAXWELL AFB AL.

White, M. (2012). Digital workplaces: Vision and reality. *Business information review*, *29*(4), 205-214.

Wieczorek, A. (2017). Impact of 3D printing on logistics. *Research in Logistics & Production*, *7*(5), 443-450.

Wiersum, K. F. (1995). 200 years of sustainability in forestry: lessons from history. *Environmental management*, *19*, 321-329.

Windt, K., Böse, F., & Philipp, T. (2008). Autonomy in production logistics: Identification, characterisation and application. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *24*(4), 572-578.

Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, *58*(1), 18-43.

Wisniewski, M., Gladysz, B., Ejsmont, K., Wodecki, A., & Van Erp, T. (2022). Industry 4.0 solutions impacts on critical infrastructure safety and protection–a systematic literature review. *IEEE Access*.

Woodard, C. J., Ramasubbu, N., Tschang, F. T., & Sambamurthy, V. (2013). Design capital and design moves: The logic of digital business strategy. *Mis Quarterly*, 537-564.

Woschank, M., & Dallasega, P. (2021). The impact of logistics 4.0 on performance in manufacturing companies: a pilot study. *Procedia Manufacturing*, *55*, 487-491.

Woschank, M., Kaiblinger, A., & Miklautsch, P. (2021, March). Digitalization in industrial logistics: Contemporary evidence and future directions. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 9-11).

Wu, H., Cao, J., Yang, Y., Tung, C. L., Jiang, S., Tang, B., & Deng, Y. (2019, July). Data management in supply chain using blockchain: Challenges and a case study. In *2019 28th international conference on computer communication and networks (ICCCN)* (pp. 1-8). IEEE.

Xu, J., Huang, E., Hsieh, L., Lee, L. H., Jia, Q. S., & Chen, C. H. (2016). Simulation optimization in the era of Industrial 4.0 and the Industrial Internet. *Journal of Simulation*, *10*(4), 310-320.

Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research*, *56*(8), 2941-2962.

Yanar, R., & Şahbaz, A. (2013). Gelişmekte olan ülkelerde küreselleşmenin yoksulluk ve gelir eşitsizliği üzerindeki etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *8*(3), 55-74.

Ye, F., & Wang, Z. (2013). Effects of information technology alignment and information sharing on supply chain operational performance. *Computers & Industrial Engineering*, *65*(3), 370-377.

Yeow, A., Soh, C., & Hansen, R. (2018). Aligning with new digital strategy: A dynamic capabilities approach. *The Journal of Strategic Information Systems*, *27*(1), 43-58.

Yeşilay, R. B., & Macit, A. (2020). Dünyada ve Türkiye'de drone ekonomisi: Geleceğe yönelik beklentiler. *Beykoz Akademi Dergisi*, *8*(1), 239-251.

Yıldırım, A., & Simsek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayınevi.

Yılmaz, C. (2021). Endüstri 4.0'ın Karanlık Fabrikalarında İnsan Kaynaklarının Rolü: İşlevsiz Bir Sınıf Mı? The Role of Human Resources in the Dark Factories of Industry 4.0: A Dysfunctional Classroom?.

Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, *56*(1-2), 848-861.

Yumuşak, İ. G. (2001). Elektronik ticaretin gelişmekte olan ülkelere etkileri ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Çevrimiçi http://128.118*, *178*.

Yüceol, N., & Karaboğa, T. (2021). Süper Akıllı Toplum Çağında İnsan Kaynağının Dönüşümü: Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 Geleceğin İşgücünü Nasıl Şekillendirecek?. *Is, Guc: The Journal of Industrial Relations & Human Resources*, *23*(1).

Zaib, S., & Iqbal, J. (2019). Nanotechnology: Applications, techniques, approaches, & the advancement in toxicology and environmental impact of engineered nanomaterials. *Importance & Applications of Nanotechnology*, *8*.

Zaman, K., & Shamsuddin, S. (2017). Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries. *Journal of cleaner production*, *143*, 51-63.

Zhang, T., Shi, Z. Z., Shi, Y. R., & Chen, N. J. (2022). Enterprise digital transformation and production efficiency: Mechanism analysis and empirical research. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, *35*(1), 2781-2792.

Zhang, Y., & Yang, F. (2021). Corporate social responsibility disclosure: Responding to investors' criticism on social media. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(14), 7396.

Ziyadin, S., Suieubayeva, S., & Utegenova, A. (2019, April). Digital transformation in business. In *International Scientific Conference "Digital Transformation of the Economy: Challenges, Trends, New Opportunities"* (pp. 408-415). Springer, Cham.

Zott, C., & Amit, R. (2010). Business model design: An activity system perspective. *Long range planning*, *43*(2-3), 216-226.

EK 1: Dijital Dönüşümlerin Sürdürülebilirlik Boyutları Üzerindeki Algılanan Etkileri

Seçici Kodlama	Eksensel Kodlama	Açık Kodlama	Pozitif / Negatif Etki (+ / -)	Açıklama	Alıntı
Ekonomik Sürdürülebilirlik	Verimlilik üzerindeki etkiler	İşletme varlık ve kaynaklarının etkin kullanılması	+	Makine kullanımının ve otomasyonun arttırılması yoluyla kaynakların daha etkin kullanılması ve kontrol edilmesi	"*Lojistik 4.0 denildiğinde, otomasyondan söz edebildiğimiz, makinelerin yardımının olduğu, sürecin ve çeşitli kaynakların tamamen dijital olarak çok daha etkin kontrol edilebildiği, hızlı ve aktif hale getirilebildiği daha verimli ve yüksek performanslı bir süreçten bahsediyoruz. Uzun vadede bu verimlilik artışı da bir rekabet avantajı yansıması yaratacak ve kârlılık olarak dönecektir tabii*." (Firma A)
			+	Otomasyon yoluyla taşıma araçlarında optimum istifleme yapılarak, aracın daha fazla yük taşımasının ve daha karlı hareketinin sağlanması	"*Lojistikte dijitalleşmeyle ilgili çok büyük avantajlar var. Mesela bazı yazılımlar var, mal ile ilgili tüm ölçüleri giriyorlar, bir tuşa basıyorlar, program kendiliğinden istifliyor, bu şekilde dizin, yerleştirin diyor tırın içine. Süreci çok kolaylaştırır bu durum. Daha fazla malı, çok daha düzgün bir şekilde istifleyebilme imkânı tanıyor. Sürecin otomasyona dayalı olması ve en optimal şekilde istifleme modeli oluşturma, en basitinden o aracın daha fazla yük taşımasını ve daha karlı hareket etmesini sağlayacaktır.*" (Firma J)
			+	Eldeki kaynaklardan faydalanmanın maksimize edilmesi	"*Dijitalleşme yoluyla daha fazla makineleşme, daha hızlı operasyonlar ve aynı kaynakların aslında daha etkili kullanımı sağlanmış olacak. Bu durum toplam performansı ve verimliliği de çok arttıracak firmalarda.*" (Firma K)
			+	Dijitalleşmenin doğru kullanımı yoluyla kar ve fayda artışı elde edilmesi	"*Dijitalleşme doğru kullanıldığında esasında eldeki kaynakların daha etkin kullanımı sağlanacağından, toplam performansı yani kar ve faydayı da yükseltir bir işletmede. Bu anlamda lojistik firmaları kendilerine ciddi bir katma değer eklemiş oluyorlar.*" (Firma N)
			+	Çeşitli yazılımlar aracılığıyla yüklemelerde optimum kapasite kullanılması	"*Tedarik zinciri ortaklarımızdan biri olan nakliyeci firmalar, bizim oluşturduğumuz ve onlara da entegre ettiğimiz sistemler ile yüklerin konumunu canlı görebiliyorlar. Nerelerde yüklerin boşaltıldığını, nerede tekrar doldurulabileceğini. Bunu görebildikleri için de tırlarını doldurabiliyorlar ve daha verimli yükleme yapabiliyorlar açıkçası. Bu altyapı bizim de işimizi kolaylaştırıyor.*" (Firma F)

			+	Esnek tasarımlı maliyeti düşürülmüş akıllı depolar ile kaynak verimliliğinin sağlanması	"*Sanayi 4.0 kapsamında lojistiğin her kolunda direkt olarak uygulanabilecek gelişmeleri içeriyor aslında lojistik 4.0. Bunların arasında esnek tasarımlı maliyeti düşürülmüş akıllı depolar var. Bu depolar çok ciddi bir şekilde verimlilik yaratıyor uzun vadede.*" (Firma D)
			+	Üretimdeki kayıpların azaltıldığı bir üretim modeli oluşturulması	"*Lojistik 4.0 teknolojileri sayesinde, daha kaliteli, daha verimli ve kayıpsız bir üretim modeli tasarlanıyor. Firmaya ekonomik bağlamda oldukça faydalı.*" (Firma D)
			+	Teknolojik destek ile en optimum taşıma modunun modellenerek belirlenmesi ve maliyet avantajı yaratılması	"*Çeşitli yazılımlar ve programlar aracılığıyla ekonomik olarak sürdürülebilir modeller seçmeye çalışıyoruz. Karayolu taşımacılığında güzergah seçimi ve çeşitli teknik detaylarda işte roro+kara mı gidecek, roro+tren mi gidecek, buradan komple tırı mı bindirelim yoksa şoförü arkadan uçakla gönderelim de şoför orada mı karşılasın aracı, yoksa şoför beraber gemiyle mi gitsin falan gibi hani bu tarz şeylere dikkat ediliyor. Onlar da hep maliyet amaçlı, zamanı etkin kullanma amaçlı şeyler.*" (Firma K)
		Çalışan motivasyonu artışının karlılığa yansıması	+	Uzaktan çalışma imkanı sağlanmasıyla çalışanlarda verim artışının satış gelirine ve firma karlılığına dönüşmesi	"*Şimdi evden çalışabiliyorsam, bu yine bilişim teknolojisi sayesinde ve bu benim verimimi 2 katına, 3 katına çıkardı yani. Benim kriterim nedir? Satışçı olduğum için yaptığım satıştır. Ofisteyken yaptığım satışın 3 katına çıktım mesela eve geçince, öyle söyleyebilirim. Bu da hem bana almış olduğum primler yoluyla bir maddi kazanç artışı sağladı, hem de tabii ki firmaya daha çok para kazandırmış oldu.*" (Firma C)
		Hata oranının azaltılmasının sağlanması	+	İşlerin otomasyon yoluyla ilerlemesi ile insan hatalarının ve bu hatalardan doğabilecek maddi kayıpların minimize edilmesi	"*Belirli hata oranlarını azaltıyor her şeyin otomasyon veya optimizasyonla ilerlemesi. Bu da hatadan doğabilecek maliyetin de önüne geçmiş oluyor. Yani özetle şöyle, bazen bir insanın yaptığı bir hata, firmaya çok büyük bir maliyete sebebiyet veriyor. Ama işler otomasyonlar ilerlediğinde hata oranı azaltılıyor ve bu hatalardan doğabilecek maliyetlerin de önüne geçilmiş oluyor.*" (Firma D)
			+		"*Biz bu süreçte güzel bir lojistik programı satın aldık. Gerçekten dört dörtlük, her şeye uyumlu, bütün sistemleri aktif olarak kullanabileceğimiz bir programa geçiş yaptık şirket içindeki altyapıyı güçlendirmek adına. Birçok forwarder da bu sistemi kullanmaya başladı. Çünkü gerçekten sıfır hata bir program, insan hatasını ortadan kaldırdı, verimliliği çok arttırdı. Bu da hatalardan doğan maliyetleri sıfıra indirmiş oldu.*" (Firma C)

			+		*"Çok fazla veri var ve bu verileri nerede, nasıl depolayacak, nerede tutacaksın ve bunların birbirine karışmadan ihtiyacını olan veriyi nasıl çekeceksin çok önemli ve bizim sektörde yapılan en ufak bir hata çok ciddi maddi sonuçlara sebebiyet verebiliyor. Dolayısıyla teknoloji bizim sektörde olmazsa olmaz bir basamak. Yani birçok şirketin kendini bu şekilde yenilemesi gerekiyor.*" (Firma C)
			+		"*Dijitalleşmenin getirdiği teknolojiler aslında personeli denetleyen bir mekanizma da oluşturuyor. Çünkü maddi yükü çok ağır olabilen insan hataları çok yaşanıyor. Dijital teknolojilerin lojistikte hata önleme gibi bir misyonu da olmuş oluyor böylece.*" (Firma J)
			+		"*Aplikasyon üzerinde bir pozisyon açılıyor yapılan ihracat için, havalimanındaki arkadaşlar bilgisayardan o pozisyonun içine evrakı yüklüyorlar. Evrak üzerinde de konşimento numarasının bir barkodu var, yanlış pozisyonun içine yanlış evrak yüklenirse bunu kabul etmiyor, işte yanlış evrak yüklenmesini, mail atılmasını engellemek için evrak üzerindeki konşimento numarasını ile pozisyondaki konşimento numarasını sistem otomatik olarak kontrol edip eşleştiriyor. Hata yapılmasını engelliyor bu sistem yani. Çünkü bu sistemden önce insanların yaptığı hatalara bağlı ciddi vakit kayıpları ve maliyetler, cezalar çıkıyordu. Bunun önüne geçilmiş oldu.*" (Firma P)
			+		"*Yazılım her şeyi denetliyor, fatura kesilmiş mi, doğru mu kesilmiş mi, anlaşmayla tutarlı mı gibi birçok denetlemeyi de yapıyor, yani her yönüyle yazılımı kullanmanın çok faydalarını görüyoruz. Daha önce yanlış fatura kesilmesi ve buna bağlı cezalar ödediğimiz olmuştu. Tüm sistemlerle entegre bir şekilde çalışması ve bu yaptığı denetimler hataların önüne geçme anlamında çok önemli yazılımın.*" (Firma J)
			+		*"İnsanız hepimiz hata yapıyoruz, kimi zaman ciddi mali yaptırımları olan hatalar da yapıyoruz. Ama özellikle bir yükün doğru adrese gitmesi, zamanında gitmesi bizim en önemli konumuz yani müşteriye verdiğimiz söz de bu zaten. İyi bir altyapınız olduğunda, içeride bazı otomasyonlar çalıştığında, sizi denetlediğinde işler biraz daha rahat olabiliyor. Bireysel hatalar en aza indirilmiş oluyor yani teknolojik dönüşümün çok ciddi faydaları var.*" (Firma H)

		Maddi risklerin kontrol altına alınmasının sağlanması	+	Yapılması gereken işlerin hatırlatılarak, eksik veya hatalı iş yapmaktan doğabilecek maddi yükün önceden saptanması ve bunların önüne geçilmesi	"*Siz teknolojik dönüşüme geçtiğinizde, zaten bazı şeyler otomatik olarak size geliyor. Mesela henüz yapmadığınız bir işi size sistem hatırlatıyor. Sonra sizin tamamladığınız işi de ilgili birimlere sevk ediyor. Yapmanız gereken bir işi yapmamanız, eksik veya hatalı yapmanız ve buradan doğan maddi yükler riskini büyük ölçüde çözüyor bu teknolojik dönüşüm.*" (Firma T)
	Müşteri hizmetleri üzerindeki etkiler	Müşteriye yönelik işlemlerin sistemler üzerinden yürütülmesinin sağlanması	+	İnsan kontrolünün azalması yoluyla sistem kullanım hızının artması ve müşteri memnuniyeti sağlanması	"*Ben şu an müşterisiyim X isimli armatör firmanın, artık direkt web üzerinden siz teklifinizi alıyorsunuz, satışçıya ihtiyaç duymuyorsunuz, herhangi bir satış temsilcisiyle iletişime geçmeden alabiliyorsunuz bunu. Rezervasyon geçtiğinde yine herhangi bir insan onayı gerekmeden, eğer gemisinde yer varsa direkt size rezervasyon onayını verip föy iletiyor. Ardından siz o föyle direkt yüklemenizi yapabiliyorsunuz. Yani insan faktörü minimize edildi şu anda, işler çok hızlı ilerliyor sistem üzerinden. Baktığınızda, süreci gerçekten çok fazla dijitalleştirdiklerini ve basitleştirdiklerini söyleyebiliriz. Bu durum bizim de sürecimizi hızlandırdığı için müşteriye daha iyi hizmet etmemizi sağladı.*" (Firma A)
		Firma içi iletişimin gelişmesi ile müşteriye daha hızlı geri dönüş sağlanması	+	Kurulan teknolojik altyapılar ve çeşitli yazılımlar aracılığıyla şirket içi iletişimin ve iş akışının hızlanması yoluyla müşteri hizmetlerinin geliştirilmesi	*"Armatör firmalar öyle altyapılar kurmuşlar ki müşteri mail atıyor, müşterinin attığı mail ilgili kişinin bilgisayarındaki şirketin bütün departmanlarına entegre programa herkes tarafından görülebilecek ve cevaplanabilecek bir şekilde düşüyor. Bu durum da müşteri hizmetlerini kuvvetlendiriyor, hızlandırıyor ve iş akışının ve kârlılığın olumlu yönde etkilendiğini gösteriyor.*" (Firma U)

		Müşteriye bilgi akışının hızlandırılması	+	Müşterilerin sistemler üzerinden kendi faturalarını, konşimentolarını ve çeşitli evraklarını kendilerinin görmelerini sağlama yoluyla ek bir hizmet sunulması	"*En büyük amacımız müşterilerimize daha hızlı dönüş yapabilmek, hatta bunu planlıyoruz şu an yakın gelecek için; acentelerimizin bize extranetle bağlandığı gibi vip müşterilerimize de bir pencere açmak sistemimizde. Onlar girsin, faturalarını görsün, cari ekstresini alsın, konşimentolarını görsün, eski yüklemelerini görsün, kendi performans kriterlerini görsün, bizimle hiç irtibata geçmeden, cevap beklemeden, bu bilgilere kendisi de erişsin gibi hayallerimiz var. Bunu yaptığımızda, müşteri çok memnun olacak ve biz de onlara ek bir hizmet sağlamış olacağız.*" (Firma L)
			+		"*Bizde dijital dönüşüm konusunda AR&GE ve IT ekibi sürekli olarak çalışıyor ve yeni yazılımlar yapıyorlar. Kendi kurduğumuz sistemde müşteriler ürünleri nerede, malları nerede; yani kara operasyon olarak da takip edebiliyorlar, gümrük olarak da. Müşterilerimiz kendi şifreleri ile birlikte portala girerek malları ile ilgili her türlü bilgiye, konşimentolarına, faturalarına erişebiliyorlar. Bu da bence bizi bir adım öne çıkaran bir özellik dijitalleşmenin önemi ile ilgili özellikle rekabet anlamında.*" (Firma I)
			+	Teknolojik altyapı ve otomasyon yoluyla müşteriye bilgi aktarımının hızlanması yoluyla müşteri memnuniyeti sağlanması	"*1.5 yıl önce bir tedarikçiyle anlaşma sağladık ve şu an müşterilerimize yükleriyle ilgili otomatik tracking mailleri gönderiyoruz. Yani diyelim rezervasyonu aldı müşterimiz bizimle, süreci tamamladık, konteynerini limana teslim ettik. Limana teslim ettikten sonra herhangi bir insan faktörü olmadan otomatikman müşterimize mail gönderiyoruz "konteyneriniz limanda ve işte ayın 25'inde Aliağa limandan çıkış yapacak, 30'unda şuraya varacak" vs. gibi otomatik, her süreçte müşteriyi bilgilendiren, değişim olursa tarihlerde mutlaka tekrar mail gönderen bir tracking sistemi kullanmaya başladık. Müşterilerimizin de çok hoşuna gitti. Bize müşteri memnuniyeti sağlaması açısından bence bir payı oldu bu sistemin.*" (Firma A)
			+		"*Tedarikçilerimizle GPS anlaşmaları yapıyoruz. Türkiye'nin önde gelen GPS takip sistemi sağlayıcılarıyla anlaşmamız var. Nakliyecilerle de ayrı bir anlaşma imzalıyoruz, GPS sistemi entegre ediyoruz onlara, böylece konumlarını canlı takip edebiliyoruz. Operasyoncularımız hiçbir şey yapmadan sistemimiz üzerinden otomatik konum updateleri gidiyor ihracatçıya. Tamamen otomatize etmeye çalışıyoruz süreçleri. Çıkış ihbarı, varış ihbarı, hepsi otomatik gidiyor artık. Bu bizim farkımız, bizim rekabet avantajı sağlayan en önemli özelliklerimizden birisi.*" (Firma F)
			+		"*Dijital dönüşüme bağlı teknolojileri ve çeşitli yazılımları firmanıza bir katma değer olarak ekleyerek, müşterilere verdiğiniz hizmetlere de eklemeler yapmak mümkün. Mesela bir yazılım satın alırsınız, otomasyon yoluyla müşterilere daha hızlı bilgi*

					verirsiniz ve müşteri memnuniyetini sağlamış olursunuz." (Firma E)
			+		"*Türkiye'de çok fazla eksikler var lojistik 4.0 ile alakalı. Lojistik 4.0 uyguluyorum dersiniz ama bakıldığı zaman siz bunu ne kadar uyguluyorsunuz. Bu size ve müşterilerinize nasıl yansıyor ve ne kadar verim veriyor, bu önemli dijitalleşmede. Mesela bizim kullandığımız yazılımdan hem biz memnunuz, hem de müşterilerimiz memnun, efektif olmak da budur zaten. Yapmış olduğumuz teknolojik yatırımlar sayesinde müşteri iletişimimiz ve hizmet anlayışımız evrildi olumlu bir yönde. Müşteri ile haberleşmemiz ve bilgi alışverişimiz çok değişti. Yaptığınız o yatırımdan müşteri memnun mu, size bunun parasal geri dönüşü oluyor mu, mesele özünde bu.*" (Firma M)
			+		"*Firmanın ölçeği arttıkça, dijitalleşmeye olan ihtiyaç da doğru orantılı artıyor ve bir mecburiyet haline geliyor rekabet edebilmesi için. Küçük bir firma bir kağıt parçasıyla da işini yürütebilir ya da ufak bir Excel ile de işini yürütebilir ama büyük bir firmanın müşteri takibi yapabilmesi, müşteriye bilgi akışını yönetebilmesi ve müşteri memnuniyeti sağlayabilmesi için özellikle mutlaka bir yazılım kullanması gerekiyor yani.*" (Firma K)
			+		"*Biz şu son zamanlarda yeni bir yazılım satın aldık firma olarak. En somut olarak dijitalleşmenin örneğini gördüğümüz şey şu oluyor. İşlerin takibinin kolaylaşması, otomatik çıkış-varış bildirimlerinin gitmesi açısından kolaylık olması diyebilirim. Müşterinin de memnun olmasını sağlıyor bu bilgi akışı bildirimleri.*" (Firma K)
			+		"*Sistemden bizim görmediğimiz bilgi akışları müşterilere gitmeye başladı yaklaşık 1 senedir. Ben müşterilerden duyuyorum, sizin sistemden böyle bir mail geldi diyorlar, nasıl bir mail diyorum, onlar gönderince görebiliyorum. Bizim sistemimiz direkt müşteriye gemisi kalktığında bilgi veriyor, aktarma limanına ulaştığında, aktarma gemisi değişirse, gecikirse, karşı limana vardığında, karşı limandan yükü çekilmezse, uzun süre kalırsa longstanding diye mail gidiyor ve yükü çekildikten sonra boş dönüşü olduğunda tebrikler yükünüz çekildi diye işte eğlenceli bir mail gidiyor. Dolayısıyla burada sistem aracılığıyla müşterilere ek hizmetler ve bilgi akışı sağlamış oluyoruz.*" (Firma L)
			+		"*Şu an yeni yaptırdığımız bir yazılım var, bu bizim süreçlerimizi çok daha verimli hale getirecek. Şu an herkes biliyorsunuz cep telefonundan mailleri kontrol ediyor, uçuşları takip ediyor vs. Biz de, iş yapış süreçlerimizi bir aplikasyona nasıl dâhil edebiliriz ve müşteriye anlık veri akışını nasıl sağlarız diye düşündük ve bir aplikasyon yazdırdık. Böylece müşterilerle iletişimimiz doğal bir akış halini almış olacak.*" (Firma P)

			+		"*Yeni satın aldığımız yazılımda araç kabulünü tamamladığımızda, hem ihracatçıya, hem ithalatçıya mesaj gidiyor, hani alışveriş sitelerinden size pop-up mesajı geliyor ya o şekilde. Atıyorum şu kabul nolu, şu malın araç kabulü yapılmıştır, aynı zamanda mail de gidiyor müşteriye, anında bildirim şeklinde yani. Her iki tarafın da bilgisi oluyor, mal ulaşacak mı, ulaştı mı, kayıp mı oldu gibi kaygıları ortadan kalkıyor ve bu durumun ortasındaki köprü bizim firmamız ve bizim oluşturduğumuz otomasyon sistemimiz olmuş oluyor. Her iki taraf da firmamızdan memnun olmuş oluyor böylelikle.*" (Firma P)
			+		"*Biz 27001 sahibi bir firmayız. Bu kapsamda teknolojik altyapımızı güncelledik. Bunları güncellerken müşterilerimize de giriş, çıkış, varış gibi tüm bildirimlerin sistem üzerinden otomatik olarak gönderilmesini sağladık. Bu şekilde bilgilendirmeler gidiyor, otomatik raporlamalar yapılıyor sistem üzerinden ve onlar otomatik olarak müşterilerimize ulaştırılıyor. Müşterimiz de bize sormak için tekrar efor sarfetmedikleri için tabii ki mutlu olduklarını söylüyorlar bize geribildirim bazında değerlendirdiğimizde.*" (Firma O)
			+		"*Lojistikte teknolojik dönüşüm anlamında baktığımızda, 2 tuşa basarak aradığınız bilgiye ulaşabiliyorsunuz, size bir hız kazandırıyor. Müşteri geri bildirimleri anlamında, bilgi akışı sağlama anlamında daha hızlı, daha verimli bildirimler yapmanızı sağlıyor. Bir yere bağlı olmadan hareket etmenizi sağlıyor.*" (Firma O)
			+		"*Biz satıştayız ve sahada çok bulunuyoruz, bazen acil bilgi gerekiyor mesela fiyat vs. gibi. Onun için atıyorum burada pricing ekibinde bir arkadaş olur. Ben de işte müşteri mesela Aliağa'dan Hamburg'a bir 40'lık konteyner ne kadar diye sorduğunuzda, buradan hemen görecek hale gelebilelim diye bir şey konuşuldu şirketimizde. Müşteri hizmeti anlamında bizim için bir gelişim olmuş olacak.*" (Firma R)
			+		"*Biz bu süreçte ne yaptık lojistik 4.0 adına diye örnek verirsek eğer, 2 yıl önce sistem altyapımızı değiştirdikten sonra websitemize öncelikle konteyner takip sistemini ekledik. İşimize yarar bir sistem bu, şu anda hizmet olarak müşterilerimize sunduğumuz ve rekabet edebilmemiz adına da avantajını yaşadığımız bir web tool.*" (Firma A)
			+		"*Biz dijitalleşmeye geçtiğimiz ve bunu müşterilere de pazarladığımız için ve onlar da bu durumdan memnun oldukları için bunun ekonomik olarak artısını da yaşıyoruz biz. Artık müşterilerimize yüklerinin durumuyla ilgili anlık veriler ve bilgiler gidiyor, bu da onların oldukça hoşuna gidiyor.*" (Firma G)

			+		"*Geçtiğimiz yazılım ile ilgili müşterilerden herhangi olumsuz bir geri dönüş olmadı, aksine müşteriler tek bir program üzerinden malın evrakını, fotoğrafları, formları görebilecek, uçuşları anında görebilecek, rötar varsa bilebilecek. Aynı zamanda ithalatçısı da bilebilecek. İhracatçı bir şeyi görebildiği an, ithalatçı da görebiliyor aynı zamanda biz de tabii. Yani ortak bir süreç yönetiminden bahsediyoruz burada. Anlık olarak görebileceğiz, şeffaf bir süreç yani.*" (Firma N)
			+		"*Dijital dönüşüme girmek ile birlikte bütün süreçlerin izlenebilirliğini sağlıyoruz müşterilerimiz adına. Bunlar için raporlamaların ve gerekli sektörel bilgilerin akışlarını sağlıyoruz tüm müşterilerimize.*" (Firma O)
			+	Herhangi bir müşteri ile olan geçmişin kolaylıkla sistemler üzerinden görülebilmesi ve bu geçmiş verilere bağlı olarak müşteri ile ilişkilerin geliştirilmesi	"*X isimli global bir konteyner takip platformu var biliyorsunuzdur mesela bu platform ile ortaklaşa yapılan yükün anlık maillerine gelmesi, her günün sonunda; örnek veriyorum ilk planlanan varış 01.07, sonraki varış armatör sisteminde 05.07 gösteriliyorsa işte platform 4 gün gecikme yaşanacak diye hem bize hem de müşteriye bilgisini veriyor ve bu sistem müşterimizin çok hoşuna gidiyor, sürekli memnuniyet mailleri ve mesajları alıyoruz.*" (Firma G)
		Müşteri ile iletişimin hızlanması	+	Müşterilerin geçmişe dayalı verilerinin sistemler üzerinden görülebilmesi ve bu geçmiş verilere bağlı olarak müşteri ile daha iyi ilişkilerin geliştirilmesi	"*Bir çalışan, bir müşteriyi aramadan önce onunla ilgili bu şirkette geçmişte neler yapıldı çok kolay bir şekilde görebiliyor. Yani doğru ve tam bilgiyi biz teknolojinin verileri kaydetmesi yoluyla görüyoruz. Çalışmış mıyız, çalışmadıysak aramış mıyız, ziyaret etmiş miyiz, hiç teklif geçmiş miyiz, hiç temasımız olmuş mu, bu görüşmelerde nasıl notlar alınmış, nasıl dönüşler alınmış, bir problem yaşamış mıyız, bir şikâyet almış mıyız; her konuda sistemde bu verilerin bir girdisi oluyor. Eğer bir bilgi alamıyorsak, bizim bu müşteriyle hiçbir temasımız olmamış demek oluyor. Müşteriyi direkt olarak tanıyıp tanımadığımızı ve iş yapıp yapmadığımızı bilerek ve tüm geçmişimizi görerek iletişime geçiyoruz. Bu durum müşterimizin de çok hoşuna gidiyor.*" (Firma L)
			+	Müşterilere ait verilere sistemler üzerinden çok daha hızlı bir şekilde erişilmesi ile müşteri iletişiminin hızlanması ve müşteri hizmetleri seviyesinin yükselmesi	"*Mesela ben istediğim her şeye, tüm müşteri bilgilerine anında sistemden çok hızlı ve kolayca erişebiliyorum portalımız gerçekten çok verimli çalışmamızı sağlıyor. IT ekibimiz sürekli çalışıyor zaten bunun için. Müşterilerin bilgilerine çok hızlı erişebilmem demek, onunla iletişimimin gelişmesi demek, hızlanması demek ve tabii ki nihayetinde müşteri hizmetlerimin gelişmesi demek.*" (Firma I)
			+	Müşterilere ait verilere sistemler üzerinden çok daha hızlı bir şekilde erişilmesi ile müşteri iletişiminin hızlanması ve müşteri hizmetleri	"*Yeni arşivimizin tamamı dijitalde tutuluyor. Eskiden bir süre sonra bizim ofis içindeki arşiv yetersiz kalıyordu, o arşivi diğer ofise taşımak zorunda kalıyorduk finans ve muhasebenin olduğu. Ulaşmamız gerektiğinde arşiv odasına girip, klasörü bulup, dosyayı çıkarıp tarayıp mail atmamız gerekiyordu. Veya ekstra bir maliyet*

				seviyesinin yükselmesi	*olarak bir arşiv kiralıyorduk bu iki seçenek de yetersiz geldiğinde. Onun yerine şu an dijitalde sadece pozisyon numarasını girerek doküman*lara ulaşabiliyoruz, bu bizim 10 saniyemizi alıyor. Müşteri ile de çok hızlı iletişime geçiyor oluyoruz bunun sonucunda." (Firma P)
			+	Dijitalleşme yatırımları ile müşteri iletişiminin hızlanması ve müşteri hizmetleri seviyesinin yükselmesi	"*Tabii ki dijital yatırımların müşteri ilişkileri anlamında bize hep artıları oldu. Yeni bir dijital teknolojiye yatırım yaptığımızda müşteri cephesinden bunun geri dönüşü bize hep çok iyi oldu. Müşteriler bizimle iletişimlerinin iyileştiğini ve çok daha memnun olduklarını belirttiler hep.*" (Firma O)
			+		"*Bizim geçmekte olduğumuz yeni sistemler, bizi ekonomik olarak uzun vadede kalkındıracak ve aynı zamanda müşteriyi de daha memnun edecek bir sistem. Biz müşteri iletişimini iyileştirme ve geliştirme yoluyla müşteri memnuniyetini arttırma yönünde bir firma olduğumuz için bu gibi dijitalleşme süreçlerine önem veriyoruz bu da bizim farkımız bu noktada.*" (Firma G)
			+		"*Bizim firma olarak kendimize sorduğumuz en önemli soru, ben bir ihracatçı veya ithalatçı olsam, acentemden, lojistikçimden ne beklerdim? Hangi hizmeti alsam bu bana rekabette bir avantaj sağlardı? sorusunu biz kendimize çok soruyoruz. Zaten teknolojik dönüşüm için attığımız her adım da o yönde. Bütün iyileştirmeler, bütün yatırımlar vs. buna göre yapılıyor.Her zaman müşteriyle iletişimimizi geliştirmeye çalışıyoruz, çünkü bizim için müşteri hizmeti demek bu demek oluyor. Yatırımlarımızı da her zaman bu doğrultuda planlıyoruz.*" (Firma P)
			+		"*Çok güçlü bir CRM altyapısı olan bir firma düşündüğümüzde, o firma müşterinin ne istediğini bildiği ve çok daha iyi takip edebildiği için onlar ile çok güçlü bir iletişim ve bir müşteri memnuniyeti oluşturmuş oluyor. Müşterilerine de çok daha uygun rakamlarla hizmet sağlayabiliyorlar çünkü daha fazla kazanmış oluyorlar.*" (Firma U)
			+		"*Paydaş Kapitalizmi yaklaşımını benimseyen bir firmayız ve iş modellerimizi dijital dönüşüm sürecine dahil etmeye ve bu sayede müşteri ile iletişimimizi arttırarak şeffaflaşmaya ve müşteri memnuniyetini arttırmaya devam ediyoruz.*" (Firma D)
			+		"*Sonuçta biz hizmet satıyoruz, sattığımız fiziksel bir şey yok; gemiler bizim değil, konteynerimiz yok, depomuz yok, hiçbir şeyimiz yok. Biz sadece hizmet satıyoruz ve biz bunu dönüşüme dahil etmezsek ve hatta rakiplerimizden daha iyi programlar satın alıp avantaj yakalayamazsak hep geride kalırız. Yani standart sonuçta, diğer forwarderlardan da bir farkımız kalmamış olur. Dolayısıyla tüm yatırımlarımızı yazılımlar aracılığıyla müşterilerimizle daha iyi iletişim kurmak ve böylelikle rekabet avantajını*

					memnuniyet yoluyla elde etmek üzerine yapıyoruz." (Firma L)
			+		"*Dönüştürdüğümüz sistem altyapısı bizim bir fark yaratmamıza sebep oldu. Bunu ilk defa gördüğünü söyleyen müşterilerimiz oldu. O nedenle bizi tercih eden, bizimle şu an hala çalışan müşterilerimiz var. Uluslararası anlamda da bu bize bayağı avantaj sağladı.Yani bu bize mutlaka müşteri iletişimi anlamında, dolayısıyla da ekonomik anlamda bir katkı sağladı.*" (Firma A)
			+		"*Freight forwarding sektöründe en önemli sorunlardan biri farklılaşamamak aslında. Çünkü hepimiz hemen hemen aynı hizmeti sunuyoruz ve yüzlerce firma var siz de bilirsiniz. Aslında bu bağlamda teknolojik dönüşümün getirdiği avantaj, farklı teknoloji ve yazılımları kullanarak müşteriye daha fazla erişmek, daha hızlı ve verimli iletişim kurabilmek ve onlara bu yolla dokunmak oluyor.*" (Firma R)
	Pazar payı üzerindeki etkiler	İnsan faktörünün minimize edilmesi	+	Müşteri ile iletişimi insana değil, sisteme entegre ederek, işten ayrılacak olan kişinin beraberinde müşterileri götürmesinin ve firmanın pazar payını düşürmesinin engellenmesi	"*Biz genel olarak sistemi, belli birinin aklındaki bilgilere bağlamamaya çalışıyoruz. Yani her departmandaki herkesin, yaptığı her işi sisteme yansıtmasını ve yarın o koltukta oturmuyorsa onu replace edecek kişinin hemen kaldığı yerden devam edebilecek duruma gelmesi için çok uğraşıyoruz yıllardır, ki bu bize ekonomik olarak zarar vermesin, müşteri kaybı yaşatmasın. Bunun için de teknolojik yatırımlar yapıyoruz, sistemimizi geliştiriyoruz ve ciddi finans kullanıyoruz yani serverlarımızı büyütüyoruz, teknolojik sistemlerimize, CRM programlarımıza ciddi yatırım yapıyoruz ve herkesin kullanması için de net bir şekilde teşvik ediyoruz. Böylece o çalışan kişi işten çıktığı zaman, bizim müşterilerimizi de beraberinde götürememiş olacak ve müşteri sayımızda ve pazar payımızda doğrudan bir etki yaratmamış olacak.*" (Firma L)
			+		"*Bizim sektörümüzde eğer bir satışçının oturmuş bir portföyü varsa, işten çıkmak istediğinde anında bütün sistemler kapanır. İşte asla ihbar süresi kullandırılmaz mesela çünkü müşteriyi alıp götürme ihtimali var bütün bilgileriyle. Bizim bu teknolojik dönüşüm sürecine girmemizin böyle de bir avantajı olacak. O otomasyonla artık işler ikişiye bağlı değil, sisteme bağlı olarak ilerleyecek.*" (Firma U)
			+	Potansiyel müşterilere sistemler üzerinden hızlı bir şekilde bilgi akışının sağlanması yoluyla yeni müşteriler kazanılması	"*Mesela online fiyat verme konusunu ilk başlatan X isimli armatör idi, zaten diğerleri de onu takip etti. Bir forwarder için mesela bu çok büyük bir kolaylık. Düşünün, ben mail atacağım, mailime 2-3 gün sonra cevap gelecek, çok yoğundu, izindeydi derken, ben bir tıkla oraya ulaşıp o bilgiyi alabilmem ve bu bilgiyi müşteriye verebilmem benim çok fazla işi kazanmama vesile oldu.*" (Firma R)

		Vakit kazandırma yoluyla yeni müşterilere erişilmesi	+	Sorunları uzaktan erişim yoluyla çözümleyerek, yüzyüze görüşme süresinin yerine daha fazla sayıda yeni müşteriye erişim sağlanması	*"Biz müşterilerimizle artık teknolojiyi kullanarak görüntülü mülakatlarla A noktasından B noktasına arabaya binip gitmek ve buluşmak yerine sorunlarımızı uzaktan çözebiliyoruz. Örneğin, o sürede başka müşterilere erişim sağlayarak potansiyel müşteri sayımızı artırabiliyoruz.*" (Firma B)
		Müşteriye katma değer oluşturulması	+	Teknolojik gelişim yoluyla müşterilere katma değer oluşturularak, zaman içinde firmanın müşteri sayısında artış sağlanması	"*Önemli olan firmanın ölçeği değil, doğru teknolojiyi seçmesi ve bu teknolojik gelişim ve dijitalleşme yoluyla müşteriye artı değer oluşturması. Bu durum onun müşteri sayısını, pazar payını arttıracak ve en nihayetinde de ekonomik büyüme sağlayacaktır.*" (Firma U)
			+		"*Dijital teknolojimizi, kusursuz hizmet anlayışımızla müşterilerimize gelişmiş çözümler sunmak için kullanıyoruz. Dijital teknolojileri kendimize sürekli bir katma değer ve rekabet avantajı olacak şekilde bünyemize katıyoruz. Bu da müşterilerin bizi seçmesini sağlayan güçlü yönümüz.*" (Firma D)
			+		"*Bizim dijital dönüşüm ve güncel teknolojiler konusunda bilgi sahibi olmamız, müşterilerimize farklı çözümler üretmemiz, ikna etmemiz, yönlendirmemiz ve daha efektif satışlar yapabilmemiz, daha çok müşteri kazanabilmemiz noktalarında şart oluyor.*" (Firma D)
			+		*"Süreçlerinizi dijitalleştirdiğinizde, yeni işler kazanırsınız, müşterilerinize katma değer eklersiniz, böylece rekabette de öne geçersiniz otomatikman; daha çok para kazanıp, yaptığınız ilave yatırımı amorti edersiniz. Şu an bizim yaptığımız tam da bu aslına bakarsanız. Yani biz bir yatırım yaptık, o yatırımı amorti ediyoruz. Dolayısıyla ekonomik anlamda muhakkak olumlu etkisi olur uzun vade olarak bakıldığında.*" (Firma E)
			+	Teknolojik gelişim ve dönüşüm bir zorunluluk olarak görülerek, firmanın pazar payını korumasına ve arttırmasına çalışılması	"*Müşterilerin ihtiyacı olan şeyleri sadece kağıda not etmek yeterli değil, dijital teknolojileri kullanmak şart çünkü bir süre sonra talepler değişip güncellenebiliyor. Bu talepleri hızlı bir şekilde sistemler üzerinden görüp karşılayabilmek çok önemli çünkü çok fazla forwarder var ve burada önemli olan müşteriye diğer firmalardan daha hızlı ve doğru bir şekilde dönebilmek. Döünüşüme ayak uyduramayan*

					firmalar zaten pazar paylarını yavaş yavaş kaybedeceklerdir." (Firma U)
		Firmalar arası etkileşimin sağlanması	+	Çeşitli yazılımlar aracılığıyla kurulmuş sistemler üzerinden farklı firmaların birbirileri ile tanışması, beraber iş yapması ve tanınırlıklarının arttırılmasının sağlanması	*"Y diye bir nakliye borsa sitesi var, Avrupa'daki hemen hemen tüm depoları, nakliyecileri, yükleri bulup, oradan bir bağlantı kurabiliyorsunuz. Oradan ben çok çalıştım, çok iş aldım, çok yükleme yaptım, çok fazla nakliyeci ve depo da buldum. Orada bir sistem var, o sisteme herkes bulunduğu deposunun adresini giriyor, işte yapabileceklerini yazıyor veya yük satıyorsa oraya yükü giriyor, yük detaylarını yazıyor ve hemen oradan birisi yüke talip oluyor, ona araç ayarlıyor veya siz araç veriyorsunuz oraya, aracım var diye oraya ilan koyuyorsunuz, oradan birisi gelip sizin aracınıza talep oluşturuyor. Bu sayede firma tanınırlığınız artmış oluyor."* (Firma H)
		Farklı pazarlara erişim sağlanması	+	Sistemler üzerinden farklı pazarlardaki ürün stoklarını hızlı bir şekilde görebilme yoluyla yükün organize edilmesinin sağlanması	*"Teknolojik dönüşüm demek, hız demek aslında. Avrupa'da bir üretici, malzeme üretip deposuna koyduğu zaman müşteri ürünü daha rafa girmeden görebiliyor. Otomatik olarak forwarderına bunun emrini verip yükü aldırabiliyor, 1 gün içerisinde bunun organizasyonu yapılabiliyor. İş yapış şeklini hızlandırıyor yani bazı entegre sistemler.*" (Firma N)
			+	Çeşitli yazılımlar aracılığıyla kurulmuş sistemler üzerinden işlerin daha hızlı ve kolay yapılabilmesi yoluyla farklı pazarlarda yeni acentelerle ortaklık kurmanın kolaylaşması	"*Bizim programa entegre yurtdışı acentelerimiz var. Normalde bir yükleme kalktığında, yani bir gemi kalktıktan sonra bir forwarder, karşı ofisine bilgi geçer; prealert diyoruz biz buna, yük varmadan önceki alert. Bunu şu anda bizim sistemimize bağlanarak karşı acentelerimiz kendi alıyor. Kendileriyle ilgili olan faturaları çekiyorlar, oradan download edebiliyorlar, konşimentoları görebiliyorlar, bu bize çok büyük bir zaman kazandırıyor. Onlar da aynı şekilde 1 hafta evrak bekleyeceklerine, oradan girip hemen, anında eş zamanlı bu evrakları indirebiliyorlar. Hem biz zaman kazanıyoruz, hem de onlara. Bu sistem sayesinde daha fazla acenteyle de anlaşma sağladığımızı söyleyebilirim iş anlamında da bakacak olursanız.*" (Firma L)
			+		"*Biz artık beyin gücü yani insan sayısını arttırmayla birlikte teknolojiyi ve çalışanlarımızı birbirine entegre etmeye başladık. E bu da daha hızlı dönüşlere, yani yurtdışındaki acentelerin tekliflerine zamanlı ve zamansız 7/24 dönüşlere yansıdı. Eskiden saat farkından dolayı belki 1 gün, 2 gün sarkardı yüklemeler, teknolojiyi adapte etmeyle birlikte istediğimiz zaman, istediğimiz yerde teklife ulaşıp rezervasyon alır duruma geldik şu an kendi sistemimizde. İstersek dışarıda müşteride olalım, istersek arabada olalım, bir bilgisayar değil, ipad bile elimizde olsa her şeyi yerine getirebilecek duruma geldik. Bu*

					bizim şirketimiz özelinde büyük bir gelişim oldu ve müşteri hacmimizi da çok çok arttırdı uluslararası bağlamda bu gelişim." (Firma N)
			+		"*Bizde iş şu şekilde ilerler, önce satış ve pazarlama, sonra operasyon ve en son da muhasebe. Satış ve pazarlama adımında bizim anlık olarak acenteye ilk dokunan olmamız gerekiyor. Şu an yaklaşık olarak sektörde 290 sanırım, IATA acentesi var. Yani yurtdışındaki bir adamın attığı mail 290 kişiye ulaşıyor. Otomatik olarak da 290 kişi fiyat veriyor yani bu kadar kişinin içerisinde siz bir değerlendirme yapıp en doğru fiyatı vermeniz lazım. Yani bize burada teknolojik dönüşümün en büyük artısı hızlı bir dönüş oldu hem sistemsel olarak, hem de program olarak.*" (Firma N)
			+		"*Global bir bakış açısıyla ve vizyoner tutumla hareket etmek, dijital teknolojileri şirket bünyesine dâhil etmek, şirketin performans ve tedarikçi artışı için oldukça mühimdir bizim için. Esasen teknolojiyi kullanışımız bizi rakiplerimizin önüne geçiren eşsiz özelliklerimizden biri. Tedarikçi ağımızı arttırarak pazar payımızı çok yükselttik bu yolla son yıllarda.*" (Firma D)
		Potansiyel müşterilere erişim sağlanması	+	İş yapış hızının artması sebebiyle daha fazla müşteri ile iletişim kurulması yönünde vakit kazandırarak firmanın Pazar payını arttırmasının sağlanması	"*Uzun vadede şöyle bir şey oluyor. Mesela ben tek başıma veya 10 kişinin yapacağı işi bu kurulan teknolojilerle bir süre sonra yapabileceğim ve atıyorum 10 müşteri yerine 1000 müşteriye ulaşılabileceğim ve bu da beni freight forwarder pazarında bir adım öne geçirecek.*" (Firma T)
			+		"*Bir firma ne kadar çok teknolojik yatırım yapmışsa, kendi CRM'i ne kadar güçlüyse, o kadar çok ve hızlı bir şekilde müşteri elleçleyebiliyor. Ne kadar çok müşteri elleçleyebilirse de sürümden kazanabileceği için totalde sürdürülebilir faaliyetler yapmış oluyor. Bu yüzden de fiyatları çok daha uygun tutabiliyor ve pazar payını arttırıyor.*" (Firma U)
	Güvenlik/güvenilirlik üzerindeki etkiler	Ürün güvenilirliği sağlanması	+	Yük takibinin kolayca yapılabilmesi yoluyla ürün teslimatı konusunda güvence sağlanması	"*2 yıl önce biz yeni bir sisteme geçtik ve bu sistem bize teknolojik anlamda yük takibini gayet kolaylaştıran, yükümüzün güvenliği konusunda bize bir güvence sağlayan ve böylelikle de çok daha etkin çalışmamızı sağlayan bir altyapı oluşturdu.*" (Firma A)
			+		"*Son yıllarda edindiğimiz yazılım sayesinde, mal takibini yapabilmemiz çok kolaylaştı. Bu yazılıma sahip*

					taşımacılar ile çalışıyoruz. Böylelikle de ürünün güvende olup olmadığı konusunda bir endişemiz kalmıyor. Sonuçta çok büyük maliyetlerde ürünler taşınabiliyor bazen, güvenlik çok çok önemli." (Firma L)
			+		"*Mesela güvenlik amaçlı araçların nerede olduğunu biz +/-5 km sapmalarla tracing ile izleyebiliyoruz. Bu da kaza veya hırsızlık riskine karşı önemli bir şey.*" (Firma D)
			+		"*Teknoloji sayesinde araçlara anında konum takibi yapılıyor mesela. Bu da çok daha güvenilir bir takip sağlıyor bizlere. Mesela, hasarlı bir malzeme geldiğinde paletin üstüne bunu takıyorlar, yolda hasar olup olmadığını bu alet gösteriyor hani renk olarak kırmızıya düştüğünde hasar almış anlamına geliyor. Mesela bunu izleyebilmek çok büyük bir kolaylık sağlıyor bence.*" (Firma I)
			+		"*Bizde şu an araç sahibinin araç takip sistemiyle, kendi yazılım programımızı birbirine entegre edip, müşterinin basarak raporlayabilmesi ya da güncel konumunu görebilmesi gibi aracın bir yazılım yapmaya çalışıyorlar. Yani aracı takip etmeyi, malın güvende olmasına emin olmayı ve haberleşmeyi kolaylaştıracak bir sistem kurulması gündemde.*" (Firma K)
			+		"*Artık araç takip sistemleri çok yaygınlaştı. Uygun bulduğumuz ve çalıştığımız tedarikçilerimizin her biriyle aramızda şifrelerimiz var, bu şifreler üzerinden plakaları girerek araçların takibini sağlıyoruz. İleriki dönemde şu anda kullandığımız nakliye programı üzerinden tüm müşterilerimize birer şifre verip, onların da kendi yüklerini plaka bazında takip edebilmelerini sağlamayı hedefliyoruz. Şu anda bu şekilde bir çalışmamız mevcut. Bu şekilde lojistik 4.0 kapsamında müşterilerimize güvenli takip yoluyla biraz daha katkımız olmasını planlıyoruz.*" (Firma O)
			+		"*Biz mesela araç konumlarını takip ediyoruz. Araç takip cihazının verileri bilgisayara geliyor. Bilgisayardan o aracın içini görüyorsunuz yani, şu plakalı araç, hangi konumda onu görüyorsunuz. Biz bunu anlık takip edince müşterimize de bilgisini verebiliyoruz ve onlar da mallarının güvende olduğuna emin oluyorlar.Böylece tedarik zincirindeki belirsizlik de azalmış oluyor.*" (Firma H)
			+		"*Tedarikçi seçiminde uydu görüntüsü işte aracında satellite olan firmaları tercih ediyorum ben çünkü diyorum ki bana görüntü at ve arabanın konumunu bana gönder. Mesela Almanya A70 otobanında duruyor ya da yükleme yerinde konumunu görebiliyorum. O yüzden bu şekilde teknolojiye yatırım yapan nakliyeci firmalar da benim için bir tercih sebebi oluyor. Çünkü ben görebilince ve malın güvenliğine emin olunca, müşterime de doğru bilgiyi geçiyorum.*" (Firma M)

			+		*"Şu an bir armatör firma pilot olarak bir uygulamaya başladı, akıllı; IQ konteyner denilen bir sisteme başladı. Bu sistemde, size rezervasyon yapıldıktan ve konteyner size atandıktan sonra siz konteynerinizi anlık, saniyelik, dakikalık, reefer konteyner olmasına gerek yok, dry konteyner da olabilir, konteynerinizin ısısı, nemi, sıcaklığı, şu an an itibariyle nerede olduğunu takip edebileceksiniz. Bu, zamanın yanısıra, bir güvenilirlik hissi kazandıracak müşteriye; müşteri bana, ben sisteme bakmak yerine, müşteri saniyesinde bu kontrolünü sağlayabilecek ve malının güvende olduğunu bilecek."* (Firma B)
			+	Yük takibinin kolayca yapılabilmesi ve malın konumuyla ilgili otomatik olarak müşteriye mail iletilmesi yoluyla ürün teslimatı konusunda güvence sağlanması	*"Mesela ben birini müşteri olarak tanımladığımda, bizim operasyon departmanındaki arkadaşımız sizin bookinginizi girdiğinde, limana girişten, discharge olup, consignee'ye verene kadar malı, size 46 saatte bir mail geliyor, otomatik sistem üzerinden, tracking yapabiliyorsunuz. Yükünüzü takip edebiliyorsunuz mailden, bu açıdan bizim için de müşteri için de çok güvenilir bir platform oluşturuyor ve birçok maliyet riskini de ortadan kaldırıyor."* (Firma B)
		Müşteri güvenilirliğinin sağlanması	+	Müşterinin geçmiş bilgilerine ve çeşitli evraklara kolay ve hızlı bir şekilde erişebilme yoluyla müşteri memnuniyeti ve güvenilirliği sağlanması	*"Biz senelerdir bütün ihracatlarda mal kabul süreçlerini yönetiyoruz, bunlar dijitalize ediliyor, onları serverda tutuyoruz, bulutta. Bundan 5 sene sonra müşteri bugün gerçekleşen ihracatın evraklarını, fotoğraflarını istese, direkt pozisyona girip de buna ulaşabiliyoruz ve müşterimizle paylaşabiliyoruz. Ayrıca müşteriyle ilgili tüm geçmişimizi görebiliyoruz ve bu da bizim müşteri ile aramızda kurduğumuz güven ilişkilerimize ve müşteri memnuniyeti kısmına olumlu yansıyor."* (Firma P)
			+	Dijital ortamda müşteriye ait verilerin güvenli bir şekilde tutulmasının sağlanması	*"Şu an dijital ortamda verileri tutuyoruz, yarın öbür gün satın aldığımız herhangi bir yazılım veya aplikasyonla mevcut verilerimizi entegre edip farklı süreç yönetimine de geçebiliriz. Müşteri bilgilerimiz teknoloji sayesinde çok daha güvende duruyor ve erişimi kolay oluyor.Bu aynı zamanda müşterilere ait verilerin çalınması veya kaybolması riskini de önlüyor blok zinciri teknolojisi sayesinde."* (Firma P)
	Yönetsel beceriler üzerindeki etkiler	Teknik becerilerin geliştirilmesi	+	İşleri daha kolay yapmanın çeşitli tekniklerini ve yollarını bulma yeterliliğinin sağlanması	*"Eskiden biz evrakları tek tek toplayıp elle taratıp mail atardık, artık öyle bir şey yok. Artık mail atmaya bile gerek kalmıyor, sistemde kullandığımız yazılımların içerisinde o evrakları pdf formatında hangi yükse onun altına kaydedebiliyoruz. Hangi tıra ait evraksa, hangi konteynere ait konşimento varsa onların hepsinin sistemde kaydını çok daha kolay bir şekilde tutabiliyoruz. Bu da bizim çeşitli işlerimizi çok daha kolay ve hızlı yapabilme becerisini bize ekledi. Bir yönetici olarak rahatlıkla bunu söyleyebilirim."* (Firma G)

			+	Olası problemlerin önüne geçmenin ve problem çözmenin çeşitli tekniklerini ve yollarını bulma ve kullanma yeterliliğinin sağlanması	"*Ben bir yönetici olarak bugünkü teknoloji ortamında kendimi ve çalışanlarımı sürekli güncel tutmak zorundayım. Aslında bu da bizi besliyor, sürekli yeni beceriler kazandırıyor. Problemden bir adım önde olma, bir şeylerin önlemini alma gerekli olabiliyor. Aksi durumda bu problemleri yaşıyor olmak, öngörememek sizin etkin çalışmanızı engelliyor. Yani o nedenle her zaman bir adım önde düşünmek zorundayız. Bu da bizi güncel tutuyor aslında.*" (Firma D)
		Kavramsal becerilerin geliştirilmesi	+	İşletme çevresinin analiz edilmesi, fırsatların ve tehditlerin belirlenmesi ve bunlara göre eylem planı yapılmasının sağlanması	"*Dijitalleşmeye epey para harcadık, yatırım yaptık, işte server yatırımlarımız oldu, teknolojik donanım yatırımlarımız oldu. Bir program satın aldık. O programla şu anda en azından kendi iç süreçlerimizi daha dijital bir şekilde yapıyoruz. Yani iç işleyişimizde meydana gelen bir problemin veya değişikliğin diğer birimleri hangi şekillerde etkileyebileceğinin analizini çok daha kolay bir şekilde yapabiliyoruz. SWOT analizi gibi düşünebilirsiniz bunu. Bu bizi karlılık anlamında bir adım öne geçirecek, geçiriyor şimdiden de.*" (Firma E)
		Yönetim stratejilerinin belirlenmesi	+	Çeşitli yazılımlar yoluyla müşteri memnuniyetinin ölçülmesi, raporlanması ve bunun sonucunda yönetim stratejisi belirlenmesi	*"Biz sürekli yeni yeni şeylere başlıyoruz mesela random müşteri memnuniyeti anketlerine. Bunu da dijital ortamda uygulayıp raporluyoruz. O raporların sonucu bize hep bir şey ifade etmeli ve bundan sonraki iş yapış şeklimizi belirlemeli. Yaptığımız işten verim alıyor muyuz, yoksa başka bir strateji mi izlemeliyiz, bunun direkt belirleyicisi bu anketler. Bunun için de işte bir CRM'e, bir programa ihtiyacımız oluyor."* (Firma L)
			+		"*Dijital teknoloji kullanımı bizim için bir seçim değil, başka bir opsiyonumuz yok, başka türlü kontrol edemeyiz. Sadece bizim departman ayda yaklaşık 1700-2000 konteynerlik yük elleçliyor. Bunun istatistiklerini alamazsam, bunun lost account'ını görmezsem, yani bir sistem olmazsa kimin işlerinin düştüğünü, hangi firmanın artık bizimle daha yavaş çalıştığını raporlayamazsam kontrol edemem ve buna uygun adımlar da atamam ve departmanımı yönetemem.*" (Firma L)
		Örgütsel zamanın etkin kullanılması	+	Teknoloji yardımıyla yapılan işlerin daha hızlı tamamlanması ve kalan vaktin farklı işler için daha verimli bir şekilde kullanılması	"*Dijitalleşme bize öncelikle vakit kazandırıyor, bu bizim için en değerli şey, para kazandırmasıyla eşdeğer bizim için. Yani hem orası için harcamamız gereken efor, vakit ve işgücü düşmüş oluyor, hem de çalışanların gün içerisindeki sarf ettikleri efor süresini düşürüp, kalan vakitlerinde de şirket için ya da bağlı oldukları departman için daha verimli şeylere harcamalarını sağlamış oluyoruz.*" (Firma L)
			+		"*Aslında çok yararlı bir şey bu lojistik 4.0, çünkü sana vakit kazandırıyor aslında işleri sistem üzerinden yaptığın için. Bu da firma içerisinde daha farklı*

					işleri de yapabilmene fırsat tanıyor. Bu yapılan farklı işler de hem sana hem de firmaya ekonomik avantaj sağlıyor." (Firma G)
			+		"*Yeni bir teknolojiye adapte olmak için aslında ilk başta daha uzun efor sarf etmiş oluyoruz. Ama sonrasında tam tersi vakit ve para kazandırmış oluyor bize. Eskiden uzunca bir sürede yaptığın işi şimdi çok daha kısa sürede yapabiliyorsun ve o arta kalan zamanda farklı ve verimli işler yapıyorsun.*" (Firma L)
			+		"*Bizim şirketimiz iş gücünü daha verimli daha getirerek zaman faydası sağlayacak her türlü konuda dijital teknolojiye yatırım yapan ve gelecekte de yapmayı planlayan bir şirket kesinlikle. Teknolojik yatırımlar bunun en büyük örneği. İşgücüne ve teknolojiye yaptığımız yatırımlar sayesinde zamansal anlamda verimliliği yakalıyoruz ve her bir işin tamamlanması sürecini kısaltıyoruz.*" (Firma I)
			+		"*Bazı yazılımlar sistemi öyle hızlı ve pratik bir hale getiriyor ki, önceki programda atıyorum 1 saatte yapabiliyorsanız, yeni gelen sistemle işte 20 dakikada bitirebiliyorsunuz ve çok daha fazla müşteriye erişebilme fırsatınız oluyor.*" (Firma U)
			+		"*Yaptığımız işin bir de denetleme kısmı var. Denetlendiğimizde, geriye dönük o arşivleri incelediğimizde birtakım konuları eğer zamanında iyi yönettiyseniz, belli otomasyonlar üzerinden yönettiyseniz, bunları geriye dönük bulmak, sorgulamak daha kolay oluyor.Hiç bir şekilde vakit kaybı yaşamıyoruz böylelikle.*" (Firma F)
			+	Teknolojik destek ile vakit kaybedilen alanların belirlenmesi ve bu işlerin optimize edilerek zaman faydası yaratılması	"*Biz bir dijital lojistik organizatörüyüz, firmamızın içinde ayrı bir IT departmanı var. Bu departmandakiler, operasyondakilerle iletişim halinde oluyorlar ve teknolojik destek ile daha verimli operasyonları beraber organize ediyorlar. Operasyondakiler mesela diyor ki burayı optimize edebiliriz, burada çok zaman kaybediyoruz operasyon sürecinde. IT departmanı da bunu optimize etmeye çalışıyor.*" (Firma F)
			+		"*CRM programından gelen raporlamanın değerlendirmeleri sonucu kendinize bir yol haritası çizip, belirli müşterilere odaklanıp, belirli işlere boşuna vakit harcadığınızı görüp daha çok iş gelebilecek alanlara yönelebilirsiniz. Bu da aslında yine ekstradan para kazanmanızı sağlayacak bir şey. Yani ayrıca sürekli gidip iş alamadığı bir müşteriyle ikili ilişkiyi de geliştiren bir insan, diğer işleri kaçırıyor oluyor aslında.*" (Firma F)

	Tedarik zinciri entegrasyonu üzerindeki etkiler	Tedarik zinciri ortakları arasında teknolojik altyapı uyumsuzluğu bulunması	-	Altyapı yetersizliği sebebiyle tedarik zinciri ortakları arasında işbirliği ve süreç yönetiminin olumsuz etkilenmesi	"*Şöyle söyleyebiliriz, yeni sisteme hızlı geçiş oldu ve hızlı geçişe altyapı yetişmedi birçok yerde. Tüm tedarik zincirine bu altyapı yayılamadı, böyle bir entegrasyon sağlanamadı. Hani sistemler yakalayamadı yani onu. Bu da bizim o zincirdeki ortaklarımızla olan çalışma şeklimizi olumsuz yönde etkiledi.*" (Firma B)
			-		"*Yeni geçtiğimiz program son teknoloji bir program. Fakat altyapı da sistemi çok ciddi desteklemediği için aslında bizi hızlandırması gerekirken bir tık yavaşlattı, performansımızı düşürmüş oldu. Çünkü tüm ortaklarımızda bu altyapı ve server yatırımları yok sonuçta. Aynı hıza getirebilmek için bir onun sıkıntısını çok yaşadık. Entegre olmak ile alakalı problemlerimiz bunlar oldu.*" (Firma C)
			-		*"Altyapının kurulması dijitalleşme sürecinde hayati önemli bir nokta. Mesela Cuma günü gümrük havalimanı ihracat çok yoğundur. Gümrük sistemi gidiyor mesela, çalışmıyor, o an bütün işlemler duruyor yani bir işlem yapılamıyor. Bu olmaması gereken bir durum, yani en azından Cuma olmaması gereken bir durum. Sistemin bir saat bile kilitlenmesi bizim gibi çok aktif çalışan firmalar için büyük ekonomik kayıp. Örneğin bizim altyapımız uygunken, gümrüğün uygun olmayışı ve buradaki entegrasyon sıkıntısı hepimizi etkilemiş oluyor.*" (Firma N)
			-		"*Tedarik zinciri aktörlerimiz arasında bir otomasyon ve entegrasyon yok. Yani siz nakliyeciyle telefon haricinde çok fazla iletişim kuramazsınız, en fazla mail atarsınız, onlarda o altyapı yok. Mesela havayoluyla bir mal yüklendiğinde, bize otomatik olarak bildirebiliyorlar ya da biz kendi kullandığımız sistem veya havayolunun web sitesi üzerinden de bunu görebiliyoruz. Evet, bazı otomasyonlar var hayatımızda ama birebir tüm partnerlerimizle bu olamıyor, genellikle mail üzerinden dönüyor. Tabii ki burada beklenti, çok daha yenilikçi modellerin olması. Mesela bir mal yüklendiğinde, uçtuğunda, vardığında, gümrüğü bittiğinde, bunların hep bize düşmesini isteriz veya en azından aktörlerimizin belli bir otomasyon seviyesinde olmasını isteriz ama bunun altyapısı henüz tüm tedarik zinciri aktörleri özelinde hazır değil*

					bence. Altyapıdaki bu entegre olma sıkıntısı iletişimsizlik olarak sonuçlanıyor." (Firma J)
			-		"*Esas konteyner taşımacılığı yapan armatörler fiyat alışverişinde, booking alırken vs. online sistemlere geçmeye çalışıyorlar. Ama şöyle bir sıkıntı var, müşteri kanadında bunun karşılığı çok fazla yok halen. Yani ihracatçı firmalarda böyle bir altyapı yok, çeşitli teknolojileri kullanamıyorlar. Zaten bu altyapıyı veya programları satın alabilecek maddi güçleri de yok birçok firmanın. Yani sadece bizim o altyapıya sahip oluşumuz çok da anlamlı olmuyor tedarik zinciri üyelerimizin hepsinde var olmadıkça. Hatta bu uyumsuzluk bizim işbirliğimizi bile olumsuz etkiliyor diğer ortaklar arasındaki.*" (Firma R)
			-		"*Büyük bir global bir şirkette işte her yerini kontrol edebildiğiniz bir şirkette dijitalleşmek kolay iken bizim gibi lokal forwarder firmalarda çok daha zor. Yani biz müşteriyle entegre olabiliyoruz ama kendi networkümüz içerisinde aynı entegrasyonu sağlayamıyoruz. Tüm tedarik zinciri üyelerimizde o altyapı yok. Dolayısıyla bir anda bütün süreci tıkıyor her şeyi dijitalleştirmeye çalışırken. Bizim de işimizi olumsuz yönde etkiliyor bu altyapı eksikliği.*" (Firma E)
			-	Lokal firmaların teknolojik altyapıyı kuramaması ve yazılımları pahalı olması sebebiyle satın alamadıkları için tedarik zincirleri içerisine global firmaları dahil edememesi	*"Türkiye'ye baktığımızda, çoğunlukla Avrupa Birliği ülkeleri ile ticareti olduğu için bazı şeyler zorunluluk kaynaklı oluyor. Siz büyük bir firmayla çalışmak istiyorsanız, Avrupalı, Amerikalı, Rus bir firma ile çalışmak istiyorsanız, onların kullandığı sistemleri entegre etmek zorundasınız kendi firmanıza. Bu altyapıyı kuramadığınızda da günü kurtarmaya çalışan firmalar o teknolojiye entegre olamayarak yavaş yavaş yok oluyorlar tedarik zinciri ağı içerisinde. İş yapan firmalar genelde global düzene ayak uydurmak zorunda oldukları için buna doğal seleksiyon da diyebiliriz, bu firmalar ayakta kalıyor.*" (Firma T)
			-	Teknolojik dönüşüme tedarik zinciri içerisindeki tüm firmaların dahil olmaması sebebiyle işbirliği ve süreç yönetiminin olumsuz etkilenmesi	"*Lojistik 4.0'a bizim geçmemiz yeterli değil, tüm tedarik zinciri o dönüşüm içine girmeli. Bu entegrasyonu bizim lojistik kısmında sağlayabilmemiz bence uzun yıllar alacak çünkü 20 senedir SAP kullanan müşterim de var, ama hala Excel'de bize sipariş geçen müşterim de var. O kadar gerideler ki, onların bir SAP geçişi bile bugün dese en az 7-8 seneyi alacak. Biz lojistik taraf olarak onlara dijital sunabildiğimiz her şeyi sunmaya gayret ediyoruz ama düşündüğümüz çerçevede lojistik 4.0'ın uygulanabilmesi, tüm zincirin bu sürece adapte olabilmesi, hayata geçirilebilmesi ve bundan bir kar elde edilebilmesi bence çok yakın gelecekte çok mümkün değil.*" (Firma O)

	İletişim üzerindeki etkiler	Sistemsel hataların oluşması	-	Sistemin ekipman ataması yapmasına rağmen, gerçekte ekipman bulunmaması ve insan ile iletişime geçilemediğinden bu sorunun çözüme ulaşamaması	"*Dijitalleşmeyle beraber, rezervasyonu giriyorsunuz, direkt size onay föyü düşüyor, siz ekipman almaya gidiyorsunuz, ama bir bakıyorsunuz konteyner yok. Aslında talebiniz onaylı ama konteyner alamıyorsunuz. Mesela bu insan faktörü olmadan alınmış bir booking sürecinde sizin için bir problem. Aslında dijitalleşmede kolaylık diye görünen sistem, sizin araç yönlendirip, fazladan masrafınızın oluşmasına, konteyner alamamanıza, yükleme yapamamanıza sebep oluyor.*" (Firma A)
			-	Sistemin bir forwardera ekipman ataması yapmazken, bir diğerine yapması sebebiyle müşteri ile iletişimde problemler yaşanması	*"Armatör sistemleri biraz daha mükemmele yakın olmalı mesela biri girdiğinde onay vermiyorsa, ikinci kişiye de onay gelmemesi lazım. O zaman çünkü ben aldıramayıp, o aldırabildiğinde zor bir duruma dönüşüyor. Mesela bir kere ben aldıramadım, müşteri farklı bir forwarder üzerinden bookingi gemiye aldırabildiği de oldu. Ben zorlamayıp sistemsel bir red geliyor dedikten sonra başka forwarder aldırdığında bizim müşteri kaybı riskimiz oluyor. Yani ya hiç kimsenin ikna etmeye ve sistemi zorlamaya çalışmaması lazım ya da böyle bir sistem olmaması lazım.*" (Firma G)
			-	Sistemsel kilitlenmelerin yaşanması sebebiyle gümrük işlemlerinin yapılamaması ve ilgili kişilerle iletişim kurulamaması sebebiyle problem yaşanması	"*Özellikle ithalat işlemlerinde başımıza çok gelen bir durum. Bir ithalat işlemimiz var ve ürünlerin çok acil çıkması gerekiyor. Görüşüyorsunuz, problem ne, sistemler çöktü, işlem yapamıyoruz gümrükte. İnsanın yapması gereken bu işlemleri sistem yaptığı için ve sistem de kilitlendiği için, o dakikadan sonra cumhurbaşkanı gelse o ürünü oradan çıkaramaz artık. Mesela bazen de mesaj geliyor aniden, saat 5 ile diğer gün saat 8 arası bakım olacağı için sistemler kullanılamayacaktır. E biz 24 saat yükleme yapıyorduk mesela bu çok büyük bir problem, iş akışımızı engelledi bu sorun bizim.*" (Firma T)
			-	Evrakları kişi yerine sistemin hazırlaması ve sistemin de çökmesi sebebiyle işlerin aksaması ve müşteri ile sorunlar yaşanması	"*Sistemin sürekli kilitlenmesi mesela bazen geminin acil kalkış durumlarında işte çok seri bir şekilde müşteriye bilgi vermek gerektiğinde, konşimentonun hemen hazır edilmesi gereken durumlarda sistemin çöküyor olması operasyonu gerçekten çok sinirlendiren bir durum ve işlerini de aksatan bir durum oluyor. Ama bununla beraber sadece operasyon değil, finansal anlamda da çünkü faturalandırma sistemleri de aslında entegre bir şekilde yapılıyor.*" (Firma U)
			-	Sistem kilitlenmeleri ve insan iletişiminden yoksunluk sebebiyle problem yaşanması	"*İşlerin aksaması, vaktinde yetişmemesi gibi 4.0 kaynaklı, ekonomik anlamda sürdürülebilirliğe zarar verebilecek durumlar sık sık yaşanıyor. Sistemlerin kilitlenmesi gibi veya tam olarak istenilen ekranın, toolların veya bölümlerin istenildiği gibi yapılmaması durumunda yaşanan problemler gibi.*" (Firma U)

			-	Sistemsel hatalar ve insan kontrolü dışında çalışma sebebiyle malların farklı ülkelere sevk edilmesi ve vakit kaybı ortaya çıkması	"*Almanya'da çalıştığımız bir depo çok robotik sistemlerle çalışıyor, mal girişinde barkod okutuyor, kendileri özel etiket yapıştırıyorlar ve barkod sistemi kullanıyorlar, Türkiye için özel rampaları var oraya gidiyor mal. Evrak kontrolünden, palet ebatının ölçümüne kadar her şeyi elektronik olarak yapan çok dijital bir depo. Buna rağmen Türkiye malı bir defasında Amerika'ya, bir defasında Peru'ya gitti. Yani bu tip sistemsel hatalar sebebiyle ürünlerin yanlış yerlere sevk edilmesi gibi sorunlar yaşadık. Bu durumda mesela çok ciddi bir gecikme yaşadık, biz de ödememizi zamanında alamadık müşteriden, işler epey karıştı.*" (Firma O)
			-	Sistemin müşterilere ilettiği otomatik mesajların yanlış olması sebebiyle iletişim problemleri yaşanması	"*Biz şirket olarak X isimli global bir konteyner takip platformunu kendi yazılımımıza eklettik müşterilere ETA bilgisi gitsin diye. Orada direkt armatörden çektikleri bilgiyi veriyorlar. Örneğin, Singapur'da bir malzeme aktarma limanında indirilmiş, 1 gün sonra İzmir'e gelecek gibi gözüküyor, uçağa mı koyup götürecekler, öyle bir şey yok, böyle saçma bir durum. Müşteriye böyle bir bilgi gidiyor, müşteri diyor ki benim malım yarın geliyormuş, haydi benim işlemlerimi ne zaman halledeceğiz, benim haberim yoktu yarın geleceğinden. Platform ile otomasyon sisteminde çalıştığımızda gördüğümüz şey buydu. Biz ondan sonra direkt kapattırdık mesela, çünkü yanlış bilgi gidiyor sistem üzerinden. Müşterinin bize olan güveni olumsuz etkileniyor, firma olarak kötü bir izlenim bırakmış oluyoruz. Doğru bilgi alamazsa üçüncü parti bir firma olarak müşteri neden bizi tercih etsin ki?*" (Firma R)
		Kişilerarası iletişim yoluyla sorun çözmenin ortadan kaldırılması	-	Yüklemeler sistemler üzerinden yürütüldüğü için bir problem yaşandığında insan ile iletişim kurulamadığından, problemin çözüme ulaşmasının gecikmesi ve bir krize dönüşmesi	"*Dijitalleşmenin bir dezavantajı da şu, bir kriz durumunda kimseye ulaşamıyorsunuz. Depoda aracım bekliyor, konteyner alacak, rezervasyonum onaylı, akşam olmuş saat 6-7, araç limanda, talep yok. Eskiden olsa bizi ararlardı, saniyesinde müşterinin sorununu çözerdik. Yani bir kriz var, yaşanıyor ama çözebilecek insan yok. Bunu bir şekilde müşteri gördüğünde alın size iş kaybı, yani bu bir dezavantajdır.*" (Firma B)
			-		"*Birçok armatör son yıllarda sistemini online'a çevirdi. Yani teklif almaları, rezervasyon onaylamalarını, diğer birçok şeyi. Yani bu bence hani insanlara ve sektöre yansıması anlamında çok pozitif bir şey olmadı. Mesela ekipmansızlık yaşadığımız bir*

					dönemde muhatap bulabileceğimiz bir insan aradık ve hani bu konuda sektördeki birçok bizim gibi forwarder sıkıntıya düştü. Çünkü bizim armatörle iletişime geçememiz demek, müşteriye hizmet sağlayamamamız ve bu da nihayetinde para kazanamamamız demek, bu iş bir zincir." (Firma C)
			-		"*Armatörler çok ani geçtiler dijitalleşme süreci içerisine, bu da bizi, müşterimizi, taşımacıyı, yani tüm tedarik zincirini aslında olumsuz etkiledi diyebiliriz. Bazı durumlarda sistem değil, insanın müdahale etmesi gerekiyor, çünkü çok fazla ve çok farklı sorunla karşılaşıyoruz, dijital olarak çözemiyoruz bunu. İnsanların müdahale etmesi ve insan iletişimi gerekiyor ama dijitalleşmeden dolayı karşımızda insan bulamıyoruz. Sorunları çözemeyince müşteriye hizmet edemiyoruz ve onların bir sonraki işlemde rakip forwarderları tercih etme ihtimali artıyor direkman.*" (Firma G)
	Yatırım geri dönüş beklentisi üzerindeki etkiler	Teknolojik yatırım maliyetlerinin yüksek olması	-	Teknolojik ürün ve yazılımların maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle, firmalarda yatırımı kara dönüştürmeye yönelik kaygı ve korku oluşmasına sebep olması	"*Teknolojik süreçler, dijitalleşmeye geçiş çok büyük başlangıç maliyeti olan süreçler tabii, aslında bu da ekonomik olarak firmayı yoruyor açıkçası ve o teknolojiye geçiş için de bir çekince yaratıyor bunu kara dönüştürüp dönüştüremeyeceği yönünde.*" (Firma A)
			-		"*Lokal firmalar parası kadar, yani kullanabileceği teknoloji kadar yatırım yapıyor. Çünkü bu teknolojiler çok ağır, pahalı teknolojiler. Milyonlar ödeniyor. Adam diyor ki, bu yatırımı yapmayayım, çünkü korkuyor, belli bir süre sonra düşmeye başlıyor potansiyeli. Sadece güçlü olanlar ayakta kalıyor, küçük veya orta ölçekliler rekabet dahi edemiyor.*" (Firma B)
			-		"*Çok uzun yıllardır bu lojistik 4.0 çalışmaları devam ediyor özellikle entegratör firmalarda. Ama hani istenen seviyede mi derseniz bence daha çok alınacak yol var. Özellikle maliyet baskısı bu noktada çok ciddi bir engel ilerleyebilmek için. Bunu kara dönüştürme konusunda endişe yaşıyor firmalar.*" (Firma D)
			-		"*Dijitalleşmenin negatif bir etkisi maliyet, ben hep onu söylüyorum, çünkü bunlar pahalı işler. Bu maliyeti işletmelerin bir yerden çıkarması lazım, kara dönüştürmesi şart firmaların Dönüştürüp dönüştüremeyeceklerine dair hep bir korkul yaşıyorlar.*" (Firma E)
			-		"*Dijital teknolojilere yatırım yapmanın tabii ki belli maliyetleri var, yani yüz binlerce liraları, milyonları bulan*

					farklı yatırım maliyetleri oluyor. Bunun değerlendirmesini işverenin ve yöneticilerin iyi yapması lazım. Bu iş buna değecek mi, buna yatırdığımız paranın karşılığını alabilecek miyiz?" (EFirma H)
			-		"*Bu teknolojilerdeki en büyük problem de yüksek kapital, yani yüksek yatırım maliyeti. Bunun çok basit bir örneği, bir tane bilgisayara Office programı kuracak olsanız bile aylık 1500 lira, tabii bu bir firma için ufak bir şey ama en küçük noktası bile maliyet olan bir süreç. Bu maliyete katlanmak bunu sonra bir de kara dönüştürmek konusu var.*" (Firma T)
			-		"*Maliyeti başta yüksek olsa da, sonradan işlem maliyetini yani faaliyet maliyetini azaltır mutlaka tüm teknolojik gelişmeler. Firmalar tabii bu yatırımı kara dönüştürme kaygısı taşıyorlar. Bu da yatırım kararlarını olumsuz yönde etkiliyor.*" (Firma I)
			-		"*Mesela bazı yazılımlar var, onları kullanmak istiyorum, fakat maliyetleri çok yüksek. Yani biz yıllardır bunu değerlendiriyoruz, sürekli vazgeçiyoruz, öyle söyleyeyim. Çünkü bana sağlayacağı avantajlar, getireceği maliyetin üzerinde olacak mı, bu bizi korkutuyor.*" (Firma J)
			-		"*Teknolojik altyapı çalışmaları çok güçlü bir şekilde devam ediyor ama maliyetler burada söz konusu. Bizim burada yaptığımız, lojistik firmalarının yaptığı temel yatırımların çoğu maliyet gerektiriyor, e tabii kurların da bu kadar oynak olması zaman zaman uçurumlar da yaratabiliyor yani yanlış ve plansız yatırım negatif bir dönüş getirebiliyor.*" (Firma N)
			-		"*Teknolojik yazılım ve programların hepsi ithal ediliyor ve onların sadece yazılım maliyeti değil, bir de ekstra servis destek maliyeti oluyor. Yani size şöyle söyleyeyim, Türkiye'de kullanılan yerel bir programın bile yazılım destek maliyeti o kadar yüksek ki çoğu firma artık çoğu firma bünyesine yazılımcı alıp kendi içinde program yazmaya çalışıyor.*" (Firma N)
			-		"*Aslında dijitalize olduğunuzda düşünürsünüz ya, gerek var mı bu kadar maliyete göğüs germeye diye. Biz düşünüyoruz ve umuyoruz ki eninde sonunda maliyetlerin karşılıkları alınacak. Ama bir taraftan korkuyoruz da açık söylemek gerekirse.*" (Firma P)
			-		"*Teknolojik dönüşüm anlamında bir altyapı problemi de var. Bu tür teknolojiler maliyetli işler, özellikle KOBİ diyebileceğimiz küçük işyerleri buna büyük yatırımlar yapamazlar Türkiye'de bu şatlarda, zor olur yani gerçekçi olmak lazım.*" (Firma L)
			-		"*Yatırım yapmak, IT departmanları açmak henüz Türkiye'de hala çok pahalı olan ve yatırım yapılması zor konular ve ürünler bunlar. Zaten çok büyük maliyetler söz konusu, bir de bu pahalı yatırımlar insanları korkutuyor.*" (Firma L)

			-		"*Firma eğer küçük bir firmaysa, maliyet avantajını çok fazla kullanma tedirginliğini yaşadığı için herhangi bir altyapıda yani bir CRM altyapısında, bu SAP, SLS, GPSS olabilir, bir sürü kullanılan farklı program var lojistik sektöründe operasyonu gerçekleştirebilmek veya başka işlemleri yapabilmek için. Burada yazılım firmalarının gelip görüştükleri zaman sundukları fiyatlar var. Maliyet kaygısı güden bir şirket veya bir yönetici en uygun fiyatlısını seçmeye çalışıyor. En uygun fiyatlı teknoloji her zamanen iyi teknoloji olmayabiliyor. Maliyet endişesi de çok büyük bir etken yani.*" (Firma U)
			-		"*Dijital teknolojiler zaten çok büyük yatırımlar gerektiren şeyler en başta. Biz bir nakliye programı alırken bile bunun bize geri dönüşü ne kadar sürede olur konusunu çok ciddi hesaplar yaparak bu yatırımı yaptık. Tabii bu yatırımları yaparken ülkemizin de içinde bulunduğu ekonomik durumu düşünmek zorundayız. Şu an çok iyi gitmiyoruz, gelecek dönem ne gösterir bilmiyorum bir belirsizlik söz konusu.*" (Firma O)
			-		"*Biz tabii ki bir iç yazılım kullanıyoruz yüklemelerimizin takipleri vs. için ama her birinin modülünü açtırmak çok maliyetli olduğundan dolayı açıkçası firmalar genelde, daha kısıtlı modüllerde fatura kesilebilen, yükün sistemde takibinin yapılabildiği ve bir referans numarası atanabildiği, kar oranlarının görülebildiği genel anlamda çok karmaşık olmayan modülleri kullanıyorlar. Çok maliyetli programlar satın almaktan çekiniyor firmalar genel olarak. Bu maliyetlere değer mi, değmez mi konusu çok önemli.*" (Firma R)
Sosyal Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilirlik bilincinin yaygınlaştırılması üzerindeki etkiler	Toplumsal farkındalığın arttırılması	+	Firmaların yaptıkları sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe dayalı kampanyaları sosyal medya hesapları üzerinden yayınlamaları sebebiyle diğer firmalar ve tüm toplumun bilgi edinmesi ve bilinç kazanması	"*Teknolojiyle beraber, insanlarda sürdürülebilirliğin daha fazla farkındalığı arttırılmış olacak ve kolaylıkla da yaygınlaştırılabilinecek bugün her şeyde olduğu gibi. Mesela ben Instagram gibi bazı sosyal medya aplikasyonlarında firmaların yaptıkları sosyal kampanyaları ve daha birçok çok güzel paylaşımları görüyorum. Benimle birlikte diğer firmalar ve milyonlarca insan görüyor ve okuyor bunları. Dolayısıyla teknolojinin ve toplumsal dönüşümün böyle de bir pozitif tarafı var bilinç kazanma anlamında.*" (Firma A)
			+		"*Mesela yaptığımız sponsorluk kampanyalarını sosyal medya üzerinden, çeşitli kanallar üzerinden paylaşıyoruz. Bizim o yaptığımız sosyal sorumlulukla ilgili haberler diğer firmaları da tetikleyip böyle bir ağ şeklinde bu yaygınlaşabilir.*" (Firma C)

		Sektörel farkındalığın arttırılması	+	Armatör firmalardan başlayarak dijital dönüşümün zaman içerisinde tüm tedarik zinciri içerisinde yayılması	"*Zamanla armatör firmaların dijitalleşmesi, bizi de daha fazla dijital olmaya mecbur bırakacak ve hatta bu ihracatçı kısmına kadar dalga dalga yayılacak ve bence teknolojik dönüşüm de lojistik sektöründe bu şekilde oluşacak. Yani tüm tedarik zincirinin birbirini tetiklemesiyle.*" (Firma A)
			+	Çeşitli yasal zorunluluklar ve teşvikler sebebiyle ve teknolojinin desteğiyle sürdürülebilirlik bilincinin tüm sektörde yayılmasının bir mecburiyet haline gelmesi	"*Teknolojik dönüşümün sektörde yer alan firmaların sürdürülebilirlik anlamında farkındalıklarının arttırılması faydası da olacak yani yaygınlaşma demek istiyorum. Şu anda zaten genel olarak dünyada da bunun şirketlere baskısı var. Şu an mesela emisyonu yüksek olan bir geminin Avrupa'da belirli rotalara gitmesi yavaş yavaş kısıtlanıyor. Yani zaten dünya da sektörü buna zorluyor. İşte ne bileyim Türkiye'de siz yenilenebilir enerjiyle bir hizmet sunduğunuzda bunun için verilen belli teşvikler var. İşte bu gibi dış faktörlerin de etkisiyle ve aynı zamanda teknolojiyle yavaş yavaş bunun farkındalığı ve etkisi artacak diye düşünüyorum.*" (Firma C)
	Dijital dönüşüme kurum içi adaptasyon üzerindeki etkiler	Kurum içi teknolojik dönüşüm eğitimlerinin yetersiz olması	-	Armatör firmaların dönüşüme çok hızlı bir şekilde girmesi ve eğitimlerin yetersiz olması sebebiyle firma çalışanlarının yeni teknolojilere adapte olamaması	"*Eskiden çok daha hızlı yanıt alabildiğim ve problemlerimi çok daha hızlı çözdüğüm bir süreç varken, şu anda çok daha yavaş, çok daha ağır. Armatör tarafının çok fazla dijitalleşmesinin bana etkisi bu oldu. Bunun sebebi de sisteme bir anda geçiş ve o kalabalık insan grubunun yeterli eğitim almamış olmaları sebebiyle buna hemen ayak uyduramaması oldu.*" (Firma A)
			-	Firmaların yeni teknolojilere adaptasyon sürecine hızlı geçişleri ve çalışanlarına yeterli eğitimi vermemeleri sebebiyle çalışanlar tarafından iş kaybı korkusu ve kaygısı yaşanması	"*Bu yeni satın aldığımız programdan önce bu kadar komplike bir program kullanmıyorduk ve bu programa adapte olma sıkıntısı yaşadık. Eğitim de aldık aslına bakarsan ama programın o kadar çok özelliği var ki. Biz hızlandırılmış bir eğitim aldık. Çünkü hali hazırda zaten yapılan, organize edilen yüklemeler vardı ve bu yüklemelerini bir an önce programa adapte olması gerekiyordu. Dolayısıyla hap bilgileri verdiler. Bizler çalışanlar olarak birçok sorun yaşadık bu hızlı öğrenmeye çalışma sürecinde de. Öğrenemeyeceğimiz ile ilgili korkuya bile kapıldık açıkçası işimizi kaybetme endişesini yaşadık.*" (Firma C)
			-		"*Bahsettiğim programa geçtiğimizde herkes tabii ki panikledi ve adapte olamadı çünkü daha önce kullanmadığımız komplike bir program*

					var karşımızda ve işlerini kaybetmekten korktu çalışanlar. Öyle olunca direkt yapılabilenler yapıldı ama akabinde en az 2-3 tane daha eğitim toplantıları yaptık, yetkililerin program sahiplerine direkt bağlanıp işte böyle böyle bir sıkıntı var nasıl giderebiliriz şeklinde, bu bir süreç aldı." (Firma C)
			-		"*Dijitalleşmeyle ilgili en büyük sorun uyum sorunu açıkçası. Çünkü alışkanlıkları değiştirmek hiç kolay değil. Bunu sadece programı satın alan olarak siz yaşamıyorsunuz, bütün ekibin bu değişimi kabullenmesi gerekiyor ki ekibin değişimi kabullenmesi kolay bir şey değil. Her zaman bir direnç vardır bu noktada. Ancak işte hayatı kolaylaştırdığında aa bu iyi bir şeymiş derler. Bu da bizim firmamızda biraz zor oldu. Eğitimler yetersiz kaldı ve çeşitli sorunlar yaşandı. Birkaç kişi işini kaybedip etmeyeceğini bile bana gelip sordular.*" (Firma E)
			-		"*Yeni bir yazılıma geçtiğimiz ilk aylarda daha çok entegrasyon ve alışma süreci yaşanıyor. Çalışanlar önce hep bir bocalıyor, sonra daha rahat uygulanıyor. Ama bu süreçte çok problem yaşanıyor. Yeterli eğitimler genelde verilmiyor ve çok hızlı geçilmeye çalışılıyor. Dolayısıyla çalışanlar da panik oluyor bu yeni yazılımı becerebilecek miyim, işimden olur muyum gibi.*" (Firma K)
			-		*"Çalışanlar genelde bütün sistemleri değiştiğinde, her şeye baştan gireceğiz algısına giriyorlar ya da müşterileri şimdi nasıl yöneteceğiz diye tedirginlik yaşıyorlar. İnsanların bağlı oldukları alışkanlıklarından vazgeçmeleri özellikle endüstriyel satın almalarda, en çok zorlanılan konulardan biridir. Onlara bu programı verdikten sonra sadece dijital değil de belki birebir çalışmalar halinde de o programı gösterebilmek ve çok daha pratik hale gelmelerini sağlayabilmek süreci gerçekten önemli oluyor.Biz bu zorlukların tamamını, istihdam endişesini dahi yaşadık diyebilirim firmamızın içinde.*" (Firma U)
		Ekip ruhunun ve dayanışmanın geliştirilmesi	+	Teknolojik dönüşüme dayalı eğitimlerin kurum içi dayanışma ruhunu, yardımlaşmayı ve kurumsal sadakati geliştirmesi	"*Yani şöyle bir şey de var lojistik 4.0'a başladık demek güzel bir şey ama ne kadarını yapabiliyoruz bunu sormalıyız ve gereklerini de yerine getirmeliyiz. Biz yavaş ama dolu dolu ilerliyoruz. Zamanla ekip olarak, kurum içerisindeki herkesin bu konuda daha iyi bir yere gelmesiyle birlikte güzel sonuçlar alacağımızı düşünüyorum. Tüm bu teknolojik dönüşüm eğitimleri yardımlaşma ve ekip ruhunu da gerektiriyor ve tetikliyor. Çalışanlar birbirlerine sorular soruyor ve beraber öğreniyorlar, bu çok değerli bir şey kurumsal sadakat anlamında bence.*" (Firma N)
			+		"*Dijital dönüşüme bağlı olarak yayılan otomasyon, birçok eğitimi de beraberinde getiriyor, Bizim firmamızda hemen hemen her hafta eğitimler oluyor ve bu eğitimlerin*

					sonucunda sınavlar oluyor. Çalışanlara farklı bir uğraş noktası oluşturuluyor, başarı hissini tetikliyor, birbirlerine destek oluyorlar, yardımlaşıyorlar. Yani böyle olumlu etkileri de gözardı etmemek gerek adaptasyon sürecinde." (Firma D)
			+		"*Kurum içi eğiitmler aynı zamanda kaynaştıran eğitimler, ben bunları böyle nitelendiriyorum. Farklı roller ve karakterlerdeki birçok çalışan birbirini besliyor bu yazılımsal eğitimlerde, ekip ruhu oluşturulmuş oluyor ve firmaya bence bağlılığı da arttıyor bir yerde.*" (Firma L)
			+		*"Biz dijital dönüşüme bağlı eğitimlerde ekipler oluşturuyoruz, yarışmalar düzenliyoruz, bunu biraz daha eğlenceli bir hale dönüştürmeye gayret ediyoruz. Böylece hem çalışanlar daha iyi öğreniyor, hem de işlerine olan sevgi ve sadakatleri de artıyor.*" (Firma L)
		Çalışanların iş yükü azalması	+	Dijital dönüşüme bağlı yazılımlar yardımıyla çalışanların işlerini daha kolay ve daha hızlı yapabilmleri sebebiyle dönüşüme karşı olumlu tavır geliştirmeleri	"*Bize dendi ki, gideceksiniz CMA'in websitesine, account oluşturacaksınız firma olarak. Oluşan hesabın globalde onaylandığında, rezervasyonunu oraya gireceksin. Böylelikle bizim iş yükümüz azaldı. Yani müşteri artık gidip satışçısından navlun anlaşıyor, satışçısı ona bir kontrat numarası veriyor. O kontrat numarasıyla rezervasyonunu giriyor. Bunun gibi olumlu durumlar da bizim bu yeni teknolojiye daha kolay adapte olmamızı sağlıyor çalışanlar olarak.*" (Firma M)
			+		"*Mesela bir araç geldi, o araç eğer mühürlüyse mührün fotoğrafi, araç reefer bir araçsa, frigolu bir araçsa kaç derecede programlanmış ve ölçülen kaç derece, araç temiz miydi, istif düzgün müydü, mühür numarası ile evraktaki mühür numarası tutuyor mu vs. bir sürü checklist var ve biz bunu senelerdir yapıyoruz aslında. Bizim havalimanındaki arkadaşlar her gelen mala bir checklist üzerinden hem araç kabul, hem de mal kabul formu oluşturuyor. Biz bunu dijital hale getirdik. Bu arkadaşlarımızın da iş yükü biraz daha azalmış oldu böylelikle. E bu arkadaşlar bu durumda teknolojik dönüşüme tabii ki olumlu yaklaşıyorlar.*" (Firma N)
			+		*"Mümkün olduğu kadar dijitalize ve otomatize hale getirelim sistemimizi, bizim üzerimizden bu evrak takibi, uçuş takibi gibi yükleri kaldıralım istiyoruz. Bunu yaptığımızda ve herşey daha otomatize olduğunda çalışanlarımızın da iş yükünde azalma olacak ve zaman içerisinde bu dönüşüme dahil olmaktan mutlaka memnun olacaklar.*" (Firma N)
			+		"*Bundan 2 yıl önce kullandığımız sistemde fatura kesimleri esnasında muhasebeci arkadaşımız bize dönüp diyordu ki işte bu yükün faturasını keseceğim, tek tek biz o hangi yükse eğer, içerisine girip, kalemleri oluşturup vs. fatura kesimi için manuel sürekli kontrol ve iletişim halindeydik. Şu anda kullandığımız sistemde hiç iletişim kurmadan otomatik olarak*

					operasyoncu arkadaşımız gerekli işlemleri sağlıyor. Bu bile muhasebede ve operasyonda çalışan kişilerin iş yükünü azaltıyor, direktman sürecin kolaylaşmasını sağlıyor. Bizim her birimizin olumlu bakmasını sağlayan ve işimizi kolaylaştıran etkenler bunlar." (Firma A)
			+		"*Bir çalışan teknoloji sayesinde çalıştığı süreyi daha iyi değerlendirmiş olur. İşlerin daha kolay halledilmesi, sizin iş performansınızı da arttıracaktır. İlkel bir şekilde kağıt basmak ve fotokopi makinesinin başında yarım saat geçirmek yerine ya daha fazla iş yaparsınız ya da mesainizi daha erken bitirirsiniz, iş yükünüz azalır. Normalde 6'da çıkmanız gerekiyorsa 5'te çıkarsınız, o 1 saatiniz de kendinize kalır. Bu da teknolojiyi ve bu dönüşümü sevmenize sebep başlı başına zaten.*" (Firma R)
	İstihdam üzerindeki etkiler	İnsan gücüne ve insan kontrolüne olan ihtiyacın azalması	-	Dijitalleşmenin tüm tedarik zincirine yayılmasıyla beraber özellikle mavi yaka iş gücüne olan ihtiyacın azalması	"*Yani ilerde sistem altyapısının iyileşmesi ve tedarik zincirindeki dijitalleşmenin artmasıyla beraber mutlaka tüm sektörde çalışan insan sayısında da azalma olacaktır diye düşünüyorum.Özellikle mavi yakalar için daha büyük tehdit tabii ki.*" (Firma A)
			-		"*Dijitalleştirip de süreci, insan gücünü azalttığınız zaman daha az personelle çalışıp belki istihdamı azaltma gibi olumsuz bir etkisi de olabilir topluma. Yani böyle bir şey de var doğrusunu isterseniz. İşte mavi yaka tarafında, vasıfsız işçi tarafında olumsuz olan bir durum bu.*" (Firma E)
			-		"*Üretimde bazı dijital teknolojiler insan gücüne olan ihtiyacı azaltacağı için özellikle mavi yakalıların işini kaybetmesine sebep olabilir.*" (Firma M)
			-		"*Teknolojik dönüşüm süreci işsizliğe yol açabilir gelecekte, özellikle mavi yaka, depolama alanında. Depodan hiçbir şekilde insan eli değmeden, raylar, robotlar üzerinden birbiriyle etkileşerek araca yüklemesi, o aracın gideceği destinasyona gidip orada da aynı şekilde ürünü boşaltması, teslim etmesi gibi bir süreç var. Eğer öyle bu her depoda sağlanırsa tabii ki depo ya da bu tarz fabrika üretim noktalarında çalışan mavi yakanın işsiz kalması demek, evet doğru.*" (Firma K)
			-		"*İstihdam açısından da otomotiv sektöründe zaten başladı. Eskiden bir otomobilin raydan çıkması 100-200 tane elemanın çalışmasını gerektiriyordu, şu an neredeyse 5 tane*

					eleman bir aracı çıkarabiliyorlar. Teknoloji ilerledikçe bu zamanla belki 1'e, hatta 0'a düşecek yani. Otomotiv sektöründe ben otomasyonu çok fazla görüyorum. Bu durum lojistiğe de, tüm sektörlere de tabii sıçrayacak." (Firma N)
			-	Otomasyonun beraberinde daha az iş gücü gerektirmesi sebebiyle işten çıkarmaların yaşanması	"*Dijitalleşmenin etkisiyle her şey yazılıma bağlandığı için operasyon sürecinde; normalde biraz daha manuel oluyordu, operasyon ekibi müşterilere teker teker belge iletiyordu, ihbar iletiyordu. Artık daha rahat olduğu için aslında daha az operasyon elemanına ihtiyaç duyuyoruz. Çünkü bu konuda 20-30 kişinin yapacağı bir işi 3-4 kişi yapabiliyor yazılım sayesinde, bu da istihdam açısından olumsuz açıkçası.*" (Firma F)
			-		"*Yeni teknolojiler mesela yapay zeka veya makine öğrenimi gibi şeylerden dolayı istihdamda bir azalma olur mu, bir de öyle bir nokta var. O noktada da biraz ikiye bölünme oluyor. Mesela bir lojistikçi olarak 10 kişinin yapacağı işi 2 kişi yapabiliyor, bir işsizlik ortaya çıkıyor diyebilirim. Bu durumda da yazılım mühendislerine çok istihdam olanağı çıkıyor. İstihdam konusu kesin olarak yanıt verilemeyecek, çatışmalı bir konu ama bence işsiz bıraktığı kişi sayısı, yeni iş imkanları yarattığı kişi sayısından daha fazla olacaktır lojistik sektöründe Endüstri 4.0'ın.*" (Firma T)
			-		"*Eğer 2 yıl önceki sistem altyapımızın dijitalleşmesini sağlamamış olsaydık, belki de ofisimizde 20 kişi çalışıyor olacaktı. Çünkü daha fazla operasyonel kontrol, daha fazla dökümanla ilgili işlem gerekecekti. Ya da sistemin bize sağladığı kolaylıklar, tracking mesela, kullanmasaydık onun için bile ekstra bir iş gücü gerekecekti, bu durum firma için maliyet avantajı yani açıkçası. Ama çalışan için istihdam kaybı demek, yani olumsuz, bu bir tehlike diyebiliriz.*" (Firma A)
			-		"*Şimdi biz herşeyi sistemler, aplikasyonlar üzerinden halledebiliyoruz ama bunun bir de dezavantajı var, karşınızda artık bir insan yok. Yani insansızlaşmaya başlıyor artık. Benim mesela önceki çalıştığım firmadan çıkarılma sebebim de buydu aslında, insana olan ihtiyacın azalması.*" (Firma B)
			-	Maliyeti düşürme kaygısı ve otomasyonun beraberinde insana dayalı iş gücünde azalmayı getirmesi	"*Ben bundan 10 sene sonra sistemler robota geçtiğinde ilk çıkarılacaklardan biri olacağım. Benden büyükler daha da erken gönderilecek. Maliyet hesaplamasıyla alakalı bu tamamen. İşte kişinin kıdemi arttıkça maaşı da artıyor. Denilecek ki 3 tane bu şekilde kişi çalıştırıp bu maaşı vereceğime, ben bunu programa veririm kendi kendine halleder diyor yani.*" (Firma C)
			-		"*İşte veya üretimde, robotik makineler yer aldığında, diyecekler ki sana artık güle güle, maliyeti düşürmek adına. Evet, işsizliğin daha fazla artacağına inanıyorum.*" (Firma M)
			-		"*Tabii yani istihdamda sıkıntılar da var. Türkiye gibi işsizlik oranının bu kadar yüksek olduğu bir yerde*

					otomasyonun artması ve dijital teknolojilerin artmasıyla ve üstelik bir de maliyet kaygısıyla işsizlik daha çok artacak mı, evet bence artacak." (Firma N)
			-	Sistemlerde otomasyona geçilmesinin daha az iş gücü gerektirmesi sebebiyle yeni mezunların iş bulmalarını zorlaştırması	"*Ne kadar çok dijitalleşirseniz, o kadar az eleman ihtiyacınız oluyor. Bu kadar işsizliğin olduğu bir ortamda, dijitalleşme daha da büyük işsizlik orduları getirecektir diye düşünüyorum çünkü düşünün her üniversitenin lojistik bölümünden yüzlerce insan mezun oluyor. İşi normalde 3 kişi yapacakken, dijitalleşme ile 1 kişiye düşüyor bu iş, o 2 kişi açıkta kalacak.*" (Firma O)
			-		"*Armatörde çalışan kişiler için de çok fazla işten çıkarılmalar oldu dijital dönüşüme geçiş sürecinde.Yani online'a geçilen süreçte tabi insan gücüne ihtiyaç azaldı bir yerde ve toplu çıkarmalar çok duyduk mesela.*" (Firma C)
			-	Teknolojik dönüşümün ve otomasyonun insan gücüne olan ihtiyacı azalmasıyla bazı sektörlerin ortadan kalkması	"*Teknoloji ilerledikçe ve otomasyon bu şekilde yayıldıkça artık ihracatçılar direkt armatör kanadıyla çalışacak ve bize çok da gerek kalmayacak gelecekte diye konuşuyoruz biz aramızda. Forwarder firmaların seyahat acentesi gibi nasıl otel rezervasyonu yapıyorsunuz, gemi rezervasyonu yaptığınız bir yer haline gelebileceğimizi düşünüyoruz açıkçası. Bu da olası görünüyor. Belki bir 10 sene sonra birazcık daha bu işlerde her şey otomasyon üzerinden ilerleyebilecek bir noktaya gelirse, olabilir.*" (Firma R)
			-	Nitelikli iş gücünün önemini kaybetmesi ile ucuz iş gücüne doğru kaymaların yaşanması veya çalışanların aldıkları maaşların düşmesi	"*Dijitalleşme ile birlikte firmalar nerede iş gücü uygunsa, daha çok oralara kayabilirler. Bu olumsuz bir durum. Ya işsiz sayısını arttırır, ya da bir çalışanın aldığı maaşın azalmasına sebep olur. Ama iki türlü de ekonomik olarak çalışanların zararına bir şey olmuş olacak.*" (Firma G)
		Yeni meslekllerin ortaya çıkması	+	Dijital dönüşümlerin yazılım ve bilgisayar teknolojilerine dayalı yeni meslekleri ortaya çıkarması	"*Yeni iş alanları açılabilir, bu dijitalleşmenin beraberinde getirdiği fırsatlar var. Bu teknolojiler, işe uygulanabilir teknolojiler. Yazılım firmaları, droneler gibi geleceğin meslekleri var. Daha da böyle çok meslek ortaya çıkacak. Bu dijitalleşmeyi yapabilmek için böyle şirketlere ihtiyaç var, yazılım şirketlerine. Yeni bir iş alanı, yeni bir konu.*" (Firma E)
			+		"*Mavi yaka tarafta işgücüne olan ihtiyaç azalabilir evet bu yadsınamaz bir gerçek ama bunun yanısıra teknolojinin beraberinde getirdiği lojistiğe de uyarlanabilir yeni meslekler ve iş alanları da mevcut ve daha da artış gösterecek bu alanlar bence. Droneler gibi, çeşitli yazılımsal alanlar gibi, robotik gibi.*" (Firma O)
			+		"*Artık zaten sektör de daha teknolojiye dayalı mesleklere ihtiyaç olduğunu anladığı için insanlar da daha güncel mesleklere ve işlere yönelecek. Yani know-how ortada ve bunu kullanmak zorundasın. Üniversitelerde bunun üzerine gidiliyor zaten, robotik gibi,*

					drone gibi çeşitli dersler koyulduğunu duyuyorum ben." (Firma B)
	Çalışan sadakati üzerine etkiler	Çalışanların yeni teknolojilere adapte olamayacağına dair endişe yaşaması	-	Çalışanların teknolojik dönüşüme adapte olamayacağını, öğrenmekte güçlük çekeceğini ve bunun sonucunda işten çıkarılacağını düşünmesi sebebiyle firma sadakatinin olumsuz yönde etkilenmesi	"*Aslında ilk etapta teknolojik geçişler heyecan verici gibi gelebiliyor. Ama çalışanlarda bir de şöyle bir durum meydana geliyor. İşte bu yeni yazılımı veya teknolojiyi ben yapamazsam ne olur? Özellikle de biraz daha 40 yaş üzeri çalışanlarda bu oluyor. Bence bu da firmaya bağlılığı olumsuz yönde etkiliyor. Yani nasıl olsa ben buna adapte olamayacağım ve beni işten çıkaracaklar gibi.*" (Firma C)
			-		"*Kurumsal sadakat diye bir kavram var bilirsiniz. Bunun içerisinde iç müşteriler olarak nitelendirilen çalışanların tatmini dahil. Teknolojik dönüşüme ani geçişler oluyor birçok firmada ve bu da bu sadakat dediğimiz olguyu olumsuz etkiliyor. Çünkü adam diyor ki ben zaten işten çıkarılıcam bu yeni yazılılmı öğrenemeyince, verimi de böylece düşüyor.*" (Firma N)
	Kurumlararası iletişim üzerine etkiler	İletişimin yerini otomasyonun alması	-	Daha önceleri firma çalışanlarının birbirleriyle iletişim kurması ile yapılan işlerin, dijital dönüşümden sonra otomasyonlar üzerinden yürütlmesi sebebiyle kurumlararası çalışanlar arasında iletişimin zayıflaması veya tamamen ortadan kalkması	"*Tamamen insan faktörünü aradan çıkarmaya çalışan armatörler var şu anda ve bunu başaran da var yani. Mesela biz VIP'yiz, normalde müşteri temsilcimizle sürekli iletişim halindeydik, hangi pazarlarda navlun düşecek, hangilerinde yer sorunu var, odur budur, her şekilde iletişim halindeydik, bu hiç kalmadı. Sadece 6 ayda bir nezaket ziyareti yapıyorlar artık, hiçbir iletişimimiz kalmadı.*" (Firma L)

	Çalışan performansı yönetimi üzerine etkiler	Çalışan performansının objektif olarak ölçülmesi	+	Çalışanların yaptıkları işleri ve bunların detaylarını çeşitli yazılımlar yardımıyla daha net bir şekilde görebilme ve bunun sonucunda daha doğru değerlendirmeler yapabilme	*"Biz teknolojiyi performans değerlendirme için kullanıyoruz. Her departmanın ayrı hedefleri var, işte kaç dakikada bir işi bitirdiğini kontrol ediyoruz, bir haftada veya bir ayda kaç iş elleçlediğini, bunu hangi kalitede tamamladığını ölçebiliyoruz. Bu anlamda bizim için çok çok önemli, çok önem verdiğimiz bir konu bu. Dolayısıyla özellikle ekip kalabalıklaştıkça, herkesin böyle yüz yüze ne iş yaptığını göremediğimiz için bunu böyle net verilerle elde etmeye çalışıyoruz ve onlara karşılığını veriyoruz."* (Firma R)
			+		*"Mesela biz bir CRM programı aldık, buna daha yeni başlıyoruz. Bu sistemde biz satışçıların, operasyoncuların, ekibin bütün performansını ölçebiliyoruz. Nasıl ölçüyoruz; rapor çekiyoruz. Bunun sonucunda da gerekli aksiyonları alıyoruz."* (Firma H)
			+		*"En güzeli de atıyorum arşiv seçeneği olacak, farklı yetkinliklere, pozisyonlara göre atıyorum siz sadece kendi yaptığınız işin evraklarını, uçuşunu vs. görebileceksiniz ve geçmişe dair maksimum 2 gün öncesini göreceksiniz. Sizin müdürünüz, sizin ve tüm ekip arkadaşlarınızın evrak, uçuş, belgeler, kabuller vs. hepsini görecek ve tüm tarihlerdeki pozisyonlara, evraklara, ihracatlara ulaşabilecek, tüm performansınızı da izleyebilecek böylelikle. Performans değerlendirme anlamında çok pozitif, artık işte ben yapıyorum ama müdürüm görmüyor diye bir şey yok."* (Firma N)
			+		*"Belirli yazılımları kullandığınızda, yöneticiniz günlük hareketlerinizi görebiliyor, bir personelin o ay kaç dosya elleçlediğini görebiliyor, yani yaptığı ve yapmadığı işi görebiliyor diyeyim size. Ona göre de primini veriyor veya tam tersi uyarıda bulunuyor."* (Firma T)
	Çalışan memnuniyeti üzerine etkiler	İş yeri dışında çalışabilme imkanı tanınması	+	Daha önce şirket içinde yapılan bazı işlerin dijital dönüşüm sonrasında uzaktan erişim yoluyla yapılabilmesi ve bu durumun çalışan memnuniyetini olumlu yönde etkilemesi	*"Dijitalleşmenin çalışan memnuniyeti üzerindeki etkisi olarak home office çalışmalar sayılabilir, her yerden, yeri geldiği zaman telefon üzerinden bile işleri yürütebiliyor olmak büyük bir rahatlık ve mutluluk bizim için."* (Firma T)
			+		*"Teknolojik dönüşüm aslında çalışma prensibini de değiştirdi. Mesela bazı firmalar tamamen uzaktan çalışmaya geçtiler. Dolayısıyla çalışan mutluluğu ve verimlilik açısından katkıları olan*

					bir süreç aslında bu dijital dönüşüm. O bakımdan avantajlı." (Firma K)
			+		"*Ben hatırlıyorum bu şirkette çalışmaya başladığımda herkes cuma günü akşam 6'da bilgisayarı kapatırdı, pazartesi sabah 9'da açardı. Şimdi telefondan mailden takip edebiliyor, isterseniz laptoptan veya Ipad'ten de takip edebiliyorsunuz, bilgisayarları 7/24 açabiliyorsunuz, istediğiniz zaman evden çalışabiliyorsunuz, istediğiniz zaman ofise gelebiliyorsunuz veya gidip bir kafede çalışabiliyorsunuz. Yani Türkiye'de bile olmanıza gerek yok, dünyanın herhangi internet olan bir noktasında çalışabiliyorsunuz. Bu teknolojik dönüşümün bize çok büyük artıları var esneklik ve dolayısıyla çalışan memnuniyeti üzerinde.*" (Firma M)
			+		"*Ben mesela haftada 3 gün evden çalışıyorum ve evden yapılacak her şeyi kolaylıkla yapıyorum, bu durum verimimi çok arttırıyor hem de çok da mutlu bir çalışana dönüşüyorum ve bu da teknoloji sayesinde.*" (Firma I)
			+		"*Teknolojinin gelişimiyle bir şeylerin daha kolay sürdürülebildiğini, uzun vadede de kalıcı hale gelebildiğini gördükçe hergün aktif olarak ofise gitmeye gerek kalmadığını da görüyorsun. Her şeyden önce uyku sağlığı, beden sağlığı, ruh sağlığı dediğimiz şeyler birazcık daha oturmaya başlıyor evden çalışmanın katkılarıyla. Bu da beraberinde işe daha motive devam etmeni ve bu da iş tanımın altındaki görevlerini çok daha verimli yapmanı sağlıyor. Bu da firmaya beraberinde kazanç getiriyor tabii.*" (Firma U)
Çevresel Sürdürülebilirlik	Atık yönetimi üzerindeki etkiler	Dijital arşivleme sistemlerine geçilmesi	+	Fiziksel arşivleme sisteminden dijital arşivleme sistemine geçilmesi sebebiyle kağıt atıklarının ve israfın ortadan kaldırılması	*"Daha önce fiziki olarak arşivleme sistemi kullanıyorduk, birçok çıktı alıyorduk ve kâğıt atığımız oluyordu. Ama şu anda kullandığımız sistem altyapısı daha fazla dijitalleşmeye yönelmemizi sağlayan, fiziki arşivi tamamen ortadan kaldıran bir sistem.*" (Firma A)
			+		"*Mesela çok iyi bir dijital sisteme geçtik, o bizim kağıt kullanımımızı çok azalttı. Onun dışında bir sürü konuda da etkiledi çünkü her şeyi tek bir yere topladık yani o açıdan çok faydası oldu onu da bir artı olarak söyleyebiliriz yani.*" (Firma C)
			+		"*Eskiden o kadar çok print out evrak alıyorduk ki kolilerce evrak, bir süre sonra arşive gidiyordu, bunun için depolama parası ödüyorduk ve her şekilde çevreye de zarardı işte kartuşlar, tonerler, elektrik sarfiyatı ve kâğıt israfı çok fazla yani böyle kolilerce, toplarca. Dolayısıyla da bizim için en pozitif ve çevreye de katkı sağlayabilecek şeyler bunların ortadan kalkmasıyla başladı. Şu an tamamen kalktı yani 1 tane bile A4 kimsenin yanında yok. Bütün masalar tertemiz, pırıl pırıl, sadece bilgisayarlarımızla çalışıyoruz.*" (Firma L)

			+		"*Çeşitli otomasyonlar sayesinde artık hemen hemen kimse boşuna A4 kağıdı basmıyor, evrakla uğraşmıyor ve herkes kendi sisteminde entegre çalışıyor ve fiziki arşiv depoları veya odaları kullanmıyor, bizim için en önemlisi olan bu.*" (Firma H)
			+		*"Benim şu an çalıştığım firmada daha önceden kâğıda basılıyordu her şey, daha sonrasında dijitalleşince, yeni bir yazılıma geçince, mesela evrakları sisteme yüklemeye başlamıştık. Dolayısıyla kağıt tüketimi azaldı ve arşivleme olayı ortadan kalktı.*" (Firma S)
			+		"*Havayollarının e-konşimento süreçleri var zaten bilirsiniz, e-fatura gibi. İlk çıktığında biz zaten hemen dâhil olduk. E-konşimento kullanıcısıyız, kâğıt israfını da ortadan kaldırdık ve e-dönüşüm sürecine dâhil olduk böylelikle.*" (Firma N)
			+		"*Çeşitli otomasyonlar dokümantasyon açısından da faydalı, kâğıt, toner israfımız da olmuyor böylece karbon ayak izimizi de düşürmeye çalışıyoruz. O konuda da artıları olacak bize.*" (Firma N)
			+		*"Dokümanların dijital olarak sisteme yüklenip, o sistemler üzerinden baskıya gerek olmadan kontrol sağlayabileceğimiz acente ağlarımızı kurduk. Bu da bir çevresel katkı sağladı.*" (Firma O)
			+		"*Mesela artık çoğu armatör online yük teslim belgesi gibi uygulamalara geçti. Biz de öyle şeyleri teşvik ediyoruz, konşimento basılmasın, Sea Waybill yapılsın eğer öyle bir şansımız varsa, bu tarz evraklar soft copy şeklinde teslim edilsin gibi. Sırf bunlardan dolayı bile çevresel sürdürülebilirliğe çok büyük katkılar var.*" (Firma R)
		Çevre dostu operasyonlara yönelimmesi	+	Tüm kaynakların daha etkin kullanılması, depolama ve veri yönetimi gibi konularda optimizasyona gidilmesi	"*Bütün kaynakları daha etkin kullanıp çevresel anlamda daha çevre dostu bir operasyon yapabilirsiniz. Daha az atık, verileri bulutta depolama, daha kısa zamanda daha verimli operasyonlar gibi.*" (Firma E)
			+	Lojistik sektörünün çevresel etkisinin azaltılması için yeşil lojistik uygulamalarına geçilmesi	"*Şu an gündemde hot topic olarak çevre dostu operasyonlara geçiş zaten var lojistik sektöründe. Çünkü bildiğiniz gibi lojistik sektörü, çevreye etkisi en yüksek sektörlerden biri. Bizim forwarder olarak öz malımız olmadığından karbon salınımına direkt bir katkımız olmuyor fakat dijitalleşme sayesinde artık yeşil lojistiğe yönelik operasyonel anlamda çeşitli uygulamaların da arttığını rahatlıkla söyleyebilirim.*" (Firma O)

			+	Konşimentonun basılması yerine internet üzerinden NFT cüzdanı oluşturularak kağıt basılmasının ve çeşitli israfların önüne geçilmesi	"*Normal süreçte konşimento basılıyor, sonra armatör müşteriye, müşteri alıcıya şeklinde. Bu hem maliyetli bir işlem, hem de kâğıt israfı vs. çok fazla hani konşimento da basıldığı için bu çevreye zararlı bir işlem olmuş oluyor. NFT üzerinden konşimento gönderilmesi yerine, internet üzerinde oluşturduğunuz cüzdanınızda, konşimentonun NFT'sini gönderip o şekilde işlem yapılabilir diye bir uygulamaya geçildi. Bunun da çevresel sürdürülebilirlik için oldukça faydalı olduğunu düşünüyorum.*" (Firma G)
		Lojistikte doğa dostu ürün kullanımına yönelimmesi	+	Teknolojik dönüşüm yoluyla doğa dostu malzemelerden üretilmiş ve risk durumunun önüne geçebilmek için sensörler ile desteklenmiş ambalajlama metotlarının kullanılması	"*Vakti zamanında ben Flexitankı yükledim Malezya'dan, İzmir'e getiriyorum, Mısır'dan bir haber geldi konteyneriniz sızdırıyor limanda. Suya karışmamış neyse ki denize karışsa, inanılmaz büyük cezaları var. Şu an daha teknolojik ürünlerle yapılmış flexitanklar kullanılıyor ve üzerine sensörler koyularak takip edilebiliyor konteynerler. Yani teknolojiyle ben çevreyi koruyabiliyorum, risk faktörünü sağlayabiliyorum.*" (Firma B)
			+	Teknolojik metotlarla ağaçların kendisinden değil, atık konumunda bulunan talaşlardan kompozit konteyner tabanı yapılması, daha dayanıklı boyama yöntemleri kullanılması ile küflenme riskinin azaltılmasının sağlanması	"*Eskiden konteynerlerin tabanında meşe veya palamut tarzında ağaçlar vardı, şimdi bamboo flooring denen bir zemin yapıldı. Direkt ağaçlardan değil de, ağaçlardan çıkan talaşlardan, vs. çıkan malzemeden bir kompozit taban yapılıyor. Böylelikle o malzeme atılmadan bir yerlerde kullanıldı. Bundan 20 yıl öncesindeki ve şimdiki boya teknolojisi birbirinden çok farklı. Teknoloji geliştikçe mesela küf artık doğaya akmıyor, çünkü bu boyaların astarları, kapatıcılığı çok daha yüksek olduğu için suya, faunaya karışması azaldı.*" (Firma B)
	Karbon salınımı üzerindeki etkiler	Yüklerin birleştirilmesi	+	Çeşitli algoritmalar ve makine öğrenimi sayesinde yükün başlangıç ve varış noktaları arasındaki en optimal rotayı oluşturma ve bu rota içerisinde farklı yükler bulmaya ve aracın tam kapasite kullanımına yönelik çalışmalar yapma	"*Bizim algoritmamız var, tır varış noktasına, alacağı yeri algoritmamız önceki yüklerinden dolayı tahmin ediyor makine öğrenimiyle. Tahmin ettiği yerde otomatik yük araştırmaya başlıyor. Böylece de dönüşte onlara yük bulmaya çalışıyoruz. Tabii %100 asla boş dönmez gibi bir olay yok ama yük buluyoruz genellikle ve böylece de karbon salınımlarını düşürüyorlar ve yük paylaşıyorlar.*" (Firma F)
			+		"*Yükler paylaşılmadığı için karbon emisyonu yüksek oluyor. Atıyorum A, B, C firmalarının her biri birer nakliyeci ile çalışıyor daha uygun fiyat sağlasın diye. Mesela küçük bir yükü gelip tırcı alıyor ama başka bir yük bulamıyor, herhangi bir yazılım veya teknolojiye erişim olmadığı için. Yani hacmi düşük bir yükle tüm yolu kat ediyor ve karbon emisyonu da yüke kıyasla yüksek oluyor. Biz şu anki uygulamamızla yüklerin birleştirilmesine ve aracın en optimum düzeyde çalışmasına ve rotalama yapmasına uğraşıyoruz.*" (Firma G)

		Uygun taşıma modunun seçilmesi	+	Teknolojik destek ile karbon salınımını en aza indirgeyecek doğa dostu taşıma modunun seçilmesi	"*Mesela biz bugün teknoloji sayesinde bir bakıyoruz deniz mi tercih etmeliyiz, kara mı buna karar verebiliyoruz, yani karbon ayak izini en aza indirecek mod seçimi diyeyim. Bize sistemler bunu hesaplıyor ve kolayca belirlenebiliyor.*" (Firma I)
		Fosil yakıt tüketmeyen araçların kullanılması	+	Teknolojik destek ile elektrikli araçlar, fosil yakıt tüketmeyen taşıma ve elleçleme ekipmanları kullanımına geçilmesi	"*Çevresel olarak düşündüğümüzde, lojistik 4.0'ın kapsamına bağlı olarak mesela elektrikli araçlar veya düşük karbon salınımı yapan elleçleme araçları atıyorum elektrikle çalışan forkliftler, çevreye zarar veren fosil yakıtları tüketmeyen araçlar, bunların hepsini dâhil ettiğimizde direkt olarak teknolojinin pozitif etkisi var. Çünkü zaten sizin ulaşım ve nakliye dediğiniz olay, dünya üzerindeki karbon salınımının üzerinde çok büyük payı var.*" (Firma T)
			+		"*Gelecekte hedeflenen nihai nokta elektrikli ve şoförsüz araçların olması. Bunun çevreye de katkısı olacak özellikle karbon salınımı anlamında. Bunun dışında hidrolik ve elektrikli elleçleme ekipmanlarının kullanımı da lojistikte çevresel sürdürülebilirlik için oldukça önemli.*" (Firma K)

EK 2: Lojistik 4.0 Uygulamalarını Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Boyutlarına Entegre Etmek İçin Sektörel Beklenti ve Öneriler

Sürdürülebilirlik Boyutu	Tema	Alt Tema	Alıntı
Ekonomik	Sektör-Teknoloji Entegrasyonu Kurulması	Teknolojik uygulamaların tüm sektörde yaygınlaşması	"*Esasında istikrarlı bir ekonomik büyüme için tüm sektör bu büyümeye ortak olmalı. Sadece forwarder veya sadece armatör tarafı değil. Gümrük firmaları, gümrükler vesaire bir bütün olarak teknolojik uygulamalar yaygınlaşmalı*." (Firma D)
			"*Dönüşüm dediğimiz şey, aslında tüm sektör bazında olması gereken bir durum. Bunun bizlere kârlılık olarak yansıyabilmesinin yolu, dijitalleşmenin tüm sektör içerisine entegre olmasından geçiyor.*" (Firma H)
	Tedarik Zinciri Entegrasyonu Geliştirilmesi	Teknolojik uygulamaların tüm tedarik zincirine yayılması	"*Dijital teknolojilerin sektöre tam olarak yansıyabilmesi için birçok unsurun, bütün şirketlerin, bütün paydaşların, gümrük vesaire diğer devlet kurumları, evrak, süreç, mevzuat, bunların hepsinin dijitalleşmesi lazım ki bütün sürecimizi, dijitalleştirebilelim. Bu entegrasyon sağlandığında özellikle ekonomik sürdürülebilirlik başta olmak üzere tüm boyutlarda sürdürülebilirlik sağlanacak.*" (Firma A)

			"*Teknolojinin etkin olarak kullanılabilmesi ve olumlu parasal yansımalarını görebilmemiz için tedarik zinciri boyunca aktif olarak kullanılabiliyor olması gerekir. Bu da tamamen bir dijitalleşmeyi gerektirecektir.*" (Firma K)
	Lojistik Potansiyel Avantajının Doğru Kullanılması	Dijital dönüşüm yoluyla lojistik sektöründe potansiyel avantajın optimum kullanımının sağlanması	"*Ülke olarak sahip olduğumuz lojistik sektöründeki potansiyel avantajlarımızı kullanırsak, yani maliyet, hız, güvenilirlik, hizmet kalitesi parametrelerinin optimum olarak bileşimlerini yakalayarak, sadece bölgemizde değil, tüm dünyada teknolojik dönüşümün yardımıyla öncü bir seviyeye gelebiliriz. En çok ekonomik fayda sağlayan ülkeler arasında yer alabiliriz, çünkü konum olarak stratejik, politik açıdan ve lojistik açısından o kadar güzel bir yerdeyiz ki.*" (Firma F)
	Bilişim Teknolojilerine Yatırım Yapılması	Teknolojik altyapının geliştirilmesi	"*Bilişim, eğitim, bilişim hukuku, bilişim altyapısı gibi konuların çok fazla üzerine gidilmeli, çok fazla irdelenmeli, bu konularda yatırım yapılmalı, bu konularda üniversiteler açılmalı, yani insanlar lojistikte özellikle bu konularda bilinçlendirilmeli.*" (Firma U)
			"*Bilişim teknolojileri altyapısı istenen ve olması gereken seviyede değil. Bununla ilgili yatırımlar yapılmalı ki sektörümüze yansımaları görülebilsin.*" (Firma G)
	Stratejik Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi	Firma ölçeğine uygun ve uzun vadede firmaya fayda sağlayabilecek doğru teknolojinin belirlenmesi	"*Bugün birçok firmaya baktığımız zaman, geleceğe yönelik bir yatırımdan ziyade, bugün en ucuzu neyse gidip onu bulma gibi bir mantalite var ve bu da düşük bir servis seviyesi doğuruyor. Firmalar finansal sürdürülebilirliği sağlamak için uzun vadede düşünmeli ve doğru kararlar alarak, doğru stratejileri belirleyerek, kendi ölçeğine en uygun teknolojilere yatırım yapmalı.*" (Firma L)

		Firma ölçeğine uygun doğru teknolojinin belirlenmesi	"*Her firmanın aynı seviyede teknolojiyi kullanma imkânı yok. Kendi ölçeğine uygun ve riski en düşük teknolojileri ve yazılımları satın alarak dijitalleşmeye girmeli. Zamanla bu şekilde ilerleyip, ihtiyaç duyarsa daha ileri teknoloji ürünleri satın almalı. Doğru teknolojiyi belirleyecek stratejiyi kendi bünyesi ve vizyonu içerisinde oluşturamıyorsa da, bununla ilgili danışmanlık almalı.*" (Firma D)
			"*Planlama ve strateji geliştirme çok önemli iki unsur. Teknolojik dönüşüm tüm sektör bazında yıllara göre planlanmalı, bu plana göre stratejiler geliştirilmeli ve altyapılar kurulmalı. Çalışan eğitimleri verilmeli ve sıklığı artmalı. Ancak bu şekilde teknolojik dönüşüm sürdürülebilir kılınabilir diye düşünüyorum.*" (Firma I)
		Tüm tedarik zinciri ortaklarıyla uzun dönemli ve verimli ilişkiler kurulması	"*Tedarikçilerle ilişkiler bir firmanın sürdürülebilirliği için çok hayati. Bu tedarikçi bir yazılım firması da olabilir, bir gümrük firması da farketmez. Günü kurtarmak yerine, geleceği görecek vizyona sahip olunarak, stratejik düşünme yaklaşımı ile hareket edilmeli. Yani gelişim de tüm çalışan, tüm firma ve hatta tedarikçiler bazında olmalı. Siz bir yazılım, bir teknoloji satın aldığınızda aslında tüm tedarik zinciri bundan etkileniyor çünkü.*" (Firma T)
	Ar-Ge Yatırımlarının Arttırılması	Araştırma ve Geliştirme faaliyetlerine daha fazla sermaye ve kaynak ayırılması	"*Biliyorsunuz ki, Ar-Ge yatırımları, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini gösterir. Türkiye bu anlamda geçmişe kıyasla çok daha iyi, fakat hala yeterli bir seviyede değil. Ar-Ge'ye yatırımlar arttırılmalı. Bununla ilgili devlet teşvikleri de arttırılmalı. Firmalar araştırmaya ve geliştirmeye daha fazla yönelerek, teknolojik dönüşümün de içerisine dahil edilmiş olacaktır böylece.*" (Firma B)
			"*Ar-Ge harcalamalarına ayırılan kaynak miktarı her geçen yıl artıyor ülkemizde ama hala yeterli değil. Ar-Ge yatırımları ve devlet teşvikleri arttıkça firmalar da daha çok bunlara yönelecektir. Uzun vadede bunun ekonomik katkılarını görmek kaçınılmaz olacak bu durumda.*" (Firma N)

Sosyal	Bilinçli Üretim ve Tüketim Süreçlerinin Geliştirilmesi	Sürdürülebilir kalkınma bakış açısıyla hareket edilmesi	"*Bugünkü teknolojilerden faydalanarak, gelecek kuşakları riske atmadan üretim ve tüketim yapılmalı. Malzeme planlaması gibi uygulamalarla aşırı tüketimden kaçınılmalı ve gelecek kuşaklara da daha yaşanabilir bir dünya bırakılmalı.*" (Firma J)
			"*Her zaman gelecek kuşakları düşünerek hareket edilmeli. Yapılan yatırımların şirketin geleceğine olduğu kadar topluma da etkilerine bakılmalı. Sürekli yarını, dünyamızı ve özellikle insanı düşünmek ve buna göre teknolojik yatırımları şekillendirmek en önemlisi.*" (Firma O)
	Toplumsal Farkındalığın Arttırılması	Teknolojik dönüşümün sosyal sürdürülebilirliğe etkisi konusunda tüm paydaşların bilgilendirilmesi ve bilinç kazandırılması	"*Teknolojik dönüşümün ekonomik ve çevresel kısmı bir yöne kadar biliniyor ama sosyal boyut tarafında da etkin uygulamaların gerçekleştirilmesi önem taşımakta. Bunun için özellikle son dönemde geliştirilen Paydaş Kapitalizmi bakış açısı benimsenmeli. Topluma, çalışanlara, müşterilere ve çeşitli paydaşlara dijital dönüşümün önemi ve faydaları vurgulanmalı.*" (Firma S)
			"*Teknolojik dönüşüm denildiğinde toplumsal farkındalık kısmı oldukça önem taşıyor. Yalnızca sektör değil, tüm toplum bu konuda bilgilendirilmeli ve bilinçlendirilmeli ki bu durum bir sürdürülebilirlik kazanabilsin.*" (Firma R)

	Çalışan Adaptasyonunun Sağlanması	Çalışanların dijitalleşme konusunda bilgilendirilmesi ve düzenli eğitimler planlanması	" *Eğitim gerçekten çok çok önemli bir boyut. Teknolojik dönüşüm kaçınılmaz bir şey ve her firmadan her çalışan bunu tüm detaylarıyla bilmeli ve düzenli olarak çeşitli toplantılar ve eğitimlerle bu konu desteklenmeli. Bu da böylece tedarik zincirine kadar yansımış olur ve sürdürülebilirliğin her boyutuna da ulaşılır.*" (Firma M)
			"*Her firma, kendisini için en doğru olan hızda dönüşüme girmeli ve kendisine en uygun yazılımı seçmeli teknolojik dönüşüm içerisine girerken. Bu noktada hem yöneticilerin, hem de çalışanların bu konuda eğitim almaya açık olması gerekiyor, çünkü tam olarak her şirketin işleyişi, yapısı ve çalışanlarının dinamiği farklı olduğu için lojistik 4.0'a geçişte en doğru hızı yakalayabilmek, firmada çalışan herkesin adapte olabilmesi açısından gerçekten önem arz ediyor*." (Firma C)
			"*Çalışanlara teknolojik dönüşüm ve çeşitli yazılımlar konusunda düzenli eğitim verilmesine zaman ve kaynak ayırılmalı. Böylece firma çalışanları hem teknolojinin getirisini bilecek, hem de iş yükleri azalacağı için gelecek olan teknolojiye adapte olma kaygılarını biraz da olsa azaltabilecekler*." (Firma E)
	Çalışan Memnuniyetinin Arttırılması	Çalışanların işlerini kolaylaştırmaya yönelik teknolojik sistemler kurulması	"*Genellikle firmalar maliyet sıkıntısı yaşadıkları için ve maliyeti en aza indirmeye çalıştıkları için çalışanlar var olan teknolojik sistemler ile idare etsin, zaten 9-18 çalışıyorlar, gerekirse daha da fazla çalışırlar gibi bakış açılarıyla, elemanlarının çok daha pratik iş yapması gibi bir kaygı gütmüyorlar. Ben çalışanlarımı ne kadar çok memnun edersem, o da müşteriye o kadar çok verim sağlar mantığı oturmalı. Bir iç müşteri olarak çalışanları memnun etmek için ona daha rahat kullanabileceği sistemler sağlama gibi bir bakış açısı edinmeleri gerek.*" (Firma P)

	Genç İstihdamının Arttırılması	Genç kuşağa daha fazla söz hakkı tanınması ve iş gücüne dahil edilmesi	*"Z kuşağı dediğimiz şu anki genç nesil dijitalleşme konusuna çok daha açık ve çok daha müsaitler. Bence bu kuşakta yer alan kişilere daha fazla istihdam hakkı tanınmalı. Mesela X kuşağına dahil yöneticiler yeniliğe çok fazla açık olamayabiliyorlar veya yenilikten korkabiliyorlar. Ama Z kuşağı çok istekli. Dolayısıyla bu kuşağa dahil kişilere daha fazla işe girme ve yükselme hakkı tanınmalı ve fikirleri sıklıkla sorulmalı diye düşünüyorum teknolojinin sektöre entegre olabilmesi için."* (Firma H)
	Üniversitelerde Sürdürülebilirlik Bilincinin Yaygınlaştırılması	Ders programlarına sürdürülebilirlikle ilişkili dersler eklenmesi	*"İlk önce bilinç öğrencilerden başlamalı. Bunun için her bölümün ders programına sürdürülebilirlikle ilgili dersler eklenmeli. Bu dersler de teknolojiyle entegre bir şekilde ilerlemeli. Böylelikle öğrenciler teknolojiye aşina bir şekilde sektöre gelmiş olacaklar."* (Firma L)
			"Nitelikli eğitim, sürdürülebilir kalkınmanın en önemli unsurlarından biri. Özellikle üniversitelerin müfredatlarına sürdürlebilirlik konusu eklenmeli, sürdürülebilirlikle ilgili dersler tüm müfredatlarda yer almalı. Yani teknolojinin sürdürülebilirlik ile ilgili entegrasyonuna, üniversitelerde bilincin yayılması ile başlanmalı. Bu şekilde dalga dalga eğitim yoluyla sektöre de yayılacaktır diye düşünüyorum ben." (Firma A)

		Teknoloji ve sürdürülebilirlik etkilerini içeren dersler eklenmesi	"*Üniversite eğitiminin çok önemli olduğunu düşünüyorum bilinç kazanma kısmıyla ilgili olarak. Üniversite müfredatlarına teknolojik dönüşüm ve sektöre özellikle ekonomik olmak üzere tüm yansımalarını içeren dersler eklenmesi gerekiyor.*" (Firma T)
			"*Yeni mezunlar genelde birçok konuda bilinç kazanmadan geliyorlar sektöre. Üniversitelerde buna yönelik çalışmalar yapılmalı sektör öncesi. Dijitalleşmenin getirdiği bazı teknolojileri ve bu teknolojilerin firmalara ve topluma yansımalarını örnek olaylar ve çeşitli dersler yoluyla öğrenerek gelmeliler.*" (Firma S)
	Eğitimde Teknolojik Uygulamaların Kullanılması	Dijital öğrenme modelleri kullanılarak öğrencilerin teknolojik dönüşüme dahil edilmesi	"*Eğer daha sektöre geçiş yapmadan önce öğrenciler çeşitli eğitim yazılımlarını, mobil uygulamaları, elektronik öğrenme modellerini kullanmaya başlarlarsa, sektöre geçtiklerinde de teknolojik dönüşüme aşina bir şekilde 1-0 önde başlamış olacaklardır. Yani okullarda ve eğitim alanında yaşanan teknolojik dönüşümün, sektörel dönüşüme de katkı sağlayacağına inanıyorum.*" (Firma U)
Çevresel	Teknolojik Altyapının Çevresel Sürdürülebilirliği Desteklemesi	Tüm tedarik zinciri ortaklarında teknolojik altyapının oluşturulması yoluyla kaynak kullanımı sağlanması ve atık yönetiminin yapılması	"*Biz mesela çok basit bir nakliye programı aldık, bütün verilerimizi oraya yüklüyoruz. 10 tane kağıt kullanacağımıza 2 taneye düşürmüş olduk. Bu güzel evet ama gümrük tarafına geçtiğinizde tekrar o belgeyi basıyorsunuz, vergi dairesi tarafına geçtiğinizde tekrar o belgeyi basıyorsunuz gibi hani Türkiye çok müsait değil altyapı olarak bu sisteme. Bu yüzden dijitalleşme bağlantılı çevresel sürdürülebilirliğin etkisini görebilmemiz için önce çok büyük basamakları atlamamız lazım. Devlet dairelerine gittiğimiz zamanki o dosya yığınlarının önce kalkması lazım.*" (Firma I)

	Yeşil Lojistik Uygulamalarının Arttırılması	Geri dönüşüm ve ileri dönüşüm uygulamalarının arttırılması	"*Dijitalleşme ile yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir ürün tasarımlarının yapılması sağlanabilir. Enerji verimliliği, emisyonların ve atıkların azaltılması da sağlanabilir yine.*" (Firma C)
		Taşımaların birleştirilmesi ve çevre dostu optimum rotalama sistemlerinin oluşturulması	"*Aslında bugün özellikle üretim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde atıkların azaltılması, geri dönüşüm, ileri dönüşüm gibi çevresel bağlamda çok faydalı olan birçok eylem yapılmakta. Bunların yaygınlaşmasının ve daha da arttırılmasının çok önemli olduğunu düşünüyorum.*" (Firma K)
			"*Yeşil lojistik, çevresel sürdürülebilirlik denildiğinde ilk aklıma gelen konu. Çok geniş bir konu bu ama mesela yeşil lojistik bağlamında, çeşitli teknolojiler kullanılarak taşımalar birleştiriliyor, en uygun ve en az emisyon yaratacak rotalama sistemleri ve ulaşım modelleri oluşturuluyor. Bu gibi uygulamaların daha fazla üzerine gidilebilir sektör içerisinde.*" (Firma L)
	Akıllı Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması	Tarımda teknoloji kullanımı yoluyla doğal kaynak kullanımının azaltılması	"*Tarımda drone kullanımı gibi, daha az kaynak kullanılarak daha verimli tarımsal uygulamalar yapmaya yönelik teknolojiler üzerinde çalışılmalı ve bu teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması yoluna gidilmeli. Böylece daha az tükenebilir kaynak kullanılarak, daha sürdürülebilir bir üretim modeli de geliştirilmiş olacaktır.*" (Firma G)

			"*Çeşitli akıllı tarım uygulamaları ve tarım teknolojileri, tarımda otomasyon kullanımı, dikey tarım gibi birçok uygulama, teknoloji ve dijital dönüşümün getirisi olarak kullanılmakta. Yani burada teknoloji sayesinde kaynak kullanımında verimliliğe gidildiğini söyleyebiliriz. Umarım önümüzdeki dönemlerde bu uygulamalarda artış gözlemlenir.*" (Firma D)
			"*Dijital dönüşüme ait çeşitli teknolojilerden yararlanılarak, tarımda sulama, kurutma gibi uygulamalarda enerji verimililiğine gidilmeli ve aşırı kaynak kullanımının önüne geçilmeli. Bence en önemli boyut çevresel boyut çünkü gelecek nesillere temiz bir dünya bırakmak için en gerekli olan bu, yani yaşamsal olan diyebiliriz.Çevresel sürdürülebilirlikte de kaynak kullanımı benim ilk aklıma gelen en önemli konu.*" (Firma C)

EK 3: Freight Forwarder Firmaları ile Gerçekleştirilen Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere Ait Soru Formu

Değerli Katılımcı,

Bu görüşmeye ait sorulara verdiğiniz yanıtlar, Manisa Celal Bayar Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı "Dijital Dönüşüm Sürecinde Lojistik 4.0 Uygulamaları: Sürdürülebilirlik Perspektifi ile Lojistik Sektörü Üzerine Bir Araştırma" başlıklı tez çalışmasında kullanılacak olup, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu onayı alınarak oluşturulmuştur. Etik ilkeler çerçevesinde kişi ya da şirket adları akademik yayında hiçbir şekilde belirtilmeyecek ve gizlilik korunacaktır. Katkılarınız için çok teşekkür ederiz.

Doktora Tez Öğrencisi: Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa GERŞİL

Genel Bilgiler

1) Katılımcının pozisyonu ve görev sorumlulukları
2) Pozisyonda ve şirkette geçirilen yıl süresi
3) Şirketteki çalışan sayısı
4) Firmanın geçen yıl sahip olduğu ortalama ciro
5) Firmanın lojistik operasyonları ve hizmet verdiği pazarlar
6) Şirketin tedarik zinciri aktörleri

Temel Sorular

Lojistik 4.0 ve Dijital Dönüşüm

7) Sizce sektördeki temel problemler nelerdir?
8) Lojistik 4.0 sürecini nasıl tanımlarsınız? Lojistik 4.0' a geçiş sürecinde karşılaşılan güçlükler ve sonrasında firmaya sağladığı faydaları nasıl değerlendirirsiniz?
9) Bu alanda ulusal ve uluslararası bir bakış açısı arasında ne gibi farklılıklar görüyorsunuz? (Lojistik sektörünün dijital dönüşümünde sizin gibi Türkiye menşeili firmalar ve Avrupa menşeili firmalar arasında ne gibi farklar olduğunu düşünüyorsunuz?)

Sürdürülebilirlik

10) Sürdürülebilirlik şirketiniz için önemli mi?
- **a)** Çalışma ortaklarınız ile şartname, seçim ve sözleşme anlaşmalarında sürdürülebilirlik kaygısı taşıyor musunuz?
- **b)** Ortaklarınız ile çalışma sürecinde izleme ve değerlendirme aşamasında kullandığınız herhangi bir sürdürülebilirlik performansı metriğiniz var mı?

Lojistik 4.0 ve Sürdürülebilirlik

11) Lojistik 4.0 ve sürdürülebilirlik konularını nasıl ilişkilendirirsiniz?
12) Kullanmakta olduğunuz lojistik 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirlik boyutları üzerindeki etkileri sizce nelerdir? Her 3 boyutu da pozitif etkiler – negatif etkiler bağlamında değerlendirebilir misiniz?

- Lojistik 4.0 teknolojileri – Çevresel sürdürülebilirlik

- Lojistik 4.0 teknolojileri – Sosyal sürdürülebilirlik

- Lojistik 4.0 teknolojileri – Ekonomik sürdürülebilirlik

13) Lojistik 4.0 kaynaklı sürdürülebilirliğin herhangi bir boyutu ile ilgili bir sorun yaşadınız mı / yaşıyor musunuz?

a) Yaşanan sorunların yapıcı olabileceğini düşünüyor musunuz? Evet ise, bana bir örnek verebilir misiniz?

14) Teknoloji odaklı sürdürülebilirlik konusunda yaşanan sorunların çözüm süreci için kullandığınız/ geliştirdiğiniz kaynak veya yetkinlikler var mı?

Cevabınız evet ise,

a) Sizce kuruluşunuz, sorunu daha iyi bir şekilde çözmeye yardımcı olması adına bir öğrenme sürecine giriyor mu? (Kurum içi eğitime yönelik organize edilmiş programlar, sistematik işbaşı eğitimleri, verimli ekip çalışması vb.)

b) Yaşadığınız sorun ve çözüm adına başvurduğunuz uygulamaların yakın gelecekte şirketin tedarik zinciri operasyonlarında/ilişkilerinde bir dönüşüm yaratacağını düşünüyor musunuz? (Sorunları dikkate alıp bir şeyi değiştirmeye çalıştınız mı?)

EK 4: Etik Kurul Onay Formu

Evrak Tarih ve Sayısı: 23.06.2022-E.329011

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu

Sayı : E--050.01.04-329011 23.06.2022
Konu : Mustafa GERŞİL-Etik Kurul Başvurunuz-Hk-

Sayın Doç. Dr. Mustafa GERŞİL

İlgi : 08.06.2022 tarihli ve 318155 sayılı yazı.

"Dijital Dönüşüm Sürecinde Lojistik 4.0 Uygulamaları; Sürdürülebilirlik Perspektifi ile Lojistik Sektörü Üzerine Bir Araştırma " adlı başvurunuz kurulumuzun 20.06.2022 tarih ve 2022/06 sayılı toplantısında görüşülmüş olup, doktora tez çalışmasının etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

Kurulumuzda alınan karar ekte gönderilmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Ramazan GÖKBUNAR
Kurul Başkanı

Ek: 15-Nolu karar (1 sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik İmza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu :BSPAD9U0F9 Pin Kodu :11352 Belge Takip Adresi : https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=4049&eD=BSPAD9U0F9&eS=329011
Adres:Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Yerleşkesi 45140 - Yunusemre/Manisa
Telefon:(0 236) 2011000 Faks:(0 236) 2372442
Elektronik Ağ:http://www.cbu.edu.tr
Kep Adresi:celalbayaruniversitesi@hs01.kep.tr
Bilgi için: Bülent Tekenli
Unvanı: Şef
Telefon No: 2362011095

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarih	**:** 20.06.2022
Toplantı Sayısı	**:** 2022/ 06
Toplantıda Alınan Karar Sayısı	**:**18

Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu 20.06.2022 tarih ve saat 10:00'da toplanmış, aşağıdaki kararlar alınmıştır.

KARAR:

15- MCBÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Öğretim Üyesi Doç.Dr.Mustafa GERŞİL'in 08.06.2022 tarih ve E.318155 sayıda kayıtlı **"Dijital Dönüşüm Sürecinde Lojistik 4.0 Uygulamaları; Sürdürülebilirlik Perspektifi ile Lojistik Sektörü Üzerine Bir Araştırma "**adlı doktora tez çalışmasının etik yönden uygunluğuna, toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verildi.

(imza)
Prof.Dr.Ramazan GÖKBUNAR
Başkan

(imza) Prof.Dr.Fatma ŞAŞMAZ ÖREN Üye	**(imza)** Prof.Dr.Nurettin GÜLMEZ Bşk.Yrd.Üye	**(imza)** Prof.Dr.Osman Murat KOÇTÜRK Üye
(imza) Prof.Dr.Selhan ÖZBEY Üye	**(imza)** Prof.Dr.Özge AYAN Üye	**(imza)** Prof.Dr. Talip KABADAYI Üye

1

EK 5. Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Fatmanur AVAR ÇALIŞKAN

Öğrenim Bilgisi

Doktora : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Programı (Türkçe) (2018-2024)

Yüksek Lisans : İzmir Ekonomi Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, Lojistik Yüksek Lisans Programı (İngilizce) (2015-2017)

Lisans : Yaşar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü (İngilizce) (2009-2014)

İş Deneyimi

Öğretim Görevlisi : İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Bölümü, Dış Ticaret Programı (2018 - halen)

Bilimsel Yayınlar ve Çalışmalar

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

KÖSTEPEN ÖZBEK Kübra Göksu, LAFCI Seda, AVAR ÇALIŞKAN Fatmanur (2021). Customer complaints encountered in the online food retail during the COVID-19 intermittent curfew period. Turkish Journal of Marketing, 6(3), 223-238. Doi: 10.30685/tujom.v6i3.129.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :

AVAR ÇALIŞKAN Fatmanur (2024). Gelişmekte Olan Ekonomilerde Teknolojinin Benimsenmesine Ait Sorunlar ve Zorluklar: Türkiye Örneği. Borderless / After the Digital Age - Dijital Çağdan Sonra (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

ÖZCAN Seda, AVAR ÇALIŞKAN Fatmanur (2022). Fresh Fruit and Vegetable Price Inflation in the News; a Critical Discourse Analysis of Newspaper Reporting in Turkey. 20th Annual International Logistics and Supply Chain Conference (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

KÖSTEPEN Kübra Göksu, LAFCI Seda, AVAR ÇALIŞKAN Fatmanur (2020). Customer Complaints Encountered in the Food Sector During The Covid-19 Period. 7th International GSOM Emerging Markets Conference: New Reality During & After Covid-19 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

AVAR Fatmanur, KÖSTEPEN Kübra Göksu (2019). The Effect of Geographically Indicated Food Products on Consumer Purchasing Behavior in Turkey: The Case of Izmir Province. 5. Uluslararası Stratejik Araştırmalar Kongresi, 8-10. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

AVAR Fatmanur, GÖÇER Aysu (2017). Sustainable Brand Personality Traits for Business-to-Business Markets. 22. Pazarlama Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

Ulusal / uluslararası kitaplardaki bölümler:

Contemporary Issues in Economics Business, Bölüm Adı: (The Effect of Geographically Indicated Food Products on Consumer Purchasing Behavior in Turkey: The Case of İzmir Province) (2020). AVAR ÇALIŞKAN Fatmanur, KÖSTEPEN ÖZBEK Kübra Göksu, IJOPEC Publication, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 345, ISBN:978-1-913809-13-3, İngilizce (Bilimsel Kitap).

Göbeklitepe'den Endüstri 4.0'a Sosyo Ekonomik Araştırmalar, Bölüm adı: (İlişkisel Pazarlama ve Hizmet Sektörü) (2019). AVAR Fatmanur, KÖSTEPEN Kübra Göksu, Ekin Yayınevi, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 354, ISBN:978-625-7983-24-2, Türkçe (Bilimsel Kitap).

Handbook of Research on Supply Chain Management for Sustainable Development (IGI Global kararı dahilinde 2019 yılında "Brand Culture and Identity: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications" kitabında da bölüm olarak yer almıştır), Bölüm adı:(Sustainable Brand Personality Traits for Business-to-Business Markets) (2018). AVAR Fatmanur, GÖÇER Aysu, IGI Global, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 439, ISBN:9781522557579, İngilizce (Bilimsel Kitap).

Düzenlenen kongreler:

II. Uluslararası Sağlık ve İklim Değişikliği Kongresi "İklim Değişikliği, Azaltım, Uyum, Dirençlilik ve Sektörel Gelişmeler", Moderatörlük, Çevrim içi (Online), Kongre Düzenleme, 29.11.2022 -29.11.2022 (Uluslararası).

I. ULUSLARARASI Şehir, Çevre ve Sağlık Kongresi, Bilim Kurulu Üyesi, Online, Kongre Düzenleme, 16.04.2021 -20.04.2021 (Uluslararası).