



T.C

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BÖLÜMÜ

**YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNDE YENİLİKÇİ
TEKNOLOJİLERİN KULLANIMI: BURSA İLİNDE BİR
ARAŞTIRMA**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

FATMANUR TORUN ŞAŞMAZ

BURSA- 2022



T.C

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANA BİLİM DALI

ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BÖLÜMÜ

**YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNDE YENİLİKÇİ
TEKNOLOJİLERİN KULLANIMI: BURSA İLİNDE BİR
ARAŞTIRMA**

Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ

Danışman

Dr.Öğretim Üyesi Gülay KASAP

BURSA- 2022

TEZ ONAY SAYFASI
T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı'nda 701914007 numaralı Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ' ın hazırladığı“YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNDE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN KULLANIMI: BURSA İLİNDE BİR ARAŞTIRMA” başlıklı Yüksek Lisans tezi ile ilgili savunma sınavı, **25/07/2022** günü 14.00 – 15.00 saatleri arasında yapılmıştır. Alınan cevaplar sonunda adayın **başarılı** olduğuna **oybirliği** ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu Başkanı)
Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Berna AYDIN
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Hilal YILDIRIR KESER
Bursa Teknik Üniversitesi

.../ .../ 2022



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 27/06/2022

Tez Başlığı/Konusu: **Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yenilikçi Teknolojilerin Kullanımı: Bursa İlinde Bir Araştırma**

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 261 sayfalık kısmına ilişkin, 24/06/2022 tarihinde şahsım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından (Turnitin)* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 18' dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza: 27/06/2022

Adı Soyadı:	Fatmanur TORUN
Öğrenci No:	701914007
Anabilim Dalı:	İŞLETME
Programı:	
Statüsü:	☒ Y.Lisans ☐ Doktora

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP (27/06/2022)

* Turnitin programına Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane web sayfasından ulaşılabilir.

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum **“Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yenilikçi Teknolojilerin Kullanımı: Bursa İlinde Bir Araştırma”** başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

Tarih ve İmza

27/06/ 2022

Adı Soyadı	: Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ
Öğrenci No	: 701914007
Anabilim Dalı	: İşletme
Programı	: İşletme Tezli Yüksek Lisans
Statüsü	: Yüksek Lisans

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı : İşletme
Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi
Mezuniyet Tarihi :// 20.....
Tez Danışman(lar)ı : Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNDE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN KULLANIMI: BURSA İLİNDE BİR ARAŞTIRMA

Bu çalışmada, işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknolojileri kullanımına yönelik bir değerlendirme yapmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, anket yöntemiyle 50 firmadan veriler elde edilmiş ve SPSS 26 programıyla analiz edilmiştir. Öncelikle, yeşil tedarik zincirinin satın alma, tasarım, üretim, paketleme, pazarlama, dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde yenilikçi teknolojilerin kullanım oranları ve yenilikçi teknoloji kullanımının sektör, faaliyet yılı, çalışan sayısına bazı dağılımı sonuçları verilmiştir. Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri ile ilişkisini test etmek amacıyla korelasyon analizi yapılmış ve her bir sürecin yenilikçi teknoloji kullanımı ile anlamlı ve pozitif bir ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ardından, yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerine bir etkisinin olup olmadığını test etmek amacıyla basit doğrusal regresyon yapılmış ve yenilikçi teknolojilerin her bir süreç üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu görülmüştür. Son olarak, yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanım farklılığını test etmek için one-way anova analizi yapılmış ve farkın nereden kaynaklandığını bulmak için Post-hoc testleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre, nesnelerin interneti, robotik, 3D/4D katmanlı üretim, yapay zeka, artırılmış gerçeklik, simülasyon, konum algılama sistemleri, akıllı sensörler ve sosyal medya yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre anlamlı bir farklılık gösterirken; kuantum bilişim, blok zincir, büyük veri, siber fiziksel sistemler, bulut ve otomatik depolama ve erişim sistemlerinin ilgili süreçlerde kullanımı arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, Yenilikçi Teknolojiler, yeşil satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, tersine lojistik

ABSTRACT

Name and Surname : Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ
University : Bursa Uludag University
Institution : Social Science Institute
Field : Business and Administration
Branch : Production Management- Marketing
Degree Awarded : Master Thesis
Degree Date :// 20.....
Supervisor(s) : PhD. Gülay KASAP

USING INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN GREEN SUPPLY CHAIN PROCESSES: A STUDY IN BURSA MUNICIPALITY

In this study, it is aimed to evaluate the use of innovative technologies in green supply chain processes of companies. In this direction, data were obtained from 50 companies with the survey method and analyzed with the SPSS 26 program. First of all, the results of the use of innovative technologies in the purchasing, design, production, packaging, marketing, distribution and reverse logistics processes of the green supply chain and the distribution of innovative technology use by sector, operating year and number of employees are given. Correlation analysis was conducted to test the relationship between innovative technologies and green supply chain processes, and it was concluded that each process had a significant and positive relationship with the use of innovative technology. Then, simple linear regression was performed to test whether innovative technologies have an effect on green supply chain processes and it was seen that innovative technologies had a significant and positive effect on each process. Finally, one-way ANOVA analysis was conducted to test the difference in usage of innovative technologies in green supply chain processes and Post-hoc tests were used to find out where the difference originated. According to the results, while the Internet of things, robotics, 3D/4D additive manufacturing, artificial intelligence, augmented reality, simulation, location sensing systems, smart sensors and social media show a significant difference according to green supply chain processes; It has been observed that there is no significant difference between the use of quantum computing, blockchain, big data, cyber-physical systems, cloud and automated storage and access systems in related processes.

Keywords:

Green Supply Chain Management, Innovative Technologies, green purchasing, green design, green production, green packaging, green marketing, green distribution, reverse logistics

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP' a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans ders dönemlerimde ve tüm tez sürecimde her zaman olduğu gibi beni yürekten destekleyen, motivasyon kaynağım olan canım annem Döndü TORUN' a ve çalışmamı kendi çalışması kadar önemseyen, ihtiyacım olan her anda yardımcı olan biricik ablam Sümeyye TORUN SÜRMEN' e teşekkür ederim.

Tezimin saha çalışmasında yaptığı katkılar başta olmak üzere tüm bu süreçte gösterdiği destek ve sabır için sevgili eşim Furkan ŞAŞMAZ' a teşekkür ederim.

Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ

Haziran, 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU	iii
YEMİN METNİ	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
GRAFİKLER	xvi
KISALTMALAR	xvii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM TEDARİK ZİNCİRİ

1.1. Tedarik Zinciri Yapısı.....	5
1.2. Tedarik Zinciri Aktörleri.....	7
1.3. Tedarik Zinciri Yönetimi	11
1.3.1. Tedarik zinciri yönetimi amacı	14
1.3.2. Tedarik zinciri yönetimi gelişimi	16
1.3.3. Tedarik zinciri yönetimi faydaları.....	20
1.3.4. Tedarik zinciri yönetimi süreçleri	23
1.3.4.1. Müşteri ilişkileri yönetimi.....	23
1.3.4.2. Müşteri hizmet yönetimi	24
1.3.4.3. Talep yönetimi	24
1.3.4.4. Sipariş işleme	25
1.3.4.5. Üretim akış yönetimi.....	25
1.3.4.6. Tedarikçi ilişkileri yönetimi	26
1.3.4.7. Ürün geliştirme ve ticarileştirme.....	26
1.3.4.8. İade yönetimi.....	27

İKİNCİ BÖLÜM

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ

2.1.	Yeşil Yönetim Yaklaşımları.....	30
2.2.	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı.....	31
2.3.	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Gelişimi	35
2.4.	Yeşil Tedarik Zinciri Oluşumunu Etkileyen Faktörler	38
2.4.1.	İçsel baskılar	38
2.4.2.	Dışsal baskılar	40
2.4.2.1.	Müşteriler	41
2.4.2.2.	Toplum	42
2.4.2.3.	Rakipler	42
2.4.2.4.	Tedarikçiler	43
2.4.2.5.	Yasal düzenlemeler	43
2.5.	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Amaçları.....	44
2.6.	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Avantajları Ve Dezavantajları.....	45
2.7.	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Faaliyetleri.....	48
2.7.1.	Yeşil satın alma	48
2.7.2.	Yeşil üretim.....	50
2.7.3.	Yeşil paketleme	52
2.7.4.	Yeşil dağıtım	53
2.7.5.	Yeşil pazarlama.....	54
2.7.6.	Tersine lojistik.....	57

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ ve YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER

3.1.	Teknolojinin Gelişimi ve Tedarik Zinciri	62
3.2.	Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullanılan Yenilikçi Teknolojiler	72
3.2.1.	Yeşil Satın Alma Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı	82
3.2.2.	Yeşil Üretim Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı	86
3.2.3.	Yeşil Pazarlama Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı.....	95
3.2.4.	Yeşil Paketleme Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı.....	99

3.2.5. Yeşil Dağıtım Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı	100
3.2.6. Tersine Lojistik Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı	108

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNDE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN KULLANIMINA İLİŞKİN BİR ARAŞTIRMA

4.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ	112
4.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE KISITLARI	113
4.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	114
4.3.1. Araştırmanın Modeli	115
4.3.2. Araştırmanın Hipotezleri.....	116
4.3.3. Anket Formunun Oluşturulması Ve Verilerin Toplanması.....	116
4.3.4. Örneklem.....	117
4.4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN ANALİZ YÖNTEMLERİ	118
4.5. ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ANALİZİ.....	118
4.5.1. Araştırmanın Gerçekleştirildiği İşletmelerin Genel Özellikleri.....	119
4.5.2. Ölçekte Yer Alan İfadelerin Güvenirlik Analizi.....	121
4.5.3. Ölçekte Yer Alan İfadelerin Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri	122
4.5.4. Araştırmanın Gerçekleştirildiği İşletmelerin Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullandığı Teknolojilere İlişkin Frekans Tabloları	132
4.5.5. Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yenilikçi Teknoloji Kullanımının Sektörlere Göre Dağılımı	140
4.5.6. Korelasyon Analizleri	153
4.5.7. Basit Doğrusal Regresyon Analizleri.....	161
4.5.8. Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way Anova).....	171
SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....	208
KAYNAKÇA	217
EKLER.....	236
Ek-1: Anket Formu	236
Ek-2 Etik Kurul Raporu	242

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Tedarik Zinciri Yapısı.....	6
Şekil 2: Tedarik Zinciri Süreci.....	8
Şekil 3: Tedarik Zinciri Yönetimi Modeli	14
Şekil 4: Genişletilmiş Tedarik Zinciri.....	29
Şekil 5: Yeşil Tedarik Zinciri Akışı.....	34
Şekil 6: Yeşil Tedarik Zinciri Evrimi	36
Şekil 7: Yeşil Tedarik Zinciri Ana Yönlendiriciler	38
Şekil 8: Yeşil Pazarlama	55
Şekil 9: Tersine Dağıtım Çerçevesi.....	58
Şekil 10: Yeşil Tedarik Aktivitelerinde Blockchain Ve Iot Entegrasyonu.....	84
Şekil 11: Gelişmiş Üretim için Anahtar Etkinleştirici Teknolojiler	88
Şekil 12: Endüstri 4.0 ilkelerine göre tersine lojistik sistemi.....	109
Şekil 14: Araştırmanın Modeli.....	115

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Yönetim düşüncesinin evrimi	17
Tablo 2: 8 Anahtar Tedarik Zinciri Yönetimi İş Süreci	23
Tablo 3: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Avantajları ve Dezavantajları	47
Tablo 4: Çevresel Performans Yönleri	69
Tablo 5: Endüstriyel Üretimi dönüştüren teknolojiler (Endüstri 4.0)	75
Tablo 6: Endüstri 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirlik açısından etkisi	80
Tablo 7: LSP için yeşil uygulamaların ve etkin teknolojilerin önerilen sınıflandırması	107
Tablo 8: Araştırmanın Hipotezleri	116
Tablo 9: Sektörlere İlişkin Frekans Tablosu	119
Tablo 10: İşletme Faaliyet Yılına İlişkin Frekans Tablosu	119
Tablo 11: İşletme Çalışan Sayısına İlişkin Frekans Tablosu	120
Tablo 12: Katılımcıların Firmadaki Pozisyonlarına İlişkin Frekans Tablosu	120
Tablo 13: YTZ Süreçlerinde Teknoloji Kullanımına İlişkin Genel İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	122
Tablo 14: Yeşil Satın Alma Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	124
Tablo 15: Yeşil Tasarım Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	126
Tablo 16: Yeşil Üretim Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	127
Tablo 17: Yeşil Paketleme Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	128
Tablo 18: Yeşil Pazarlama Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	129
Tablo 19: Yeşil Dağıtım Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	130
Tablo 20: Tersine Lojistik Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	131
Tablo 21: YTZ Süreçlerin Teknoloji Kullanımına Yönelik Çoklu Yanıtlar	132
Tablo 22: Yeşil tedarik sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	133
Tablo 23: Yeşil tasarım sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	134
Tablo 24: Yeşil üretim sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	135
Tablo 25: Yeşil paketleme sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	136
Tablo 26: Yeşil pazarlama sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	137
Tablo 27: Yeşil dağıtım sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	138
Tablo 28: Tersine lojistik sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı	139
Tablo 29: YTZ Süreçlerinde Nesnelerin İnterneti (IoT) Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	140
Tablo 30: YTZ Süreçlerinde Robotik Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	141
Tablo 31: YTZ Süreçlerinde 3D/4D Katmanlı Üretim Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	142
Tablo 32: YTZ Süreçlerinde Kuantum Bilişim Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	143
Tablo 33: YTZ Süreçlerinde Yapay Zeka Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	144

Tablo 34: Y TZ Süreçlerinde Artırılmış Gerçeklik Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı.....	145
Tablo 35: Y TZ Süreçlerinde Blok Zincir Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı....	146
Tablo 36: Y TZ Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı, ..	147
Tablo 37: Y TZ Süreçlerinde Simülasyon Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı ...	148
Tablo 38: Y TZ Süreçlerinde Siber Fiziksel Sistemler (CPS) Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı.....	149
Tablo 39: Y TZ Süreçlerinde Bulut Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	149
Tablo 40: Y TZ Süreçlerinde Konum Algılama Sistemleri Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı.....	150
Tablo 41: Y TZ Süreçlerinde Akıllı Sensör Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı.	151
Tablo 42: Y TZ Süreçlerinde Sosyal Medya Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	152
Tablo 43: Y TZ Süreçlerinde Otomatik Depolama ve Erişim Sistemleri Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı	153
Tablo 44: Pearson Korelasyon Katsayısı İlişki Düzeyi Tablosu.....	155
Tablo 45: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Satın Alma Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	155
Tablo 46: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Tasarım Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	156
Tablo 47: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Üretim Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	157
Tablo 48: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Paketleme Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	157
Tablo 49: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Pazarlama Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	158
Tablo 50: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Dağıtım Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	159
Tablo 51: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Tersine Lojistik Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi	159
Tablo 52: Korelasyon Analizine İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu	160
Tablo 53: Yeşil Satın Alma Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti.....	161
Tablo 54: Yeşil Satın Alma Varyans Analizi Tablosu.....	162
Tablo 55: Yeşil Satın Alma Katsayılar Tablosu	162
Tablo 56: Yeşil Tasarım Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti.....	163
Tablo 57: Yeşil Tasarım Varyans Analizi Tablosu.....	163
Tablo 58: Yeşil Tasarım Katsayılar Tablosu	163
Tablo 59: Yeşil Üretim Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti.....	164
Tablo 60: Yeşil Üretim Varyans Analizi Tablosu.....	164
Tablo 61: Yeşil Üretim Katsayılar Tablosu	165
Tablo 62: Yeşil Paketleme Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti	165
Tablo 63: Yeşil Paketleme Varyans Analizi Tablosu	166
Tablo 64: Yeşil Paketleme Katsayılar Tablosu.....	166
Tablo 65: Yeşil Pazarlama Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti	167
Tablo 66: Yeşil Pazarlama Varyans Analizi Tablosu	167
Tablo 67: Yeşil Pazarlama Katsayılar Tablosu.....	167
Tablo 68: Yeşil Dağıtım Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti.....	168
Tablo 69: Yeşil Dağıtım Varyans Analizi Tablosu.....	168
Tablo 70: Yeşil Dağıtım Katsayılar Tablosu	169

Tablo 71: Tersine Lojistik Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti.....	169
Tablo 72: Tersine Lojistik Varyans Analizi Tablosu.....	170
Tablo 73: Tersine Lojistik Katsayılar Tablosu.....	170
Tablo 74: Regresyon Analizine İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu.....	171
Tablo 75: Teknoloji Kullanımının Sektörlere İlişkin Varyans Analizi (F Testi) Tablosu	172
Tablo 76: Teknoloji Kullanımının Faaliyet Yılına İlişkin Varyans Analizi (F Testi) Tablosu	173
Tablo 77: Teknoloji Kullanımının Çalışan Sayısına İlişkin Varyans Analizi (F Testi) Tablosu	174
Tablo 78: Sektör, Faaliyet Yılı ve Çalışan Sayısına İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu.....	175
Tablo 79: Nesnelerin İnterneti (IoT) ‘ nin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu	175
Tablo 80: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Nesnelerin İnterneti (IoT) Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	176
Tablo 81: Robotik Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	178
Tablo 82: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Robotik Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	179
Tablo 83: 3D/4D Katmanlı Üretim Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	181
Tablo 84: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde 3D/4D Katmanlı Üretim Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	182
Tablo 85: Kuantum Bilişim Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu	184
Tablo 86: Yapay Zeka Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	185
Tablo 87: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yapay Zeka Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	186
Tablo 88: Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu	187
Tablo 89: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Artırılmış Gerçeklik Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	189
Tablo 90: Blok Zincir Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	190
Tablo 91: Büyük Veri Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	191
Tablo 92: Simülasyon Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	192
Tablo 93: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Simülasyon Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	193
Tablo 94: Siber Fiziksel Sistemlerin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	195
Tablo 95: Bulut Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu	196
Tablo 96: Konum Algılama Sistemlerinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu	197

Tablo 97: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Konum Algılama Sistemleri Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	198
Tablo 98: Akıllı Sensörlerin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	199
Tablo 99: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Akıllı Sensör Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	201
Tablo 100: Sosyal Medyanın Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu	203
Tablo 101: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Sosyal Medya Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu	204
Tablo 102: Otomatik Depolama ve Erişim Sistemlerinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu.....	206
Tablo 103: Yenilikçi Teknolojilerin Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu.....	207



GRAFİKLER

Grafik 1: Yeşil Tedarik Zinciri Ana Yönlendiriciler	41
Grafik 2: Sürdürülebilirlik girişimleri için en iyi hedefler.....	45



KISALTMALAR

AI	: Artificial Intelligence (Yapay zeka)
BM	: Birleşmiş Milletler
CLM	: Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management)
CPS	: Cyber-physical systems (Siber Fiziksel Sistemler)
CSCMP	: The Council of Supply Chain Management Professionals (Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi)
EDI	: Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)
EMAS	: Eco-Management and Audit Scheme (Eko-Yönetim ve Denetim Planı)
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
IIoT	: Industrial Internet of things (Endüstriyel Nesnelerin İnterneti)
IoT	: Internet of things (Nesnelerin İnterneti)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
LSP	: Lojistik Hizmet Sağlayıcılar (Logistics Service Providers)
OECD	: The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanıma)
SGI 4.0	: Smart Grids and Industry 4.0 (Akıllı Şebekeler ve Endüstri 4.0)
TZ	: Tedarik Zinciri
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
vb.	: ve benzeri
vd.	: ve diğerleri
VR/AR	: Virtual reality/ Augmented reality (Sanal gerçeklik/ Artırılmış gerçeklik)
YTZ	: Yeşil Tedarik Zinciri
YTZY	: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi

GİRİŞ

20. yy. 'da sanayileşmenin hızla artmasıyla mevcut kaynakların tüketimi ve üretim süreci faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel sorunlar da artmaya başlamıştır. Ancak, uzun yıllar boyunca bu durum ele alınmamış ve dünyanın ekolojik dengesi bozulmaya başlamıştır. Dünya, doğal kaynakların tükenmesi, iklim değişikliği, doğadaki canlıların yaşamının tehlikeye girmesi, kuraklık, hava kirliliği, su kirliliği gibi birçok çevresel sorunla karşı karşıya kaldığında içinde bulunduğu çevresel krizin farkına varmıştır. İlk olarak toplum ve sivil toplum örgütlerinin çevresel bilincini yaymaya başlamasıyla devletler ve işletmeler de bu durumu ele almak zorunda kalmışlardır.

Çevresel konularla ilgili devletlerin yürürlüğe koyduğu yasalar, sivil toplum örgütlerinin ve tüketicilerin baskıları gibi sebeplerle işletmelerin de çevresel yaklaşımı benimsemesi kaçınılmaz olmuştur. Bu doğrultuda, birçok işletme öncelikle yasal zorunluluklarını yere getirmek ve tüketici karşısında olumlu bir marka imajı oluşturmak amacıyla çevresel yaklaşımı benimsemeye başlamıştır. İşletmeler, ürün tasarımı, hammadde tedariki, üretim faaliyetleri, dağıtım, ürün yaşam döngüsünün sona ermesi de dahil tüm süreçlere çevresel yaklaşımı uygulama çalışmıştır. Çevresel yaklaşımın tüm tedarik zincirine entegre edilmesiyle yeşil tedarik zinciri ortaya çıkmıştır.

Sosyal ve çevresel sorumluluğu artırmayı amaçlayan işletmeler, faaliyetlerini gerçekleştirirken çeşitli teknolojilerden de yararlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullandıkları teknolojileri, bu teknolojilerin süreçlere etkisi olup olmadığını ve hangi teknolojinin hangi süreç(ler)de kullanıldığını öğrenmektir.

Çalışmanın ilk bölümünde tedarik zinciri yönetimi ve ikinci bölümünde yeşil tedarik zinciri, literatür araştırmaları ve örnekler ile ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, teknolojinin gelişimi ve yenilikçi teknolojiler üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen bilgiler ayrıntılı olarak sunulmuş ve bunlar tedarik zinciri ile ilişkilendirilmiştir. Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanılan teknolojiler üzerine yapılan literatür araştırmaları ve güncel örnekler yine bu bölümde verilmiştir.

Çalışmanın son kısmında, öncelikle yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknolojilerin kullanımının işletmelerin genel özellikleri ile ilişkisi analiz edilmiştir. Ardından, yenilikçi teknolojiler ile süreçler arasındaki ilişki araştırılmış ve ilgili teknolojilerin süreçler üzerindeki etkisi test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ortaya konularak yorumları verilmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik kavramı bir ürünün doğru zamanda, doğru biçimde ve doğru ölçüde uygun bir maliyet ile elde edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Müşterinin nihai ürünü teslim almasından o ürünün üretimi için ihtiyaç duyulan hammaddenin teminine, tedarikçinin de tedarikçisinden bu hammaddeyi temin etmesine kadar gerçekleşen aşamaların yer aldığı bir tedarik zinciri oluşmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, tedarik zinciri, bir ürünün üretilmesi için gereken ilk madde temininden müşteriye ulaştırılması ve geri dönüşümünü de kapsayan bu akış içerisinde tedarik, üretim, dağıtım, perakende ve lojistik süreçlerini de kapsayan bir sistemdir (Tanyaş, t.y., s. 19).

Geniş bir ifadeyle tedarik zinciri; hammadde temini ile başlayarak son ürünün elde edilmesine kadar olan sürece değer katılarak, nihai ürünün perakendecilere ve tüketicilere ulaştırıldığı ve bu sürece dahil olan faaliyetler boyunca bilgi paylaşımının sağlandığı iş akışının entegre olduğu bütünleşik bir sistemdir. Buradaki iş akışı, tedarik, üretim, dağıtım, satış, satış sonrası hizmetler gibi birçok faaliyeti kapsamaktadır. Daha kısa bir tanımla tedarik zinciri, hammadde temininden son ürünün elde edilmesini, nihai ürünün müşterilere ulaştırılmasını ve sonraki müşteri hizmetleri süreçlerini de kapsayan bir ağıdır (H. Min & Zhou, 2002, ss. 231-232).

Mentzer ve ark. (2001), tedarik zincirini bir kaynaktan müşteriye ürün, hizmet, finansman ve/ veya bilginin yukarı ve aşağı akışında yer alan üç veya daha fazla birimin (organizasyonlar veya bireyler) oluşturduğu yapı olarak tanımlamaktadır (Mentzer vd., 2001, s. 4).

Govil ve Proth (2002) ise tedarik zincirini, öncelikli amacının müşteri memnuniyeti olan, tedarikçi ve müşteri arasındaki ürün ve bilgi paylaşımını minimum maliyet ve maksimum hızda gerçekleştirmeye katkı sağlayan küresel bir organizasyon ağı olarak tanımlamıştır (Govil & Proth, 2002, s. 7).

Russell (2007) tedarik zincirini, bir ürünün tasarımından kullanımına doğru olan akış içindeki sıralı- bağlantılı organizasyonlar ve faaliyetler olarak tanımlamaktadır. Tedarik zinciri, bu akışta yer alan tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve diğer aktörlerin kattıkları değer doğrultusunda ayrıca bir değer zinciri olarak da görülmektedir. Bununla beraber bir talep zinciri olarak da görülebileceğini ileri sürmüştür (Russell, 2007, s. 58).

Timur vd. (2013) ise tedarik zincirini, ürün veya hizmetlerin üretiminden teslimine kadar olan süreçteki birçok bağımsız birim veya organizasyondan ve bunların tesislerinden, faaliyetlerinden, iş akışlarından meydana gelen bir zincir olarak tanımlamaktadır. Bu zincir, akış boyunca gerçekleştirilen faaliyetlerle ürüne değer kattığından bazen de bir değer zinciri olarak ifade edilmektedir (Timur vd., 2013, s. 4).

Ishii ve Ohba (2018), tedarik zincirini, pazar, üretim vd. süreçler boyunca bilgi paylaşıırken ilk kaynaktan son ürüne kadar değer katan çeşitli birimlerden oluşan bir sistem olarak tanımlamaktadır. İşletmelerin değerinin de bu zincir boyunca ortaya koydukları bilginin değerine bağlı olduğunu söylemektedir (Ishii & Ohba, 2018, s. 1591).

Hugos (2018), firmaların tedarik zincirinde karar alması gereken beş noktayı şu şekilde belirlemiştir (Hugos, 2018, ss. 5-6):

Üretim: Pazar hangi ürünü talep etmekte; hangi ürünler ne kadar ve ne zaman üretilmeli; tesis kapasitesi, iş yükü, kalite kontrolü, bakım süreçleri nasıl olmalı?

Envanter: Hangi envanter hangi aşamada stoklanmalı; hammadde, yarı mamul veya mamul olarak ne kadar envanter tutulmalı; optimum envanter seviyeleri ve tekrar sipariş noktaları nelerdir?

Yer: Depolama tesisleri nerede olmalı; üretim ve depolama için en doğru yerler nerelerdir; mevcut olan tesisler mi kullanılmalıdır yoksa alternatifleri mi yapılmalı; nihai ürünün dağıtım yolları nelerdir?

Nakliye: Tedarik zinciri boyunca envanter nasıl taşınmalı; hangi taşımacılık yolu en uygundur; ne zaman hangi taşıt tercih edilmelidir?

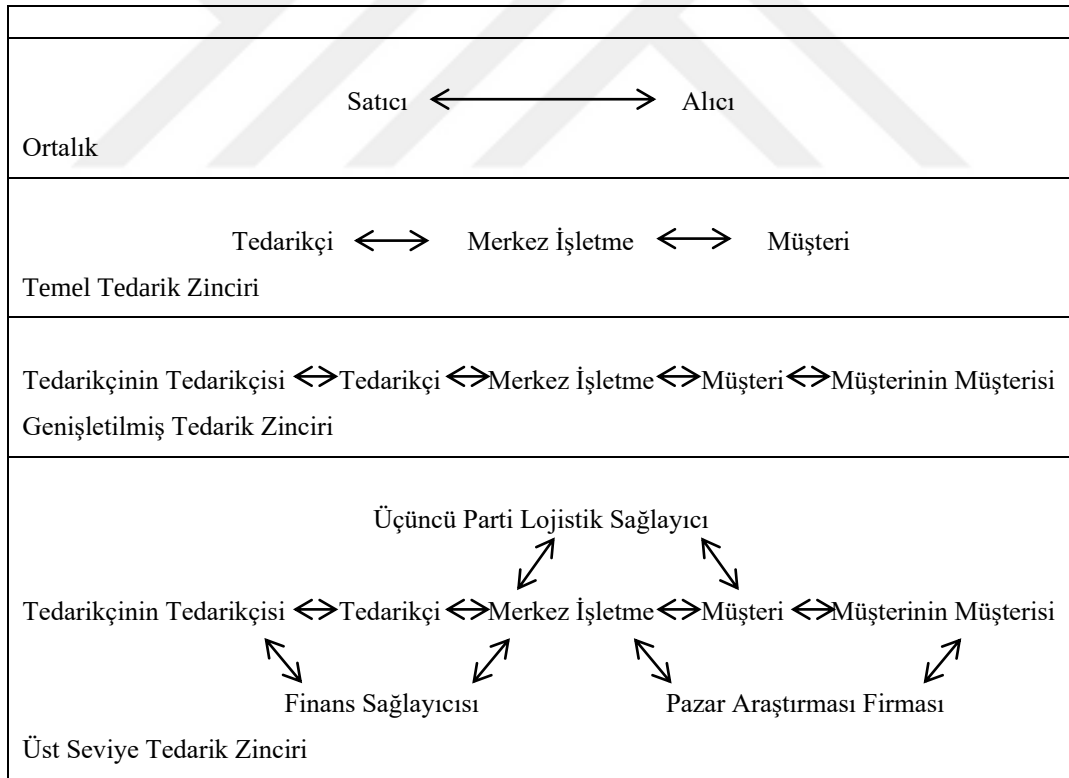
Bilgi: Tedarik zinciri boyunca ne kadar bilgiye ihtiyaç vardır ve ne kadar bilgi paylaşılmalıdır? Doğru ve vaktinde elde edilmiş bilgi daha iyi koordinasyon sağladığından daha iyi sonuçlar vermektedir. Doğru bilgi ile neyin, ne kadar, ne zaman, nerede olması gerektiği ve nasıl dağıtımı sağlanacağı konusunda etkili kararlar alınabilir.

Bir tedarik zincirinin başarılı olabilmesi için öncelikle zincir boyunca daha fazla değer oluşturma amacı olmalıdır. Bu değer, farklı şekilde, farklı yerlerde, farklı kaynaklarla, farklı tedarikçilerden elde edilen ve yine farklı yollarla müşteriye ulaştırılan ürünleri içeren tedarik zinciri boyunca tüm süreçlerin birbirine entegre edilmesiyle ortaya çıkabilir (Koçoğlu, 2010, s. 7). Artık firmaların değil tedarik zincirlerinin bir rekabet içinde olduğuna ve bu rekabet içinde en güçlü olanların ise ana tedarikçileri ile birlikte tedarikçilerin tedarikçileri ve onların da tedarikçilerinin yer aldığı ve entegre edildiği zincir boyunca iyi bir yönetim ve liderlik gösterenlerin olacağına inanılmaktadır (Lummus & Vokurka, 1999, s. 11). Tedarik zinciri stratejileri, zincirin son aşamasında müşteri memnuniyetinin sağlanması için zincir üzerindeki bağlantıların verimli bir işbirliği ile çalışmasını sağlayacak bir sistem gerektirmektedir. Bu sistemde yer alan gereksiz harcamalar, faaliyetler, elleçleme ortadan kaldırılarak maliyetlerin düşürülmesi sağlanmalı ve zincir değer artıracak aktivitelere ve son kullanıcının değer algısına odaklanmalıdır. Diğer bir ifadeyle, tedarik zinciri müşteri ihtiyaçlarına duyarlı olmalıdır (Ross, 2018, s. 2) .

1.1. Tedarik Zinciri Yapısı

Üretim için gerekli olan kaynakların elde edilmesi, üretimi, depolanması, envanter izlenmesi, sipariş takibi gibi işlemleri de içeren, bir ürünün hammadde olarak temin edilmesinden müşteriye ulaştırılması sürecindeki talep yönetimi, dağıtım, teslimat ve bu akışı yönetmek için gerekli olan bilgi sistemleri gibi bütün faaliyetler tedarik zincirinin yapısını oluşturmaktadır (Bozdam, 2019, s. 7).

Aşağıda yer alan Şekil 1’ de görüldüğü gibi, en basit haliyle bir tedarik zinciri üç katılımcıdan oluşmaktadır: işletme, işletmenin tedarikçisi ve müşterisi. Bu zincirdeki katılımcılar birbirinden bağımsızdır (Günday, 2018, s. 6). Daha da büyüyen bir zincire ise bunlara ek olarak tedarikçinin tedarikçisi ve müşterinin müşterisi katılmaktadır. Bu durumda ortaya çıkan zincir genişletilmiş tedarik zinciri olarak ifade edilmektedir (Timur vd., 2013, s. 16). Genişletilmiş tedarik zincirinde tedarige doğru olan taraf yukarı yönlü, talebe olan taraf ise aşağı yönlüdür. Aşağı yönde yer alan müşteri ve müşterinin müşterisi arasındaki fark, şirket ve son tüketici arasında varolan çeşitli müşterilerdir. Bu müşteriler, dağıtıcılar, toptancılar veya perakendeciler olabilir. Dağıtıcılar, üreticilerden toplu olarak ürün alır ve ilgili müşteri gruplarına bu ürünleri ulaştırırlar. Toptancılar, doğrudan dağıtıcılardan veya üreticilerden toplu olarak ürün alırlar. Perakendeciler ise aldıkları ürünleri az miktarda stoklayarak son müşterilere satarlar (Scott vd., 2011, s. 5).



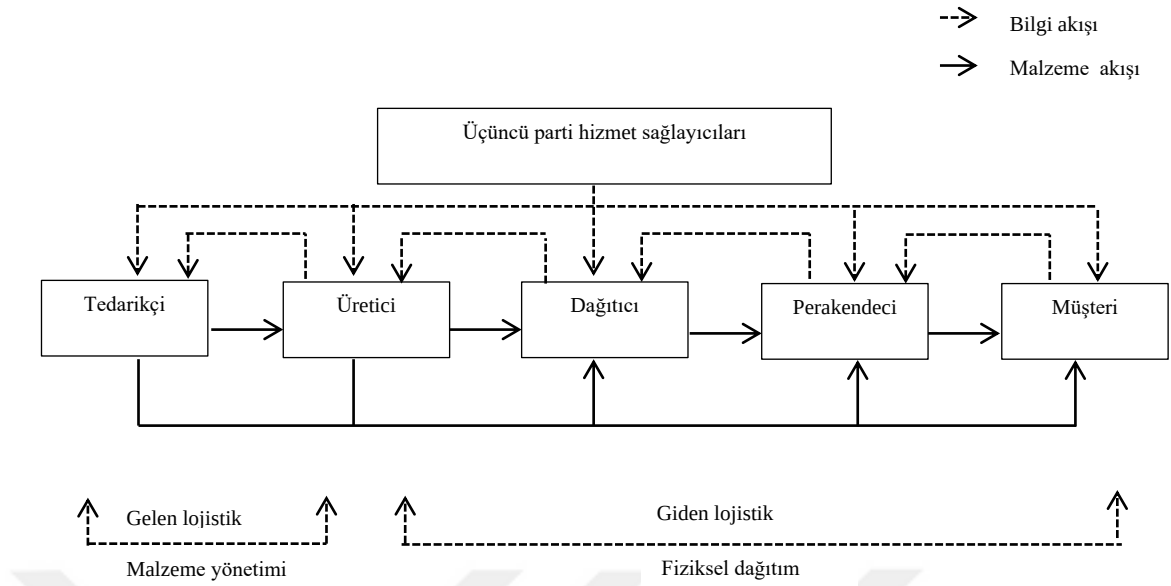
Şekil 1: Tedarik Zinciri Yapısı

Kaynak: Özçalkap Gilanlı, 2010, s.10

Günümüzde küreselleşme ile birlikte malzemeler dünyanın birçok farklı noktasından tedarik edildiğinden ve zincire dahil aktör sayısı hızla arttığından tedarik zinciri gittikçe daha karmaşık bir yapı haline gelmektedir. Bu açıdan bakıldığında karmaşıklaşan zincir bir ağ olarak ifade edilebilir (Günday, 2018, s. 6). Bu ağ üzerine birçok tedarikçinin, müşterinin, finans ve pazar araştırması sağlayan işletmelerin katılmasıyla ortaya çıkan karmaşık ve kapsamlı zincir üst seviye tedarik zinciri olarak tanımlanmaktadır. Finans sağlayıcısı çeşitli riskleri üstlenerek şirkete finans kaynağı olurken lojistik sağlayıcısı ürünlerin müşterilere ulaştırılmasını sağlamaktadır. Pazar araştırması sağlayıcıları ise pazar hakkında şirkete danışmanlık sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle üst tedarik zinciri, firmalara sahip olmadıkları hizmetleri dış kaynaklardan elde etme imkanı sunmaktadır (Ufuk, 2019, s. 15).

1.2. Tedarik Zinciri Aktörleri

Tedarik zinciri, tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci, lojistik hizmet sağlayıcı ve tüketicinin katılımıyla oluşturulan sistemlerin, faaliyetlerin, eylemlerin ve bunların alt-üst aşamalarını da içeren kapsamlı bir ilişkiler bütünüdür. Firmaların potansiyel etkinliğini ve verimliliğini ortaya çıkarmasında tedarik zincirindeki tüm bu ilişki ağının düzenlenmesi ve uygulanması oldukça mühim bir noktadır (Nalbantçılar, t.y., s. 8). Şekil 2, tedarik zincirinde yer alan aktörleri ve bu süreçte yaygın olan malzeme ve bilgi akışı aşamalarını göstermektedir:



Şekil 2: Tedarik Zinciri Süreci

Kaynak: H. Min & Zhou, 2002, s. 232

Tedarikçi: Firmalara mal ya da hizmet sunan kişi veya kuruluştur. Bir diğer ifadeyle “satıcı” da denebilir. Tedarik zinciri akışında yer alan firmanın müşterisi de ayrıca tedarikçi olabilir (*SCM Definitions and Glossary of Terms*, t.y., s. 185).

Üretici: Üreticiler, hammadde olarak temin ettikleri kaynakları işleyerek yarı mamul veya yarı mamulün işlenmesi sürecinde eldeki malzemeye değer katması gerekmektedir (Nalbantçılar, t.y., ss. 15-16). Örneğin; toprağında domates ekip biçen bir çiftçi üretici değildir ancak topladığı domatesleri hammadde olarak kullanır, işler ve konserve salça olarak bir ürüne dönüştürürse artık bir üretici olarak adlandırılır.

Dağıtıcı: Dağıtıcılar, ürünlerin müşterilere teslim edilmesi ile görevli ve müşterilere, perakendeci vb. araçlardan sonra en yakın olan tedarik zinciri üyesidir. Müşterilere olan yakınlığı dolayısıyla oldukça önemli bir sorumluluğu vardır (Ufuk, 2019, s. 9).

Perakendeci: Perakendeciler, çeşitli firmalardan temin ettikleri ürün ve hizmetleri son müşteriye ulaştıran ve onlarla birebir ilişki içerisinde bulunan tedarik zinciri üyesidir

(Nalbantçılar, t.y., s. 16). Bu açıdan bakıldığında müşterilere en yakın olan tedarik zinciri üyesi perakendecilerdir ve bu sebeple müşteri geri bildirimlerini direkt olarak alıp üreticilere ileterek müşteri memnuniyetinin sağlanmasında anahtar bir rol üstlenirler (Ufuk, 2019, s. 11).

Müşteri: Müşteri, bir ürünü nihai müşteri olarak alan veya başka bir ürünün oluşturulmasında kullanmak için alıp farklı müşterilere satan kişi ya da grup olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle, bir müşteri, aldığı ürünü tüketen veya farklı bir ürün için kullanan kişi olabilir (Öz & Sayın, 2019, s. 131). Bir tedarik zincirinde müşteri, dağıtıcı, toptancı veya perakendeci olabilir (Scott vd., 2011, s. 5).

Hizmet Sağlayıcılar: Hizmet sağlayıcıları, tedarik zinciri süreçlerinde ihtiyaç duyulan faaliyetler hakkında gerekli olan bilgi ve beceriyi, özel bir uzmanlık desteği şeklinde üreticilere, dağıtıcılara, perakendecilere ve müşterilere sağlayan işletmelerdir. Bu işletmeler, sundukları hizmet alanında uzmanlaşmış oldukları için tedarik zincirinde yer alan üyelerin, kendi bünyelerinde bu eylemleri gerçekleştirmelerinden çok daha az maliyetle daha iyi bir sonuç elde etmelerini sağlamaktadırlar. Birçok farklı hizmet sağlayıcı bulunmaktadır. Bunlar arasında taşıma ve depolama işletmeleri olan lojistik sağlayıcıları en çok bilinen hizmet sağlayıcısıdır. Bankalar, kredi veren şirket ve ajanslar ise kredi analizleri sunan finansal hizmet sağlayıcılarıdır. Hizmet sağlayıcıları; pazar araştırması, mühendislik hizmetleri, yönetim hizmetleri, ürün tasarımı, bilgi teknolojileri gibi çeşitli alanlarda danışmanlık hizmeti de sunmaktadır. Bu hizmet sağlayıcıları da tedarik zincirinde yer alan diğer üyeler ile entegre faaliyet göstermektedir (Timur vd., 2013, s. 18).

Tedarik zinciri faaliyetlerinde genel olarak malzeme akışı, bilgi akışı ve fon akışı aşamaları yer almaktadır. Malzeme akışı, tedarikçiden müşteriye ve müşteriden tedarikçiye doğru olan iki yönlü bir akıştır. İadeler, geri bildirimler, ürün değişiklikleri gibi müşteri talepleri tedarik zincirinde ters yönlü akış olarak ifade edilmektedir. Bilgi akışı, sipariş yönetimi ve ürün teslimatı için gerekli olan bilgilerin teknoloji desteği ile hızlı ve doğru şekilde paylaşılmasını sağlayarak tedarik zincirinde başarılı bir arz talep dengesinin kurulmasını mümkün kılmaktadır. Fon akışı ise tedarik zincirindeki kredi

bilgilerinin ve ödemelerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle, fon akışı bir para akışıdır. Dolayısıyla, fon akışı kredilerin ve ödemelerin asıl para kaynağı olan nihai müşteriye duyarlı olarak düzenlenmektedir (Görücü, 2019, ss. 5-6).

Tedarik zinciri boyunca gerçekleşen malzeme, bilgi ve fon akışı tüm zincir verimliliğini ve etkinliğini etkilemektedir. Dolayısıyla bu akışlar üzerindeki düzensizlik zincir performansını doğrudan etkiler ve maliyetler artmaya başlar. Örneğin, malzeme akışında meydana gelen bir azalma veya durma stok maliyetini artırır, satışlarda azalmaya neden olacaktır. Bilgi akışında yaşanan bir kopukluk ise tedarik zincirinde belirsizlikten kaynaklanan maliyetler ortaya çıkaracaktır. Fon akışında yaşanan bir aksama ise zincirde finansal sorunlara sebep olacaktır (Tanyaş, t.y., s. 20). Anlaşılabacağı üzere, tedarik zinciri aşamalarında yaşanan herhangi bir gecikme veya bekleme tüm akışları olumsuz şekilde etkilemektedir. Müşteri kaybının yaşanmaması, üretimin aksamaması, nakit sıkıntısı gibi durumlarla karşılaşılmasını için tedarik zinciri üyeleri arasında sıkı bir işbirliği kurularak zincirin çevikliği ve esnekliği geliştirilmelidir.

Tedarik zincirinde maliyetlerin minimize edilmesi, performansın iyileştirilmesi ve yanıt hızının artırılması için karmaşıklığın azaltılması gerekmektedir (Tanyaş, t.y., s. 26). Bu sebeple, firmalar içerisinde bulundukları tedarik zincirinin bütününde bilgi paylaşımını artırarak tedarikçileri, müşterileri, tedarikçilerin tedarikçileri ve müşterilerinin müşterilerini de kapsayan geniş bir haberleşme ağı oluşturmalarıdır. Böylelikle tedarik zincirinin etkinliği artar ve firmalar da ayrıca rekabet avantajı elde edebilir. Diğer bir ifadeyle, firmaların değil tedarik zincirlerinin rekabet ettiği yeni düzende başarı sağlanabilir (Özdemir, 2004a, s. 89). Çünkü tedarik zinciri başarısının temelinde, firma içindeki ve dışındaki üyelerin bütünleşik bir yapı oluşturarak işbirliği kurmaları yatmaktadır. Sonuç olarak, tedarik zinciri başarısını zincir üyeleri arasındaki bilgi paylaşımından anlayabiliriz (Nalbantçılar, t.y., ss. 6-7).

Bilgi akışı, tedarik zincirinde hammaddenin elde edilmesinden itibaren müşteriye teslim edilmesine kadar geçen üretim, depolama, nakliye, sipariş işleme gibi aşamalarda gerçekleştirilen tüm faaliyetlerin yönetilmesi için ihtiyaç duyulan bilgi sistemleri olarak tanımlanmaktadır (Günday, 2018, s. 6). Bilgi paylaşımının amacı pazardan gelecek

talebin doğru tahmin edilmesi ve firma ile diğer zincir üyeleri arasındaki faaliyetlerin başarı şekilde düzenlenmesidir. Firmaların, tedarik zincirinde yer alan diğer üyelerle ne kadar bilgi paylaşacaklarına veya hangi bilgileri paylaşmayacaklarına karar vermesi gerekmektedir. Hammadde tedariki, üretim planlaması, sipariş yönetimi, dağıtım süreçlerinde doğru bilgilerin, doğru yerde ve doğru zamanda paylaşılması pazar talebinin öngörülmesini ve karşılanmasını sağlamaktadır. Böylece firmaların arz ve talep dengesi kurlmaları kolaylaşmaktadır (Timur vd., 2013, s. 15).

Son yıllarda tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi paylaşarak koordinasyon ve entegrasyon sağlanması amacıyla bilgi teknolojilerinden oldukça faydalanılmaktadır. Örneğin, EDI (Elektronik Veri Değişimi) gibi sistemlerden faydalanılarak tedarik zinciri üyelerinin anlık olarak iletişim kurması, ihtiyaç duyulan bilgilere doğru ve hızlı şekilde ulaşmaları sağlanmaktadır. Bilgi teknolojilerinin avantajları göz önüne alındığında tedarik zincirinin bilgi teknolojilerine dayalı olarak yeni baştan modellenmesi önerilmektedir (Güleş vd., t.y., s. 94).

1.3. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi, firmaların üretim, planlama, kontrol gibi eylemlerinde müşteri merkezli bir sistem stratejisi oluşturmak için kullanılan, son yıllarda yaygınlaşan bir uygulamadır (Koçoğlu, 2010, s. 12). Firmaların üretim kapasiteleri, pazar duyarlılığı, tedarik zincirindeki diğer üyeler ile ilişkileri gibi firmayı doğrudan etkileyen faktörlerin geliştirilmesi için firmanın iç kaynakları ve dış kaynakları bütünleştirilerek daha etkin bir faaliyet süreci gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, firmanın mevcut kaynaklarını en doğru şekilde kullanarak müşteri talebini karşılamasıdır (Şen, 2007, s. 9). Tedarik zinciri yönetiminin literatürdeki bazı tanımları şu şekildedir:

Hugos (2018) tedarik zincirini, hizmet verilen pazar talebinin en verimli şekilde karşılanması için tedarik zinciri üyeleri arasındaki üretim, envanter, konum ve ulaşım koordinasyonu olarak tanımlamıştır (Hugos, 2018, s. 4).

Lummus ve Vokurka (1999) ise tedarik zincirini şu şekilde tanımlamıştır: “ Hammadde ve parçaların tedarik edilmesi, üretim ve montaj, depolama ve envanter takibi, sipariş girişi ve sipariş yönetimi, tüm kanallarda dağıtım, müşteriye teslimat ve tüm bu aktiviteleri izlemek için gerekli olan bilgi sistemleri de dahil olmak üzere bir ürünün hammaddeden müşteriye teslim edilmesini kapsayan sistemdir. Tedarik zinciri yönetimi, tüm bu aktiviteleri koordine eder ve süreç içerisine entegre eder. Bu zincir, bir organizasyon içindeki departmanlar ve tedarikçiler, taşıyıcılar, üçüncü parti şirketler, bilgi sistem sağlayıcılarını da içeren dış üyeler de dahil olmak üzere tedarik zinciri üzerindeki tüm üyeleri birbirine bağlamaktadır.” (Lummus & Vokurka, 1999, s. 11).

Tedarik Zinciri Yönetimi Konseyi (Council of supply chain management professionals) tanımına göre ise: “Tedarik zinciri yönetimi, kaynak bulma ve temin etme, dönüştürme ve lojistik faaliyetlerin planlanmasını ve yönetimini kapsamaktadır. Daha da önemlisi, tedarikçiler, aracılar, üçüncü parti hizmet sağlayıcıları ve müşteriler olabilen kanal ortaklarıyla koordinasyon ve işbirliğini de içermektedir. Temelde, tedarik zinciri yönetimi, şirketler içinde ve arasında arz ve talep yönetimini entegre etmektedir (*SCM Definitions and Glossary of Terms*, t.y., s. 187).

Lau vd. (2019) tedarik zinciri yönetimini, hammadde temini ile başlayan ve müşteri memnuniyeti ile tamamlanan tedarik zincirinin tüm aşamalarında koordinasyonun sağlanması olarak ifade etmişlerdir. Tedarik zinciri yönetiminde temel amacın, bir üyenin diğer üyeler üzerinde elde edeceği rekabet avantajını en üst seviyeye çıkartmak için tedarik zincirini yeni baştan şekillendirmek olduğunu öne sürmüşlerdir (Lau vd., 2019, s. 10).

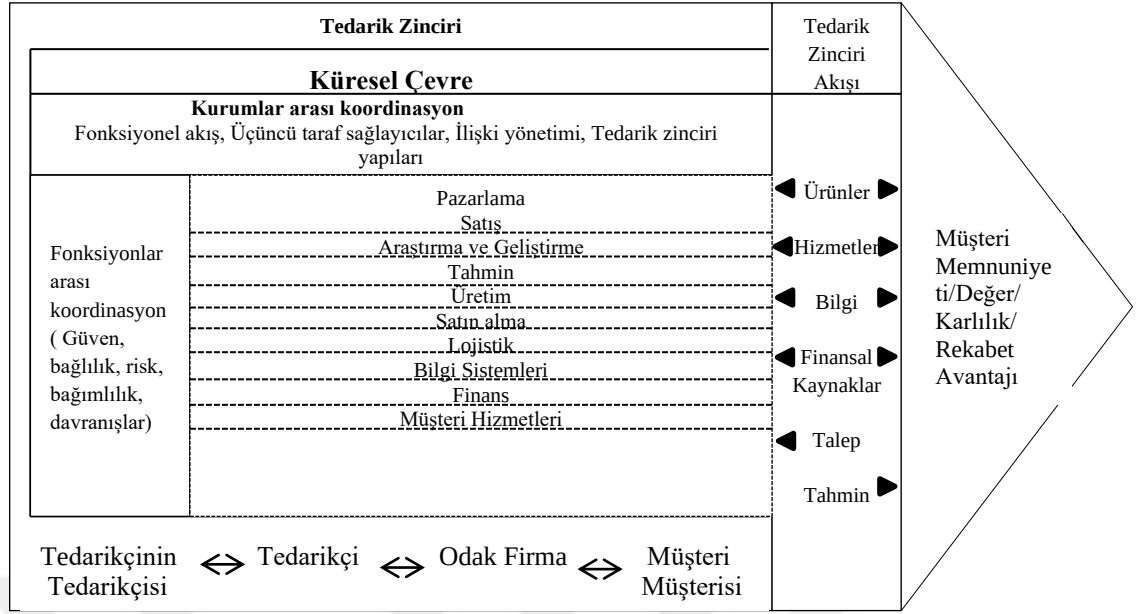
Mentzer vd. (2001) tedarik zincirini, şirketlerin uzun vadeli performansını ve bir bütün olarak tedarik zincirini geliştirmek için geleneksel iş fonksiyonlarının sistemik ve stratejik koordinasyonu ile tedarik zincirindeki bir firmanın bu iş fonksiyonları arasındaki taktikler olarak tanımlamaktadır (Mentzer vd., 2001, s. 14).

Özdemir’ in (2004) tanımına göre tedarik zinciri yönetimi, hammadde tedariğinden geri dönüşüm ve yeniden kullanım faaliyetleri de dahil son ürünün elde edilmesine kadar

olan tüm aşamaların yönetilmesini, firmaların iç ve dış kaynaklarını kullanarak nasıl rekabet avantajı elde edeceklerini, bu süreçte teknoloji ve temel yeteneklerden ne şekilde faydalanılacağına yoğunlaşılan, firma faaliyetlerinin verimliliğini ve etkinliğini artırmak amacıyla diğer zincir üyeleriyle iş birliği içerisinde olduğu bir yönetim felsefesidir (Özdemir, 2004a, s. 88).

Tedarik zinciri yönetimi, temin edilen malzemelerin ürüne dönüştürülmesini ve doğru kanallarla müşterilere ulaştırılmasını kapsayan zincir boyunca malzeme, bilgi ve fon akışının yönetilmesi ile ilgilenmektedir (Öztürk, 2016, s. 18). Zincir faaliyetlerinde temel hedef, işletmenin üretim kapasitesinin yükseltilmesi, pazar taleplerine karşı esnekliğin artırılması ve işletmenin müşteri ve diğer zincir üyeleri arasındaki ilişkilerin iyileştirilmesiyle organizasyonun sürdürülebilirliğinin artırılmasıdır (Güleş vd., t.y., s. 103). Diğer bir ifadeyle tedarik zinciri yönetimi, müşterilerin farklı talep ve ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla zincir verimliliğini ve etkinliğini artırmayı amaçlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi tanımları ele alınarak şekilde gösterilen kavramsal bir model geliştirilmiştir. Şekilde, tedarik zinciri, tedarik zinciri akışlarını (ürünler, hizmetler, finansal kaynaklar, bu akışlarla ilişkili bilgi, talep ve tahminler) içeren bir hat olarak gösterilmektedir. Müşteri için değer yaratmak ve müşteri memnuniyeti sağlamak için pazarlama, satış, araştırma ve geliştirme, tahmin, üretim, tedarik, lojistik, bilgi teknolojisi, finans ve müşteri hizmetleri gibi geleneksel iş fonksiyonları ve tedarikçinin tedarikçilerinden müşterinin müşterilerine doğru olan bu akışlar gerçekleştirilmektedir. Şekil, bununla birlikte tedarik zincirinde yer alan firmaların ve bir bütün olarak tedarik zincirinin rekabet avantajı ve karlılık elde etmesi için müşteri değeri ve memnuniyetinin sağlanmasının önemini göstermektedir. Bu faaliyetler arasında koordinasyon gerçekleşmeden ve zincirde yer alan/alacak faaliyetlerin tedarik zinciri yönetimi planlaması, organizasyonu ya da sürecine entegre edilmeden tedarik zinciri yönetiminin tam potansiyeline ulaşamayacağı görülmektedir. Aynı zamanda küreselleşen tedarik zincirlerinin buna uygun olarak yönetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Son olarak şekil, tedarik zinciri yönetiminin temel hedeflerine (daha düşük maliyetler, artan müşteri değeri ve memnuniyeti ve nihayetinde rekabet avantajı) odaklanılması gerektiğini göstermektedir (Mentzer vd., 2001, ss. 18-19).



Şekil 3: Tedarik Zinciri Yönetimi Modeli

Kaynak: Mentzer vd., 2001, s. 19

1.3.1. Tedarik zinciri yönetimi amacı

Tedarik zinciri yönetimi, müşteri taleplerine cevap verebilmek için gerekli ürünlerin tedarik ve teslim süreci içindeki faaliyet akışını kontrol eden sistemlerin, süreçlerin ve organizasyonların entegre edilmesi ile ortaya çıkan sistemdir (Güner, 2018, s. 19). Bu akışın yönetilmesindeki en temel amaç firmanın sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Bunun için firma, pazar talebinin kalite, zaman, maliyet, hız, fiyat gibi etkenlerine karşı cevap verebilmelidir. Ayrıca, pazarda bulunan diğer firmalara karşı sahip olunmak istenen rekabet avantajı da tedarik, üretim, dağıtım, lojistik faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanmasıyla elde edilebilir (Alp, 2019, s. 12).

Tedarik zinciri performansını en yüksek seviyeye çıkarmak, tedarik zincirinin öncelikli hedefidir. Tedarik zincirindeki yukarı ve aşağı yönlü tüm eylemlerin arz ve talep dengesini her noktada koordine ederek bütünleşik bir yapı oluşturmak; inovasyonu artırmak ve ürün geliştirme süreçlerini kısaltmak için bilgi ve teknolojileri paylaşmak; sipariş döngü sürelerini kısaltmak; stok akışını düzenlemek; müşteri taleplerine etkili ve verimli cevap vermek; maliyetleri azaltmak; ve müşteri memnuniyetini artırmak tedarik zinciri performansını iyileştirecek hedeflerdir (Russell, 2007, s. 58). Firmalar, tedarik

zinciri yönetimi ile kısa vadede gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırarak tedarik zinciri aşamalarını iyileştirmek ve müşteri talebine daha hızlı yanıt vermek isterken, uzun vadede firma, müşteri memnuniyeti sağlayarak pazardaki payını ve karını artırmayı amaçlamaktadır (Nalbantçılar, t.y., s. 8).

Tedarik zinciri yönetiminin en temel hedefi müşteri değeri oluşturmaktır. Bu sebeple firmaların öncelikli olarak hedef pazarı araştırması ve tüketici beklentilerini anlaması gerekmektedir. Tedarik zincirinin stratejileri, yapısı, yetenekleri müşteri odaklı olarak inşa edilmelidir. Merkezine müşteriyi koyan bir tedarik zincirinde daha kaliteli bir akış, daha az belirsizlik ve istisna olması beklenmektedir. Firmalar, tedarik zinciri yönetimi ile zincirin esnekliğini ve duyarlılığını artırarak üst düzey bir müşteri değeri oluşturmalıdır (Wang, 2017, s. 28). Üst düzey müşteri hizmeti sunmak ise rekabet avantajı elde etmenin başlıca unsurlarındandır. Tedarik zinciri üyeleri arasında entegrasyon sağlanması, ürün ve hizmetlerin koordine edilmesi ve tüm bu süreçlerde bilgi, malzeme ve fon akışının doğru şekilde gerçekleştirilmesi rekabet avantajı elde etmenin temel gereksinimidir (Oğuz, 2019, s. 8). Bu açıdan bakıldığında tedarik zinciri yönetimi bir rekabet avantajı kaynağı olarak görülmektedir (S. Min vd., 2019, s. 49). Tedarik- müşteri döngüsünün kısaltılması, tedarikçiler ve müşteriler ile işbirliği sağlanması, tedarik zinciri güvenirliliğinin en üst seviyeye çıkarılması, maliyetlerin en aza indirilmesi, süreç ve karar optimizasyonu gerçekleştirilmesi zincir performansı artırarak rekabet avantajı elde etmenin gereksinimleri arasındadır (Greeff & Ghoshal, 2004, s. 164).

Tedarik zinciri yönetiminin temel hedeflerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Coşkun, 2017, s. 4):

- En az maliyet ile en yüksek üretimi gerçekleştirmek
- İşletme değerini artırmak
- Teknoloji desteğiyle yeni üretim metotları geliştirmek
- Pazara olan hakimiyeti artırmak
- Üretim kalitesini artırmak
- Müşteri değeri oluşturmak

- Tedarikçi ilişkilerini geliştirmek
- Zaman israfından kaçınmak
- Stok yönetimi ve sipariş yönetiminde etkin olmak
- Rekabet avantajı elde etmek ve karlılığı artırmak
- Müşteri geri bildirimlerine dikkat etmek
- Hammadde tedarik sürecini iyi yönetmek
- Etkin bir finansal yönetim gerçekleştirmek
- Doğru ve hızlı talep yönetimi ile arz-talep dengesi kurmak

1.3.2. *Tedarik zinciri yönetimi gelişimi*

Geçmişten günümüze işletme yönetimini ele aldığımızda, tedarik zinciri üyeleri ve aşamaları arasında koordineli bir ilişki kurmanın, üretim, satış, pazarlama stratejilerinin zincir faaliyetlerinin sürdürülebilmesi açısından oldukça önemli bir rolü vardır. Tedarik zinciri, günümüzdeki haline kadar şu aşamalardan geçmiştir: Depolama ve ulaştırma, Toplam Maliyet Yönetimi, Bütünleşik lojistik yönetimi, Tedarik zinciri yönetimi, E-tedarik zinciri yönetimi (Timur vd., 2013, s. 8).

Yönetim düşüncesi ilk kez Frederick Taylor'ın 1911'de Bilimsel Yönetim İlkeleri'ni yayınlamasıyla bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Taylor'ın işçi üretkenliğine odaklandığı bu ilkeler, yönetsel uygulamaların gelişmesiyle zamanla yerini üretim ve hizmet verimliliğine bırakmıştır.

Tablo 1: Yönetim düşüncesinin evrimi

Yıl	Olay
1911	Yönetim , resmi bir çalışma ve uygulama disiplini olarak ortaya çıktı
1920- 1950	Operasyonlar , çalışan üretkenliği ve çıktı ölçümleri hakkında yazılar yazıldı
1950' ler	Modern finans çağı başladı
1960' lar	Formüle edilmiş pazarlama ilkeleri ve uygulamalarında modern düşünce
1970' ler	İş dünyasının askeri lojistik ilkelerini dağıtım sistemlerine uyarlama eğiliminin hızlanması
1980'ler	İnsan kaynakları yönetimi üzerine çağdaş yaklaşımlar ortaya çıktı Kalite devrimi
1990' lar	Lojistik araştırmalarında hızlı artış ve organizasyonlarda lojistik vurgusu
2000' ler	Tedarik zinciri yönetimi devrimi

Kaynak: Russell, 2007, s. 57

1960'lı yıllara kadar lojistik, yalnızca askeri ürünlerin alınması, satılması, taşınması gibi askeri ihtiyaçlar noktasında kullanılan bir kavram olarak kullanılmıştır. O dönemlerde lojistik, stratejik bir avantaj olarak değil fiziksel dağıtımı kapsayan bir operasyon kolu olarak kabul görmüştür. Bu dönem Depolama ve Ulaştırma Dönemi olarak ifade edilmektedir. Lojistik, önem verilen bir birim olmadığı gibi kaynakların (yönetim bilimi, teknoloji vb.) da yetersizliği dolayısıyla lojistik faaliyetleri farklı birimler arasında paylaşılarak gerçekleştirilmiştir (Öztürk, 2016, s. 18). Ancak lojistik faaliyetlerin dağıtılması etkin sonuçlar vermemekle beraber maliyetlerin daha da artmasına sebep olmuştur. 1960'lı ve 1970'li yıllara gelindiğinde ise lojistik ve fiziksel dağıtım maliyetlerinin yüksekliği sebebiyle bu alanda çalışmalar başlamıştır. Amerika Birleşik Devletlerinin gayri safi milli hasılasının yaklaşık %15'ini, Birleşik Krallığın satış gelirlerinin %16'sını ve Japonya'nın %26,5'ini fiziksel dağıtım maliyetlerinin oluşturduğu düşünülmektedir. Firmaların ise fiziksel dağıtım maliyetlerinin, satış gelirlerinin %30'una kadar ulaştığı tahmin edilmektedir. Bu sebeplerle maliyet odaklı bir yaklaşım olan, maliyetlerin minimize edilmesi ve rekabet üstünlüğü elde edilmesini amaçlayan toplam maliyet yönetimi anlayışı ortaya çıkmıştır (Bozdam, 2019, s. 10). Tedarik zinciri yönetiminin de ilk temellerinin atıldığı bu döneme Toplam Maliyet Yönetimi Dönemi denilmektedir. 1970 yıllarında Malzeme İhtiyaçları Planlaması'nın (MRP) geliştirilmesiyle üretim maliyeti, kalite, ürün geliştirme, sipariş yönetimi,

dağıtım faaliyetlerinde stok yönetiminin önemini fark edilmiştir (Timur vd., 2013, s. 26).

1980li yılların başında küresel rekabetin oldukça artması firmaları maliyetleri düşürmek, kaliteyi daima yüksek tutmak, tasarım esnekliği olan ürünler ortaya koymak zorunda bırakmıştır. Bu dönemde firmalar küresel alanda faaliyet gösterebilmek için çeşitli üretim teknolojileri kullanmaya, stok maliyetlerini düşürmeye, lojistik faaliyetlerini bir merkezden yönetmeye ve bilgisayar teknolojilerinden yararlanmaya başlamışlardır (Bozdam, 2019, s. 11). 1982 yılına gelindiğinde ise ilk kez Booz Allen Hamilton'da danışman olan Keith Oliver, Financial Times'a verdiği bir röportajda "tedarik zinciri yönetimi" terimini kullanmıştır (Ross, 2018, s. 1). Lojistik planlamaya odaklanılan, işletme fonksiyonları arasında ve zincir operasyonlarında bütünleşmenin sağlandığı, tedarik zinciri kavramının yeni yeni tanındığı bu dönem Bütünleşik Lojistik Yönetimi Dönemi olarak adlandırılmaktadır (Timur vd., 2013, s. 9). 1980'li yılların sonunda ise firmaların, faaliyetlerindeki bilgi, ilişki ve malzeme akışının doğru şekilde yönetilmesiyle etkinliğin ve verimliliğin artacağını anlamasıyla tedarik zinciri yönetimi oldukça önemli bir kavram haline gelmiştir (Şen, 2007, ss. 14-15).

1985 yılında, tedarik zincirinin öncüsü olarak kabul edilen Quik Response (QR- Hızlı cevap sistemi) sistemi geliştirilmiş ve ilk olarak tekstil sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. 1990'larda QR sisteminin yerini Efficient Consumer Response (ECR- Etkin müşteri cevabı) programı almış ve ECR'den sonra da Continuous Replenishment Planning (CRP- Sürekli Yenileme Planlaması) ortaya çıkmıştır (Görücü, 2019, s. 8). Tüm bu gelişmelerle beraber 1990'lı yıllarda küresel rekabet artmış ve firmaların düşük maliyet ile kaliteli hizmet sunmaları imkansızlaşmaya başlamıştır. Firmalar, bu zorlaşan rekabet koşullarında organizasyonların değil, tedarik zincirlerinin rekabet içinde olduğunu fark etmişlerdir. Bu sebeple firmalar, tedarik zinciri yönetimini öğrenmeye ve uygulamaya odaklanmışlardır. Bu dönem ise Tedarik Zinciri Yönetimi olarak adlandırılmıştır (Alp, 2019, s. 9).

Tedarik zinciri yönetimi bir terim olarak ilk kez 1980'lerde ortaya çıkmış ve 1990'larda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu zamana kadar, bu terimin yerine lojistik ve

operasyon yönetimi gibi terimler kullanılmıştır (Hugos, 2018, s. 4). 1999 yılında Robert B. Handfield ve Ernest L. Nichols, Jr.'ın, 25.000'den fazla satan ve Japonca, Korece, Çince, Rusça dillerine çevrilen Tedarik Zinciri Yönetimine Giriş kitabının yayınlanmasıyla tedarik zinciri yönetimi hızla yaygınlaşmaya başlamıştır (Ross, 2018, ss. 4-5).

Bu dönemde küreselleşme ile birlikte kaynak ve pazar ihtiyaçları, mekan, zaman ve kültürel farklılıklar sebebiyle taleplere cevap verme hızını ve hizmet kalitesini de dahil arz ve talep belirsizliği artırmıştır. Firmalar bu belirsizlik karşısında rekabet avantajı elde edebilmek için tedarik zinciri üyeleri arasında malzeme, bilgi ve fon akışını aşağı-yukarı yönlü koordine etmeye çalışmışlardır. Bu bütünsel yaklaşımdan olumlu sonuçlar alan firmalar, müşteri memnuniyetini sağlamak ve firma değerini artırmak için tedarik zinciri üyeleri arasında işbirliğinin önemini anlamışlardır. Böylelikle, tüm tedarik zinciri üyeleri (tedarikçiler, müşteriler, üreticiler vd.) arasındaki güvene dayanan ve yalnızca firma içinde değil zincirde yer alan diğer firmalar arasında da koordinasyon sağlayacak stratejiler geliştirilmeye başladı (S. Min vd., 2019, s. 45).

Lummus ve Vokurka (1999) tedarik zinciri yönetiminin 1990'lı yıllarda popüler olmasını üç nedene bağlamıştır: Bunun ilk nedeni çok az firmanın dikey olarak entegre olmaya devam etmesidir. Firmalar, tüm tedarik zinciri aşamalarını kendileri gerçekleştirmek yerine daha düşük maliyetle daha kaliteli hizmet sunabilecek farklı firmalar ile işbirliğine gitmeyi tercih etmeye başlamışlardır. Bu şekilde her iki tarafın da daha verimli ve etkin olduğunu fark etmişlerdir. İkinci neden ise küreselleşme ile birlikte rekabetin artmış olması. Müşteri talepleri hızla değişmekte ve taleplerinin karşılanması için birden fazla seçenekleri bulunmakta. Firmalar müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmek için farklı yerlerde dağıtım noktaları kurmakta ve buralarda envanter tutmaktaydı. Ancak bu durum hem stok maliyetlerine sebep olmakta hem de dinamik bir pazar karşısında karsız ve riskli bir durum oluşturmaktaydı. Dolayısıyla, firmaların maliyetlerini minimize etmesi ve maksimum müşteri erişimi sağlayacak bir sistem kurmaları gerekmektedir. Üçüncü neden ise firmaların faaliyetlerini bir bütün olarak değil parçalar halinde gerçekleştirmesinin potansiyel performansa ulaşmak için yetersiz olduğunun anlaşılmasıdır. Bu sebeple firmalar, herhangi bir noktada verecekleri kararın

etkisini ölçmek için tüm tedarik zincirine bakmaya başlamışlardır (Lummus & Vokurka, 1999, s. 12).

1960'lı yıllarda geliştirilen Elektronik Veri Değişimi (EDI) sistemleri daha da geliştirilmiş ve 1990'larda Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri kullanılmaya başlamıştır. 2000'li yıllarda ise internet tabanlı teknolojilerin yaygınlaşmasıyla bu sistemler geliştirilmeye devam etmiştir. Bu dönemde tedarik zinciri süreçlerinde entegrasyonun sağlanmasıyla maliyetlerde azalma ve zincirde değer oluşturulan bir aşamaya geçilmiştir (Ross, 2018, s. 5). Bu aşamada, firmaların üst idare bölümlerinde tedarik zinciri birimleri kurulmaya başlamıştır.

1963 yılında kurulan Ulusal Fiziksel Dağıtım Yönetimi Konseyi (The National Council of Physical Distribution Management), daha sonra 1985'te Lojistik Yönetimi Konseyi (The Council of Logistics Management) adını almış ve son olarak 2005'te Tedarik Zincir Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (The Council of Supply Chain Management Professionals-CSCMP) olarak yeniden adlandırılmıştır (Wang, 2017, s. 27). Tedarik zinciri yönetiminin bu yaygınlaşması 2005'te Thomas L. Friedman'ın Dünya Düzdür (The World is Flat) kitabında tanımlanmıştır. Friedman, tedarik zinciri yönetimi ve içerdiği bilgi teknolojilerinin dünya ekonomisinin temel değişiklikleri arkasındaki unsur olarak ifade etmektedir (Russell, 2007, s. 58). Tedarik zinciri yönetimi uygulamalarında internetin ve e-bilginin kullanıldığı, veri tabanlarının eş zamanlı olarak paylaşıldığı, tedarik zinciri koordinasyonunun sağlandığı 2000 sonrasındaki bu dönem ise E-Tedarik Zinciri Yönetimi Dönemi olarak adlandırılmaktadır (Timur vd., 2013, s. 9).

1.3.3. Tedarik zinciri yönetimi faydaları

Bir firmanın yalnızca çeşitli pazarlama stratejileri geliştirmesi pazarda hayatta kalabilmesi için yeterli değildir. Firmaların, hem kendi değerini artırmasını hem de müşteri değeri yaratmasını sağlayacak bir sisteme ihtiyaçları vardır. Bu noktada tedarik zinciri yönetimi, tüm tedarik zincirinde entegrasyon sağlayarak rekabet avantajı elde edilmesine ve müşteri memnuniyeti oluşturmaya imkan veren bir değer zinciri oluşturur (Nalbantçılar, t.y., s. 30). Bu değer zinciri, firmaların faaliyetleri ve zincirdeki diğer

üyelerle entegrasyona dayalı malzeme, bilgi, fon akışı ve üyeler arasında güven temelli işbirlikleri kurulmasına imkan vermektedir. Böylelikle kaynakların verimli kullanılması, maliyetlerin düşürülmesi, zincir performansının artırılması, müşteri değeri oluşturulması ve pazarda rekabet üstünlüğü mümkün olmaktadır. Ayrıca zincir üyelerinin işbirliği ile pazar belirsizlikleri azalır ve daha hızlı, verimli, karlı sonuçlar elde edilir. Maliyetlerin düşürülmesi, verimliliğin artması, insan gücü ve finans kaynaklarının etkin kullanılması doğru ürünlerin doğru zamanda doğru şekilde üretilmesini ve teslim edilmesini sağlayarak müşteri memnuniyetini ve pazardaki rekabet gücünü artırır (Koçoğlu, 2010, ss. 6-7).

Müşteri taleplerine yanıt vermede uçtan-uca görünürlük, maliyetleri azaltma ve yeni performans seviye ölçütleri geliştirdiği düşünüldüğünde, tedarik zinciri yönetimi, gelişen yönetim uygulamaları içinde bir devrim niteliğindedir (Russell, 2007, s. 63). Bununla birlikte, tedarik zinciri işbirliği ve koordinasyonu sayesinde küreselleşme, ekonomik belirsizlikler, tüketici taleplerinin sürekli değişmesi ve dinamik pazar yapısına uyum sağlamak gibi sorunlara karşı daha duyarlı ve esnek olunmaktadır. Dakikliğin hizmetlerin kalitesini, dayanıklılığın ise hizmetlerin sürdürülebilirliğini ve kullanıcılar için uzun vadeli değer getirisini artırıyor olması özellikle hizmet kuruluşları için duyarlılık ve esneklik kavramını ön plana çıkarmaktadır (Wang, 2017, s. 29).

Maliyetlerin düşürülmesi, stokların azaltılması, işletmeler arası güven ve işbirliği kurulması, çevrim sürelerinin kısalması, müşteri taleplerine daha hızlı ve kaliteli yanıt verilmesi, uzmanlaşma, ileri teknoloji ile üretimin gerçekleştirilmesi, tedarik zinciri yönetiminin firmalara sağladığı avantajlardan bazılarıdır. Örneğin; tedarik zinciri yönetimi anlayışına sahip bir firmanın uygulamayan firma karşısında mamul stoklarında ve çevrim sürelerinde yüzde 50'den fazla, depolama maliyetlerinde ise yüzde 10 azalma ile maliyet avantajı elde etmesi mümkündür (Öztürk, 2016, s. 17). Tedarik zinciri yönetimi, firmalara hammadde tedariki ile başlayan ve müşteriye teslim edilene kadar olan tüm süreci bir bütün olarak görmesini sağlamaktadır. Böylelikle, fiyat, kalite, teknoloji, hizmet ve performans gibi çıktıların düzenlenmesi ve yönetilmesi kolaylaşmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi özellikle maliyetlerin azaltılması noktasında çok önemlidir. Çünkü bu anlayış, tüm süreci maliyetleri de gözeterek ele almaktadır. Farklı ölçekte binden fazla firmanın maliyetleri üzerine yapılan bir araştırma sonucunda ulaşılan verilen şöyledir: Nakliye maliyetlerinde %10-12, malzeme satın alma fiyatların %5-10, malzeme stoklarında %30-50 ve tedarik zinciri maliyetlerinde %10-20, raf ömürlü ürün stoklarında %10-20 oranında bir azalma ve kapasite kullanımında %5-20, tahmin doğruluğunda %20-60, sipariş tıamlama oranında %5 iyileşme gerçekleşebilmektedir (Şen, 2007, s. 20).

Zincirde yer alan firmalar arasındaki işbirliğinin artması, belirsizliklerin ve risklerin azaltılması, süreçlerde verimliliğin yükseltilmesi, zincirdeki fazlalıkların ve israfların bertaraf edilmesi, maliyetlerin azaltılması, kalite ve pazar hakimiyetinin artması, temel yeteneklerde uzmanlaşma, etkin stok yönetimi, pazara daha hızlı cevap verilmesi ve rekabet üstünlüğü elde edilmesi tedarik zinciri yönetiminin başlıca yararlarındandır (Yelok, 2017, s. 44). Tedarik zinciri yönetiminin faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özdemir, 2004a, s. 93)(Tanyaş, t.y., s. 37):

- 1) Teslimat performansının iyileşmesi % 15 – 28
- 2) Stokların azalması % 25 – 60
- 3) Çevrim süresinin kısılması % 30 – 50
- 4) Tahmin doğruluğunun artması % 25 – 80
- 5) Kapasite gerçekleşme oranının artması % 10 – 20
- 6) Sipariş Karşılama Oranının İyileştirilmesi % 20 – 30
- 7) Toplam Lojistik Maliyetlerin Azaltılması % 25 – 50
- 8) Zincir boyunca verimliliğin artması
- 9) Zincir boyunca maliyetlerin düşmesi

1.3.4. Tedarik zinciri yönetimi süreçleri

Tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi paylaşımı, risk ve ödül paylaşımı, işbirliği ve süreç entegrasyonu, tedarik zinciri yönetiminin kritik unsurlarıdır. Dijital ekonomi çağında ise tedarik zinciri üyeleri arasındaki uzak mesafeli ilişkilerden ziyade işbirlikçi ilişkilerin çok daha fayda sağladığı bilinmektedir (S. Min vd., 2019, s. 49). Diğer bir ifadeyle, tedarik zincirinde koordinasyonun sağlanması, günümüz ekonomisinde çok daha önem kazanmıştır. Tablo 2, tedarik zinciri yönetimi iş süreçlerini göstermektedir:

Tablo 2: 8 Anahtar Tedarik Zinciri Yönetimi İş Süreci

Müşteri ilişkileri yönetimi	Anahtar müşteri segmentlerini belirlemek, ürün ve hizmet anlaşmalarını onların ihtiyaçlarına göre uyarlamak, müşteri karlılığını ve firmanın müşteriler üzerindeki etkisini ölçmek.
Müşteri hizmet yönetimi	Müşterilere ürün mevcudiyeti, sevkiyat tarihleri ve sipariş durumu gibi bilgiler sağlamak; ürün ve hizmet sözleşmelerini yönetmek
Talep yönetimi	Müşteri talebinin firmanın çıktı kapasitesi ile dengelenmesi; talebi tahmin etmek ve üretim, satın alma ve dağıtım ile koordine etmek.
Sipariş işleme	Firmanın pazarlama, üretim ve dağıtım planlarını senkronize ederek müşteri ihtiyaçlarını karşılamak.
Üretim akış yönetimi	Talebi karşılamak için doğru esneklik ve hız karışımını sağlamak için üretim süreci gereksinimlerinin belirlenmesi.
Tedarikçi ilişkileri yönetimi	Tedarikçilerle ürün ve hizmet anlaşmalarını yönetmek; kilit tedarikçilerle yakın çalışma ilişkileri geliştirmek.
Ürün geliştirme ve ticarileştirme	Sık sık yeni ürünler geliştirmek ve etkin bir şekilde pazara sunmak; pazara sunma süresini azaltmak için tedarikçileri ve müşterileri sürece entegre etmek.
İade yönetimi	Kullanılmış ürün elden çıkarma, ürün geri çağırma, paketlenme gereksinimlerinin yönetilmesi; ve gelecekteki iadeleri en aza indirmek.

Kaynak: Wisner vd., 2014, s. 464

1.3.4.1. Müşteri ilişkileri yönetimi

Müşteri ilişkileri yönetimi, müşterilerin belirlenmesi, kazanılması ve elde tutulmasını amaçlayan entegre bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. MİY, işletmelerin birden fazla kanal, departman, iş kolu ve coğrafyayı kapsayan müşteri ilişkilerini yönetmesini ve

koordine etmesini sağlayarak, her bir müşteri etkileşiminin değerini yükseltilmesini ve üstün kurumsal performans kazanılmasını sağlar (Buttle & Maklan, 2015, s. 4). İşletmeler, MİY sürecinde hedef müşterileri veya müşteri gruplarını belirler. Bu aşamada, hedef müşteri kitlesinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla süreçler geliştirilerek değişen müşteri taleplerine yanıt verilir ve katma değer oluşturulur (Nalbantçılar, t.y., s. 34). Diğer bir ifadeyle MİY, değişen müşteri talepleri karşısında istikrar sağlanması ve süreçte katma değer oluşturmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması için geliştirilen, müşterilerle doğru etkileşim kurulmasını sağlayan bir hizmet modelidir (Günday, 2018, s. 9).

Tüm tedarik zinciri aşamalarında etkisi olan nihai müşterinin satın alma kararı ve bu ürünün üretilme verimliliği tedarik zinciri karını oluşturur. İşletmelerin karı en üst seviyeye çıkarmaları için tedarik zincirinin tüm iç ve dış aşamalarında katma değer oluşturması gerektirmektedir. Sürece değer katmayan faaliyetler ortadan kaldırılmalı ve zincir ilişkilerinin sürdürülebilirliği artırılmalıdır. Bu noktada nihai müşteri ile olan işbirliği, tedarik zincirinin daha verimli ve müşteri gereksinimlerine daha duyarlı olmasını sağlar (Greeff & Ghoshal, 2004, ss. 176-177).

1.3.4.2. Müşteri hizmet yönetimi

Müşteri hizmet yönetimi, firmaların ürün hakkındaki elde edilebilirlik, gecikme, dağıtım, siparişin anlık konumu gibi bilgileri bir noktada birleştirerek müşteriye iletmesini sağlayan bir arayüz olarak ifade edilmektedir (Tanyaş, t.y., s. 35). Kısaca, firma ile müşteri arasındaki ilişki ile ilgilidir. Müşterilerin ürünlerin üretim ve dağıtım sürecindeki akışı hakkındaki bilgilere anlık olarak erişmesini sağlamaktadır. Firmalar, müşteri ilişkilerinde etkin olabilmek için öncelikle müşteriler ile karşılıklı tatmin edici hedefler belirler, daha sonra müşteri ilişkilerini kurar ve sürdürülebilir olduğundan emin olurlar. Bu durum, firma ve müşteriler için olumlu duygular oluşturur (Ross, 2018, s. 8).

1.3.4.3. Talep yönetimi

Talep yönetimi, talep tahmini ile üretim, satın alma ve dağıtım arasında koordinasyon sağlamayı içeren, müşteri gereksinimleri ve firmanın arz kapasitesi arasında denge

oluşturulmaya çalışılan bir süreçtir. Ayrıca, süreçte karşılaşılan ani değişimlere karşı alternatif çözümler geliştirmeyi ve yönetmeyi de kapsamaktadır (Özdemir, 2004a, s. 92).

1.3.4.4. Sipariş işleme

Sipariş işleme, firmanın olabilecek en düşük maliyetle müşteri siparişlerini yerine getirerek istenilen müşteri hizmet seviyelerinin sağlanmasına imkan veren faaliyetler dizisi olarak tanımlanabilir. Bu faaliyetlerin etkin ve verimli şekilde gerçekleştirilmesi için pazarlama, üretim ve dağıtım süreçlerinin entegre edilmesi gerekmektedir. ABD’de, tüketiciler ve tedarik zinciri yöneticileri arasında yapılan bir araştırmada; tüketici grubunun %89’u geç gelen siparişler karşısında farklı bir firmadan alışveriş yapacaklarını söylerken, yöneticilerin %54’ü ise sipariş karşılama sorunlarının son yıllarda firmalarının gelirleri ve karlılığı üzerinde negatif bir etki oluşturduğunu söylemişlerdir (Wisner vd., 2014, s. 466).

Sipariş işleme sürecinde müşteri beklentilerini karşılayabilmek tedarik zinciri yönetiminde etkin olmanın temel gereksinimidir. Müşteri taleplerini karşılayabilmek ve teslim sürecine kadar olan maliyetleri minimize edebilmek için üretim, pazarlama, satış, dağıtım süreçlerinin entegre edildiği bir tedarik zincirinde firma, anahtar üyelerle işbirliği içerisinde olmalıdır. Böylelikle, firmanın dahil olduğu tedarik zincirinde sipariş işleme sürecinin etkin olduğu savunulabilir (Özdemir, 2004a, s. 92).

1.3.4.5. Üretim akış yönetimi

Üretim akış yönetimi, ürünün yapımı, pazar dinamikliğine karşı gereken üretim esnekliğinin sağlanması ve tedarik zinciri döngüsü içinde üretim sisteminin tasarlanması aşamalarını kapsayan faaliyetler olarak ifade edilmektedir (Wisner vd., 2014, s. 466). Bu süreçte ürünlerin üretimi ve dağıtımı geçmiş tahminlere göre yapılmaktadır. Ayrıca, değişen müşteri taleplerini karşılayabilmek için esnek ve kişiselleştirilebilir bir üretim süreci oluşturulmalıdır. Üretim akışında esneklik, çevrim sürelerinin kısalmasını sağladığından müşteri memnuniyeti ve verimlilik ile sonuçlanır. Üretim akış süreci, ürünlerin depolama, elleçleme, taşıma ve teslim aşamaları, üretim alanındaki envanter,

coğrafya ve fiziksel dağıtım faaliyetlerinin koordinasyonunda maksimum esneklik gibi planlama, zamanlama ve destek üretim operasyonları ile ilgili faaliyetleri ile ilgilenir (Ross, 2018, s. 9).

1.3.4.6. Tedarikçi ilişkileri yönetimi

Tedarikçi ilişkileri yönetimi, müşteri ilişkileri yönetiminin bir yansıması olarak görülmektedir. Firmalar, zincirde yer alan tedarikçiler arasından kendisine daha çok avantaj sağlayacak olanları belirleyerek onlarla daha yakın ve daha sıkı bir ilişki içerisine girmelidir. Tedarikçi ilişkileri yönetimi, tedarikçiler ile yapılan ürün ve hizmet anlaşmalarının düzenlenmesi ve yürütülmesi sürecini kapsamaktadır (Özdemir, 2004a, s. 92). Güven ve sadakate dayalı bir ilişki, elde edilen faydaların sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Bu sebeple firmalar, tedarikçilerin yeterliliğine, istenilen özelliklere sahip olmalarına, sağlam ve uzun süreli bir işbirliği için bulunmalarına oldukça önem vermelidir (Güner, 2018, s. 29).

Tedarikçi ilişkileri oluşturulurken öncelikle tedarikçiler derecelendirilir, ilişki standartları belirlenir ve tedarikçilerin performansları gözlemlenir. Tedarikçilerin firmaya kattıkları değer doğrultusunda uzun döneme yayılan etkin bir ilişki kurmak amaçlanır. Bu süreç ise firma ve tedarikçisi arasında yapılan anlaşma ile standardize edilir (Tanyaş, t.y., s. 35).

1.3.4.7. Ürün geliştirme ve ticarileştirme

Firmalar, günümüz rekabet koşullarında pazardaki mevcut konumlarını korumak ve rekabet avantajı elde edebilmek için doğru ürünleri geliştirmek ve bu ürünleri hızlı bir şekilde pazara sunmaları gerekmektedir. Ürün yaşam eğrilerinin kısa olması ve müşteri taleplerinin değişkenliği firmaları daha da zorlamaktadır. Bu sebeple tedarik zinciri yönetimi, ürün geliştirme ve pazara sunma sürecini kısaltmak amacıyla, bu süreçte müşterilerin ve tedarikçilerin de dahil edilmesini önermektedir (Nalbantçılar, t.y., s. 36). Tedarikçilerin bu süreçte entegre edilmesinin, ürün hedef maliyeti, kalitesi, teslimatı ve pazar payı üzerinde etkisi oldukça fazladır. Ürün geliştirme ve ticarileştirme sürecinde yöneticilerin yapması gerekenler aşağıda belirtilmiştir (Ross, 2018, ss. 8-9):

- Müşteri gereksinimlerini tanımlamak için müşteri ilişkileri yönetimi ile koordinasyonu sağlamak
- Satın alma ile ilişkili malzemeleri ve tedarikçileri seçmek
- Belirli bir ürün ve pazar kombinasyonu için en iyi tedarik zinciri akışını üretmek ve entegre etmek amacıyla üretim akışında üretim teknolojisini geliştirmek. Ancak teknoloji paylaşımı noktasında tedarikçilerden inovasyon kaynağı olarak yararlanılması, ayrıca fikri mülkiyet haklarının yönetilmesi konularını da kapsamaktadır.

1.3.4.8. İade yönetimi

İade yönetimi, herhangi bir ürünün iade edilmesiyle ilgili ve teslimat sonrası müşteri hizmetlerini de kapsayan süreçtir. Pazarlama karları, müşteri iadeleri, varlık iadeleri, ürün geri isteme, düşük ürün kalitesi ve çevresel geri dönüşler gibi çeşitli sebeplerden kaynaklanan iadeler ile ilgili konuları ele almaktadır (Güner, 2018, s. 30). Tedarik zincirinde iade yönetimi, iadeler, tersine lojistik, kapı tutma (gatekeeping) ve kaçınma (avoidance) unsurlarını içermektedir. Özellikle kaçınma ve kapı tutma tedarik zinciri yönetimi için kritik faaliyetlerdir. Kaçınma, gelen iade talebi sayısını minimuma indirme faaliyetlerini, kapı tutma ise ters akışına izin verilen unsur sayısının sınırlandırılması için verilen kararları ifade etmektedir (Lambert, 2008, ss. 163-164).

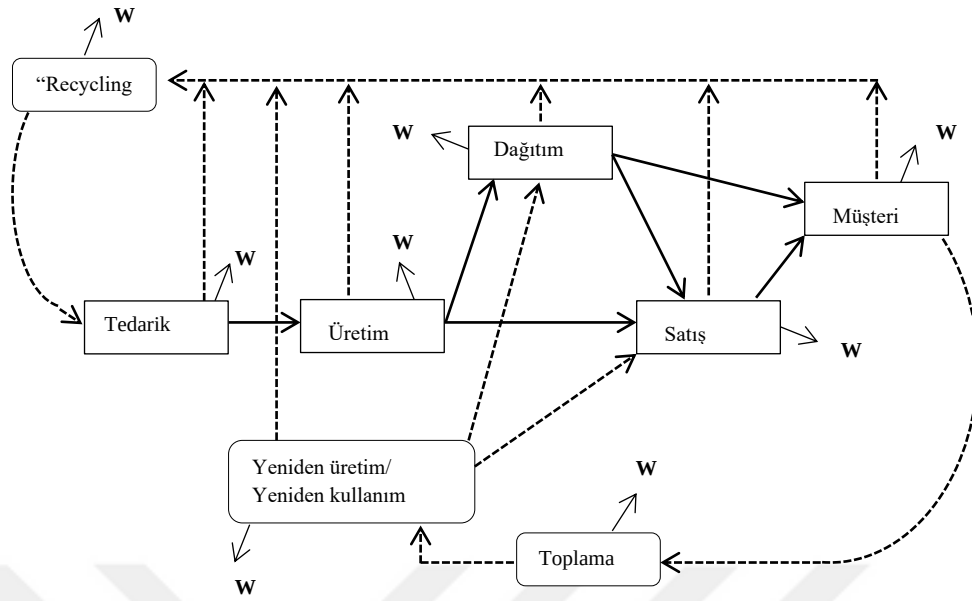
İKİNCİ BÖLÜM

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ

Günümüzde hızla tükenen doğal kaynaklar ve artan çevre kirliliği karşısında hükümetler, tüketiciler ve toplum arasında çevre bilinci hızla yayılmaktadır. Yasalar, yönetmelikler, rekabet şartları ve toplum baskısı firmaları çevreye duyarlı ürün ve hizmet sunmaya yöneltmektedir. Bu sebeple firmalar, faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıkları minimize etmek ve çevreye duyarlı bir sistem oluşturmak amacıyla tedarik zinciri süreçlerini yeşil bir yaklaşımla yeniden tasarlamaktadırlar (Çalıcı, 2019, s. 7). Özellikle iklim değişiklikleri küresel bir sorun haline gelmiştir. Dolayısıyla, firmalardan üretim, dağıtım, hammadde ve enerji kullanımı noktalarında yeşil yaklaşımı benimsemeleri beklenmektedir. Aksi halde yönetmelikler ve müşterilerin baskıları karşısında firmaların pazarda tutunmaları mümkün olmayacaktır (J. Grant, 2008, s. 25).

Geleneksel tedarik zincirinin, çevreye duyarlı ürün ve süreç tasarlanması, ürün yaşam döngüsünün genişletilmesi, atık yönetimi ve geri dönüşüm faaliyetleri gibi çevreci yaklaşımlarla genişletilmesiyle yeşil tedarik zinciri oluşmaktadır (Terzi, 2016, s. 6). Diğer bir ifadeyle yeşil tedarik zinciri, firmaların tüm faaliyetlerini çevreye duyarlı olarak gerçekleştirdiği, çevreye verilen zararların minimize edilmesi ve tamamen kaldırılması için çözümler getirdiği bir ağıdır (Burhandağ, 2018, s. 37).

Şekil 4, yeşil düşünce ile genişletilmiş olan tedarik zinciri ağını göstermektedir. Yeşil tedarik zinciri (YTZ), hammaddenin elde edilmesinden müşteriye teslim edilmesine kadar geçen tüm süreçlerde yeniden üretimi, yeniden kullanımı ve geri dönüşümü de kapsamaktadır. Ürün tasarımı, planlama, üretim, montaj, lojistik zincirde yer alan faaliyetlerdir. "W" süreç sonucunda açığa çıkan atık malzemeyi ifade etmektedir.



Şekil 4: Genişletilmiş Tedarik Zinciri

Kaynak: Büyükozan ve Vardaloğlu, t.y., s. 6

Yeşil tedarik zincirinde en önemli nokta atıkların işlenmesi ve geri kazandırılmasıdır. Ayrıca yeşil tedarikçi seçimi ve yeşil satın alma noktasında tedarikçiler ile işbirliği, firmanın yeşil yaklaşım uygulamalarındaki başarısı üzerinde oldukça etkilidir. Müşterilerin geri bildirimleri ile sürece dahil olması ise ürünlerin tasarımı, dağıtımı ve geri dönüşümü konusundaki hizmetlerin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır (Nadeem, 2018, s. 5).

Çevre bilincinin yayılması ve çevreci ürün ve hizmetlere olan talebin artması firmalar için de yeni bir rekabet unsuru oluşturmuştur. Tedarik zinciri aşamalarında yeşil uygulamaların gerçekleştirilmesi maliyetlerin azalması, kaynakların etkin kullanılması, ortaya çıkan atıkların azaltılması ve özellikle müşteri beklentilerinin karşılanması açısından olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Dolayısıyla firmalar, ürün tasarımı itibaren çevreye zarar vermeyen malzemeleri kullanmaya, süreç için gerekli olan enerji kaynaklarını en aza indirmeye başlamışlardır. Bu şekilde, atık kullanımını azaltmaya, ürünlerin geri dönüşümü ve yeniden kullanımını sağlamaya, kirliliği engelleme noktasında çalışmalar yapmaya ve üretim sürecini gereksiz faaliyetlerden arındırmaya yönelmişlerdir (Yücel & Ekmekçiler, 2008, s. 325). Ancak tedarik zincirinin entegre

edilmiş bir sistem olması, yeşil yaklaşımın benimsenmesinde işbirliğinin gerekliliğini öne çıkarmaktadır. Çünkü yeşil uygulamaların yalnızca bir zincir üyesi veya bir faaliyette gerçekleştirilmesi yeşil yaklaşımının benimsenmesi için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle firmalar, tedarik zinciri boyunca zincir ortakları ile bilgi ve teknoloji paylaşımı, performans değerlendirme, teşvikler sağlama gibi birçok noktada yeşil uygulamaların gerçekleştirilmesi için işbirliği içinde olmalıdır. Örneğin Walmart, tesislerinde enerji verimi sağlamak amacıyla işbirliği içine girdiği Çinli tedarikçileri ile çalışmaları sonucunda enerji tüketimini ortalama % 10 azaltmıştır (S. Min vd., 2019, s. 50). Ayrıca, Hewlett – Packard, IBM, Xerox ve Digital Equipment Corporation gibi firmalar tedarikçilerin, dağıtıcıların ve üretim tesislerinin de entegre edildiği tedarik zincirlerini yeşillendirmek için çalışmalar başlatmıştır. Bununla beraber yeşil tedarik zinciri, yönetim ve ortaklar için yönetsel karar vermeye yardımcı olacak bir araç görevi de görmektedir (Sarkis, 2003, s. 398).

2.1. Yeşil Yönetim Yaklaşımları

Küreselleşme, firmaların ürün çeşitliliğini artırmaları ve yenilikçi unsurları süreçlerine dahil etmeleri için fırsatlar yaratmıştır. Ancak, bu durum firmaların çevreye karşı sorumluluğunun da artmasına neden olmuştur. Firmalar, yalnızca alım-satım gibi ticari faaliyetlerden değil, çevresel sürdürülebilirliğe engel olmayacak süreçler, ürünler, sistemler ve teknolojiler ile görevlerini yapmaları gerektiğinin farkına varmışlardır (Sadıa Samar Ali vd., 2019, s. 12). Böylelikle, yönetimin yeşillendirilmesi noktasında farklı yaklaşımlar ortaya çıkmıştır.

Yeşil yönetimde reaktif, proaktif ve değer yaratıcı yaklaşım olmak üzere üç yeşil yaklaşım ortaya koyulmuştur. Reaktif yaklaşımda firmaların çevreci uygulamaları en düşük seviyededir. Ayrıca, firma bu süreç için minimum kaynak ayırmakta, çevreye verilen zararlı etkilerin sebebini araştırmamakta ve bu zararların ortadan kaldırılması için çaba göstermemektedir (Tanrıverdi, 2018, s. 56). Yeşil uygulamalar yalnızca yasal düzenlemelerin ve politikaların oluşturduğu zorunluluk sebebiyle gerçekleştirilmektedir. Diğer bir ifadeyle, firma yeşil yaklaşımı benimsememekte ve yalnızca mevzuat sebebiyle uygulamaktadır. Geri dönüştürülebilir ürünlerin satın alınması ve üretim

sürecinin çevreye verdiği zararı azaltmak için filtre kullanılması reaktif yeşil yaklaşım uygulamalarına örnek verilebilir (Van Hoek, 1999, ss. 130-131).

Proaktif yaklaşımda ise işletmeler yeşil yaklaşımları rekabet üstünlüğü sağlayarak varlıklarını devam ettirebilmek için bir strateji olarak benimsemektedirler. Bu yaklaşımda, çevresel sorunların oluşmasından sonra çözüm aranması değil bu etkiler gerçekleşmeden önlem alınması amaçlanmaktadır (Büyüközkan & Vardaloğlu, t.y., s. 3). Yeniden kullanılabilir ürünler tasarlamaya, geri dönüşüm faaliyetlerini artırmaya yönelik kaynak ayırmak, çevreci politikalar yayınlamak proaktif yeşil yaklaşıma örnek verilebilir. İşletme, ürün hayat döngüsünün sağlanması, yeşil faaliyetlerin uygulanması konularında sorumluluk üstlenmektedir (Van Hoek, 1999, s. 131). Yeşil tedarik zincirinde proaktif yaklaşım yeşil satın alma, eko-tasarım, yeşil üretim, yeşil dağıtım, tersine lojistik süreçlerini kapsamaktadır (Öçlü, 2015, ss. 37-38).

Değer yaratıcı yaklaşımda çok daha geniş bir çevreci yaklaşım söz konusudur. Bu yaklaşımda, firmalar stratejilerini ve faaliyetlerini yeşil yaklaşım ile bütünleştirerek çevresel duyarlılığı temel almaktadırlar. Çevre bilinci, tedarik zincirinin tümüne yayılmakta ve tedarikçilerden müşterilere kadar tüm zincir üyeleri tarafından benimsenmektedir. Bir ürünün tasarlanmasından satış sonrası faaliyetlerine ve ürün yaşam döngüsünün sona ermesine kadar çevreci stratejik kararlar alınmakta, yeşil ürün tasarımı, yeşil satın alma ve yeşil etiketleme gibi tüm faaliyetlerde çevreye verilen zararın en aza indirilmesini sağlayacak kararlar alınmaktadır. Bu süreçte üst yönetimin desteği alınmakta, çevreye yapılacak yatırımlar için kaynak sağlanmaktadır. Bu yaklaşımda en önemli unsur, tedarik zincirindeki tüm ortakların yeşil yaklaşımı benimseyerek kuvvetli bir işbirliği oluşturması ve entegre hareket etmesidir (Tanrıverdi, 2018, ss. 56-57).

2.2. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı

Yeşil tedarik zinciri yönetimine (YTZY) ilk kez 1994'te satın alma faaliyeti ile başlanmıştır. Bu yıllarda gerçekleştirilen yeşil politikalar ve düzenlemelerin hızla artmasıyla birlikte yeşil kavramı tüm tedarik zinciri süreçlerine yayılmıştır. YTZY, bir

ürünün tasarımından itibaren, kullanılacak kaynakların, üretim sürecindeki faaliyetlerin, hizmetlerin çevreye yayabilecekleri zarardan arındırmayı, bu süreçlerde geri dönüşüm ve yeniden kullanımı ön plana çıkaran kapsamlı bir kavramdır (Kazancoglu vd., 2018, s. 1282). Literatüre bakıldığında bazı yeşil tedarik zinciri yönetimi tanımları aşağıda verilmiştir:

Hervani vd. (2005) ise YTZ yönetimini şu şekilde ifade etmektedir: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi= Yeşil satın alma+ Yeşil üretim/Malzeme yönetimi+ Yeşil dağıtım/Pazarlama+ Tersine lojistik (Hervani vd., 2005, s. 334)

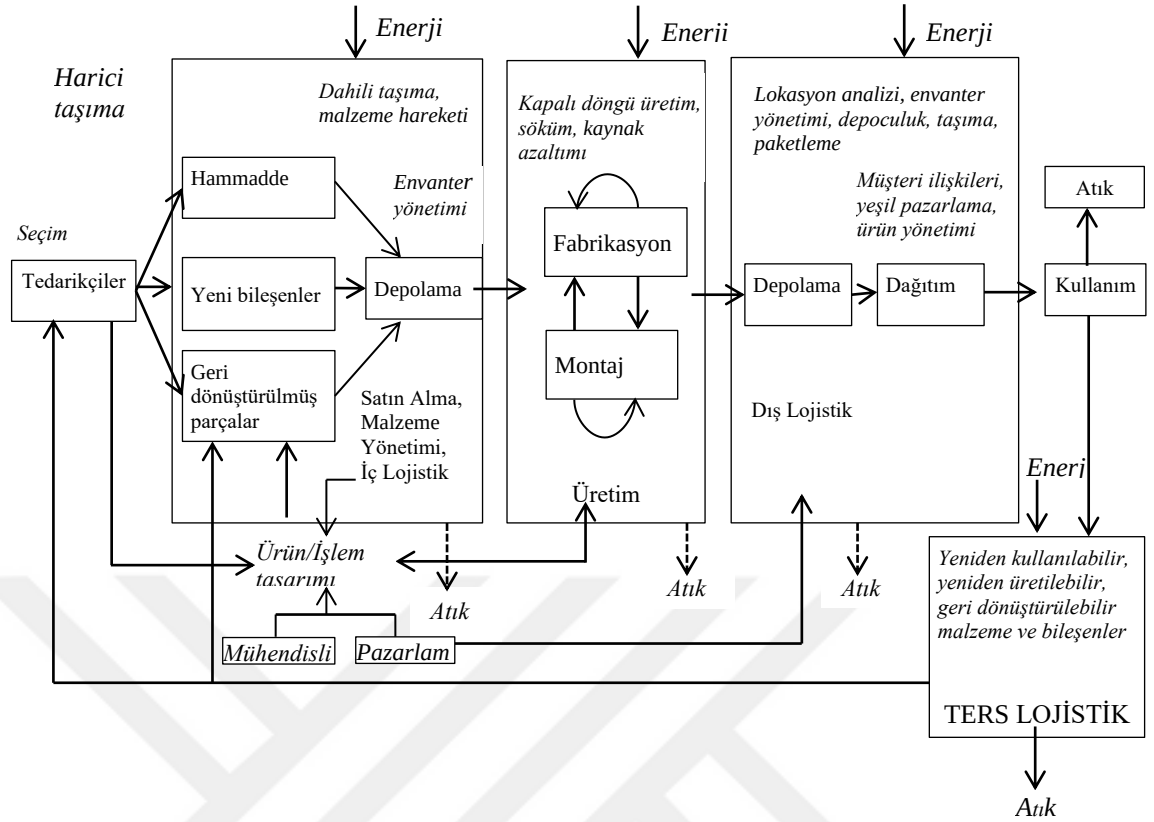
Srivasta'nın (2007) tanımına göre yeşil tedarik zinciri yönetimi; ürün tasarımı, malzeme tedariki ve seçimi, üretim süreçleri, nihai ürünün müşterilere teslim edilmesi ve kullanım ömrü sonrasında ürünün yönetimi de dahil olmak üzere çevresel düşüncüyü tedarik zinciri yönetimine entegre etmektir (Srivastava, 2007b, ss. 54-55).

Sunil ve Narwal (2016), YTZ yönetimini, ürün tasarımından kullanım sonrası geri dönüşüm veya bertaraf etme faaliyetlerine kadar tüm tedarik zincirinde çevreci yaklaşımının benimsenmesi olarak ifade etmektedir (Sunil & Narwal, 2016, s. 62).

Nadeem(2018) yeşil tedarik zinciri yönetimini “bir kuruluşun tedarik zincirinin her aşamasının çevresel duyarlılık ile bütünleştirilmesi” olarak tanımlamıştır (Nadeem, 2018, s. 9).

YTZ, çevre kirliliği ve doğal kaynak kullanımı sonucunda oluşan olumsuz etkileri minimize etmek için tedarik zinciri yönetiminin çevre performansı ve işletme faaliyetleri arasındaki dengeyi koruma yeteneği olarak da ifade edilmektedir (Yarlıkaş & Can, 2019, s. 900). Diğer bir ifadeyle YTZ, çevreci yaklaşımın ürün tasarımına, hammadde tedarikine, üretim faaliyetlerine, lojistiğe, satış sonrası hizmetlere, ürün yaşam döngüsünün sona ermesi de dahil olmak üzere tüm tedarik zinciri yönetimine entegre edilmesidir.

Geleneksel tedarik zincirleri, gelen lojistik (malzeme yönetimi) ve giden lojistik (dağıtım) süreçlerini içerirken, Y TZ'de bunlara ek olarak tersine lojistik süreci yer almaktadır. Lojistik faaliyetlerini kapalı bir döngü içine alan ve tedarik zincirlerine entegre eden bu sistem, geri dönüşüm, yeniden kullanım, yeniden üretim faaliyetleri ile sistemde yer alan ürünlerin tekrar tedarik zincirine katılmasını kapsamaktadır (Ergülen & Büyükkeklik, 2014, s. 42). Y TZ ve geleneksel tedarik zinciri arasındaki farkı, ürün tasarımından zincirin son basamağına kadar her faaliyette ele alınan çevresel kaygı oluşturmaktadır. Y TZ, yalnızca ürün kullanıcısına karşı zarar oluşturmayacak çevre koruması sağlamak değil, bununla birlikte zincir boyunca en az düzeyde enerji tüketimi gerçekleştirmek ve tüm aktörler için zararlı süreçleri ortadan kaldırmaktadır (Ying & Li-jun, 2012, s. 1685). Y TZ' nin bir rekabet üstünlüğü oluşturacak kadar gelişmesi için ise en önemli faktör tedarik zinciri üyeleri arasındaki ilişkidir. Bu sebeple, işletmelerin başarılı bir yeşil yönetimi sağlamaları açısından zincir ortakları ile gerçekleştirdiği işbirliği ve entegrasyon büyük önem taşımaktadır (Tseng vd., 2019, s. 154).



Şekil 5: Yeşil Tedarik Zinciri Akışı

Kaynak: (Terzi, 2016, s. 10)(Hervani vd., 2005, s. 334)

Şekil 5, geleneksel tedarik zincirinin ters lojistik ile kapalı bir döngü oluşturduğu ve yeniden kullanım, yeniden üretim, geri dönüşüm faaliyetlerini içeren yeşil tedarik zinciri yönetimi akışını göstermektedir. Bu akışın yönetilmesinde temel amaç, atıkları (enerji, emisyonlar, kimyasal, katı ve tehlikeli atıklar) en aza indirmek ve ortadan kaldırmaktır. Şekil 5, bir firmanın tedarik zincirini, temel operasyonlarını ve dış organizasyonlarla bağlantısını kapsamaktadır. Ayrıca, bu akış genişletildiğinde, müşteriler ve zincirleri ile tedarikçiler ve zincirleri de dahil olmak üzere birçok organizasyonel bağlantı ortaya çıkabilir (Hervani vd., 2005, s. 334).

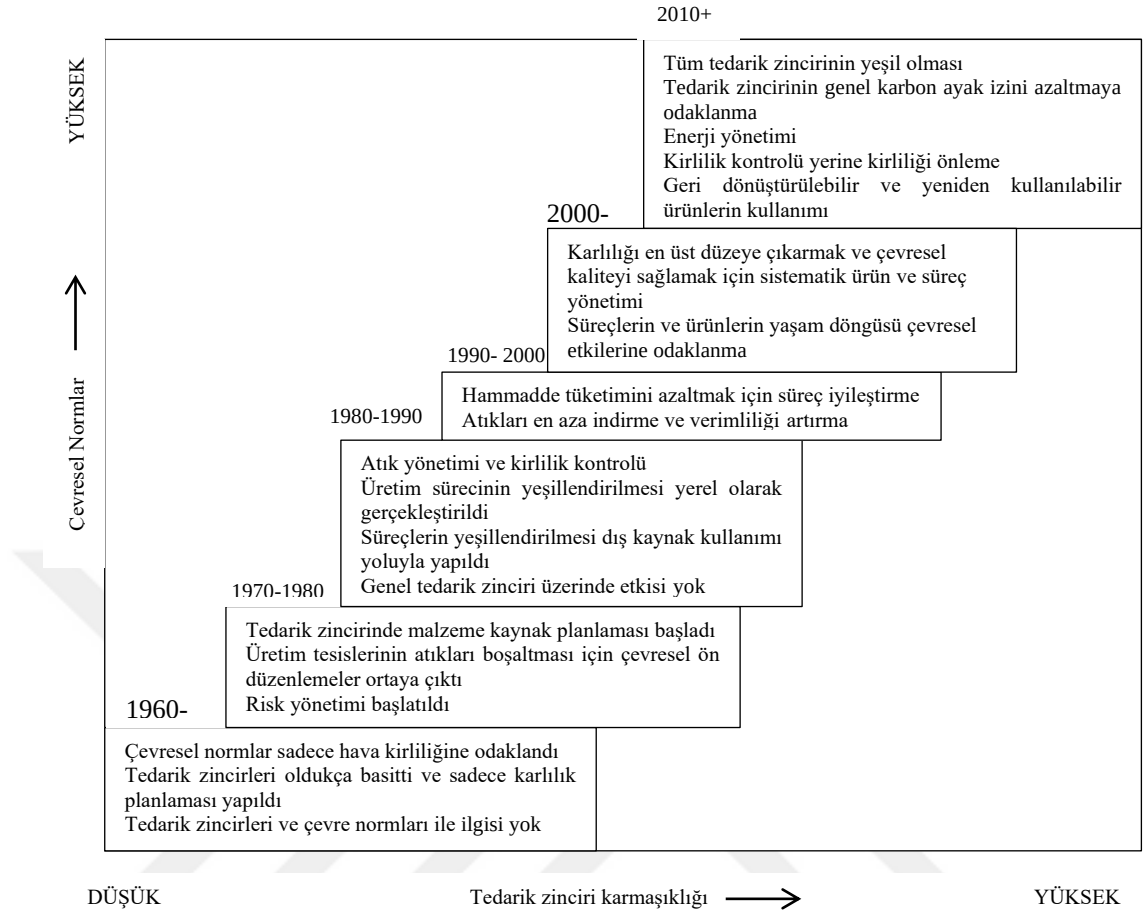
YTZ, üretim, lojistik, pazarlama ve diğer işletme maliyetlerinin minimize edilmesini, kaynakların verimli kullanılmasını, böylelikle kar potansiyelinin artmasını sağlarken CO2 emisyonu, zararlı gazların yayılımı ve ortaya çıkan atıkların azaltılmasını sağlamakta, bununla beraber enerji tasarrufu elde ederek çevreye verilen zararın ortadan

kaldırılmasına yardımcı olmaktadır. İşletmelerin kendi karlılıklarını artırmasının yanı sıra çevreci yaklaşımları dolayısıyla marka imajını iyileştirmekte, talep ve pazar payı artışına olumlu katkıda bulunmakta, müşteri memnuniyeti oluşturmakta, sosyal sorumluluğu artırmakta, rekabet avantajı sağlamakta, ters lojistik faaliyetleri ile kaynakların yeniden tedarik zinciri süreçlerine dahil etmekte, süreç optimizasyonunu gerçekleştirmekte ve ekolojik verimliliği iyileştirmektedir (Kazancoglu vd., 2018, s. 1285).

2.3. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Gelişimi

Yöneticiler, 1990'lı yılların ortasından sonra, müşterilerin ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanması için tedarikçilerden alınan mal ve hizmetlerin yalnızca kaliteli olmalarının değil nerede, ne zaman, ne kadar, ne şekilde sağlanacağı, maliyet yönetimini de en iyi şekilde yaparak tüketiciye ulaştırılmasının önemini anlamaya başlamışlardır. İşletmelerin bunu sağlayabilmeleri ve başarılı olabilmeleri için sadece kendi firmalarına odaklanmaması, bunun çok daha ötesinde, kendilerine girdi temin eden bütün firmalar ile son tüketiciye kadar uzanan ve satış sonrası hizmetleri de kapsayan bir ağı doğru bir şekilde yönetmeleri gerektiği anlaşılmıştır (Özdemir, 2004b, s. 90).

1980'li yıllarda tedarik zincirlerinin çevresel faktörleri ve toplumu ele almaması ve içerdiği süreçlerin atık üretmesi ekolojik problemlere sebep olmuştur. Özellikle, 90'lı yıllarda üretimde yaşanan ciddi artışlar tedarik zincirlerinin genişlemesine ve daha çok çevresel zarar meydana getirmesine sebep olmuştur. Öyle ki işletmelerin bilinçsiz şekilde gerçekleştirdikleri üretim faaliyetleri doğal kaynakların tükenmesi ve çevre kirliliği başta olmak üzere dünyayı birçok ekolojik sorunla karşı karşıya getirmiştir. Bunun sonucunda çevreye duyarlı insanlarla başlayan ve büyüyen kolektif bir çevreci bilinç oluşmaya başlamıştır. Toplumda çoğalan bu bilinç zamanla işletmeleri çevreye daha duyarlı faaliyetleri gerçekleştirmeye zorlamıştır (Yaprak & Doğan, 2019, s. 1144). Şekil 6, YTZY çevresel normlara ve tedarik zinciri karmaşıklığı doğrultusunda oluşumunu göstermektedir (Beldek, 2015, s. 5).



Şekil 6: Yeşil Tedarik Zinciri Evrimi

Kaynak: Beldek, 2015, s. 5

Tüketicilerin, sivil toplum örgütlerin, devletlerin baskıları geleneksel tedarik zinciri yöntemlerini uygulayan işletmeler üzerinde büyük bir baskıya sebep olmuştur. 1980'lerin sonunda başlamış olan bu kamu baskıları, devletlerin uyguladıkları katı politikalar, ticarete artan rekabetle beraber işletmeler çevresel duyarlılığı bir çevre stratejisi olarak düzenlemelerine ve uygulamalarına eklemeye başlamışlardır. 90'lı yıllar itibariyle, işletmeler devletin uyguladığı cezai işlemlerden kaçınmak ve çevreci toplum talepleri sebebiyle yeşil farkındalığı yeni rekabetçi stratejik araç olarak kullanmaya başlamışlardır. Tedarik zincirinin ilk basamağı olan hammadde tedarikinden satış sonrası hizmetleri de kapsayan tüm süreçlerde çevreye duyarlılığı benimsemenin varlıklarını devam ettirmeleri açısından gerekli olduğunu kabul etmişlerdir (Yaprak & Doğan, 2019, s. 1144). Bu süreçlerde israftan kaçınmaya, kaliteyi artırmaya, ürün ömürlerini uzatmaya, doğal kaynakları koruyarak müşteri hizmeti sağlamaya başlayarak

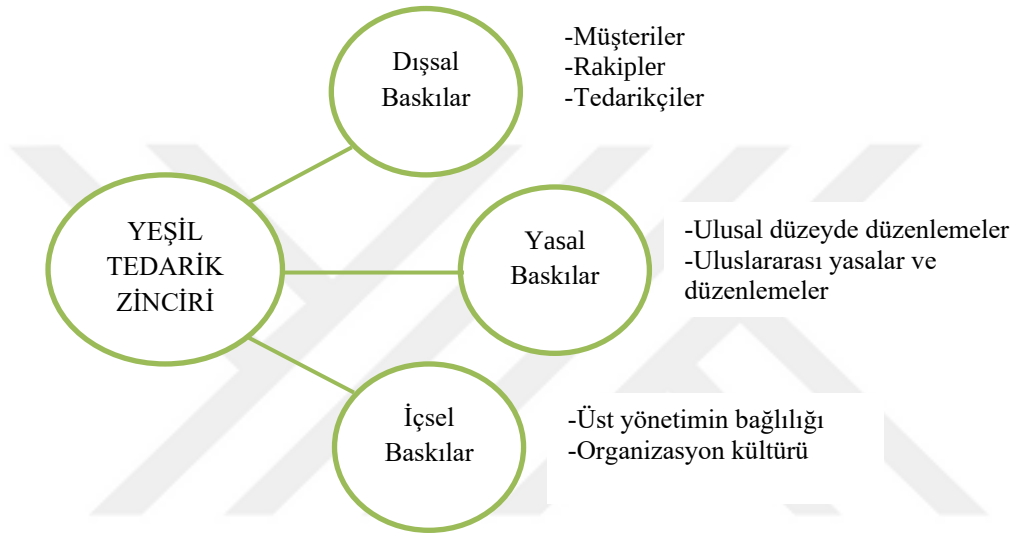
çevreciliği faaliyet alanlarında uygulamaya başlamışlardır (Kazancoglu vd., 2018, s. 1282).

1980'li yıllarda üretim planlama, satın alma, talep tahmini gibi süreçler malzeme yöntemi; daha sonraki sipariş süreçleri, dağıtım gibi aşamalar fiziksel dağıtım olarak ikiye ayrılmaktaydı ancak 90'lı yıllarda depolama ve ambalajlama gibi aşamaların süreç içerisinde yer almasıyla bu dönemde bu süreç lojistik olarak tanımlanmıştır. 2000'li yıllarda ortaya çıkan teknolojiler, pazarlama ve stratejik planlama gibi yeni bölümler eklenen bu kapsamlı sistem tedarik zinciri olarak adlandırılmıştır (*Tedarik Zinciri Yönetimi*, t.y.). Tedarik zinciri; tedarikçilerin, tüketiciler ve diğer paydaşlar için değer katan ürün, hizmet ve bilgi iş süreçlerini entegre ettikleri bir ağıdır (Lambert, 2008, s. 2). Yasal düzenlemeler, protokoller, kamu baskısı, tüketicilerin çevreci talepleri, rekabet şartları gibi birçok gelişme işletmelerin tedarik zinciri alışkanlıklarını değiştirerek daha çevreci olmalarını zorunlu kılmış ve bunun sonucunda çevreci stratejiler geliştirerek yeşil faaliyetlere geçilmeye başlanmıştır. Bunlar sonucunda, zamanla yeşil tedarik zinciri yönetimi bir kavram olarak ele alınmıştır.

2000'li yıllara kadar, yeşil tedarik zinciri yönetiminin tüm unsurlarını kapsayan az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalar da daha çok yeşil satın alma, zincirlerin kirliliğini değerlendirme ve tedarik zincirini yeşillendirmenin ekonomik fayda, üretkenlik artışı veya çevre iyileştirmesi sağlayıp sağlamayacağı üzerine odaklanılmaktaydı. Ancak, tedarik zinciri kavramı ortaya çıkmasından itibaren bu konuda araştırmalar hiç durmamıştır. 2000 ile 2005 yılları arasında tedarik zincirinde, strateji uygulamaları, zincir faaliyetlerinin yeşillendirilmesi ve sosyal sorumluluk üzerine çalışmalar yapılmıştır (Shan & Wang, 2018, s. 19). Son yıllarda ise yeşil tedarik zincirinin gerekliliği benimsenmiştir. Bu doğrultuda, zincir boyunca karbon ayak izinin azaltılması, kirliliğin önlenmesi, hayat döngüsü sonuna gelmiş ürünlerin tekrar üretime kazandırılması ve enerji yönetimi üzerine yönelinmiştir (Beldek, 2015, s. 5).

2.4. Yeşil Tedarik Zinciri Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Çeşitli güç faktörlerinden gelen baskılar, yeşil tedarik zincirinin oluşumunda itici güç olmaktadır. Araştırmacılar, bu güç faktörlerini üç ana başlık altında toplamıştır: (1)Dışsal faktörler- pazar, rakipler; (2)İçsel faktörler- karlılık, maliyet azaltma; (3) Düzenleyici faktörler- faaliyet gösterdiği ülkenin, belirli bölgelerin yasal baskıları. Şekil 7, YTZ ana yönlendiricilerini göstermektedir (Sadıa Samar Ali vd., 2019, s. 27):



Şekil 7: Yeşil Tedarik Zinciri Ana Yönlendiriciler

Kaynak: Sadıa Samar Ali vd., 2019, s. 27

2.4.1. İçsel baskılar

Yeşil tedarik zinciri entegrasyonunda iç kontrol baskıları genellikle maliyet ve kar odaklıdır. Atıkların yönetilmesi, ortadan kaldırılması, bazı atıkların geri dönüştürülememesi gibi maliyetler firma ihtiyaçlarını yönlendirmektedir. Veri yönetim sistemleri, ISO 9000:2000 temelli performans sistemleri, toplam kalite yönetimi ve sektöre özgü standartlar gibi birçok iç kontrol sistemi mevcuttur. Reaktif veya proaktif olması fark etmeksizin çevresel programların değerlendirilmesi; maliyetler, çalışan ilgisi ve yeşil uygulamalara yönelik aktiviteler iç kontrol sistemine dahildir. Firmaların yenilikçi kararları benimsemesinde organizasyonel faaliyetlerin önemli bir rolü vardır ve bu yenilikçi kararlar genellikle firmanın çevre ve iş performansında olumlu sonuçlar

doğurmaktadır. Özellikle bilgi paylaşımı, çevresel inovasyonlar için temel oluşturduğundan firmaların iç organlarının uzmanlaşması önemli bir kaynak olmaktadır. Örneğin, satın alma personelinin teknik yetenekleri ve yeterlilikleri, yeşil satın alma süreçlerinde kritik bir kaynak olabilir. İç kaynaklar, ürün ve süreç yeniliklerinde değişikliklerin benimsenmesi, uygulanması, uyarlanması gibi birçok noktada etkilidir. Bu yeniliklerin benimsenmesi ve firma kültürünü oluşturması için üst yönetimin de yeşil tedarik zincirinde performans yönetimine odaklanması gerekmektedir. Üst yönetim, zincirin her halkasında gerekli olan ölçümleri, değerlendirmeleri ve ödüllendirmeleri gerçekleştirerek yeşil tedarik zincirinin önemini vurgulamalıdır (Hervani vd., 2005, ss. 337-338).

Yapılan araştırmalar sonucunda organizasyon içindeki bireylerin yeşil tedarik zinciri yönetimi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Uygulama alanında gerçekleştirilen çevresel faaliyetlerin bireyler tarafında yaşam biçimi olarak benimsendiği görülmüştür. Ayrıca, satın alma faaliyetlerinde üst yönetimden ziyade orta yönetim desteğinin daha önemli olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, orta düzey yönetim, liderlerin bağlılığı, yatırımcılar ve politika girişimcileri, organizasyonların yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarında iç itici güç olarak yer almaktadır (Walker vd., 2008, s. 70). Bununla beraber, firmaların çevreci kararlarını uygulama becerisinde, çalışan eğitimi de oldukça önemlidir. Çalışan eğitiminin, departmanlar arası işbirliğinin sağlanmasında ve çevresel kararların uygulanmasında olumlu bir etkisi olduğundan, yeşil tedarik zinciri yönetimine katılmaları, çevre ve operasyon iyileştirmeleri üzerinde etkilidir (Akandere, 2019, s. 29).

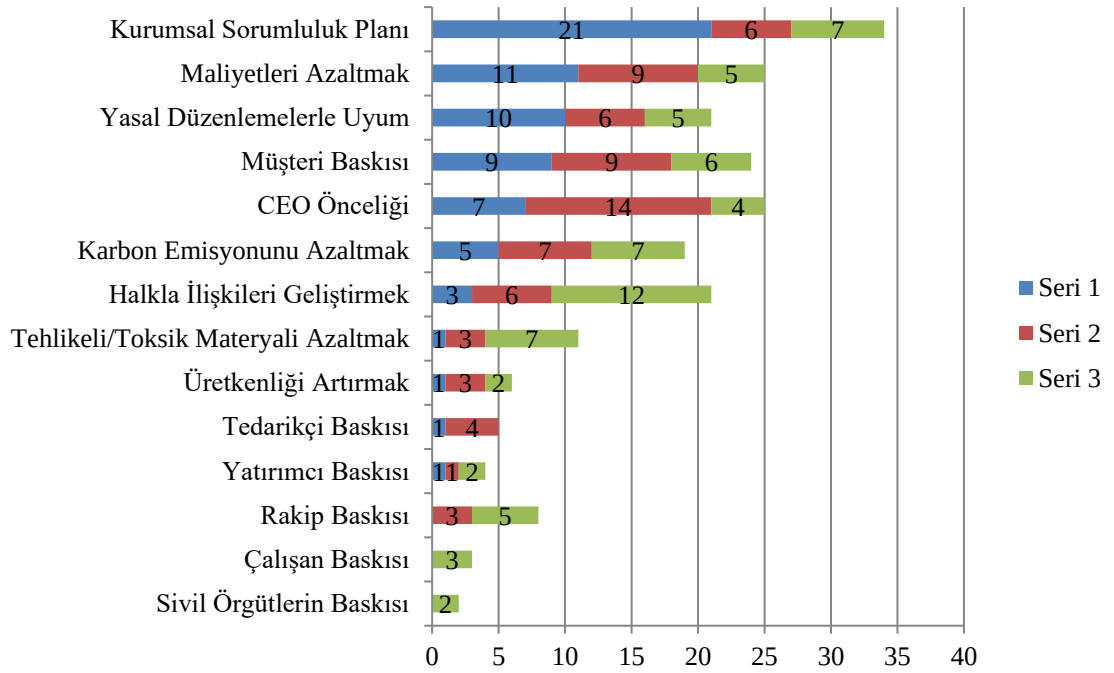
Yöneticilerin ve çalışanların çevre duyarlı yaklaşımı firmanın pazar gücünü ve sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Bu sebeple çevre bilincinin tüm tedarik zinciri faaliyetleri ile bütünleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca tedarikçi ilişkilerindeki kültürel engellerin kaldırılması, yeşil tedarik zinciri yönetimi verimliliğini artırabilir. Bu doğrultuda firmanın çevresel iletişime sahip olması, tedarik zinciri üyelerinin bütünleşmesine ve güvene dayalı ilişkiler kurulmasına yardımcı olmaktadır (Nawrocka, 2011, s. 135).

Yeşil tedarik zinciri yönetiminde, çevresel kararların uygulanabilirliği noktasında itici güç unsurlarından biri de organizasyon yapısıdır. Organizasyon içindeki uzmanlaşma, bilgi ve deneyim paylaşımı çevresel faaliyetlerin daha iyi uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Bununla beraber, organizasyonun yapısı ve stratejileri, bir firmanın çevresel kararlarını uygulanmasında destekleyici olduğu gibi engelleyici de olabilmektedir. Yeşil yaklaşımının benimsenmesi ve bu doğrultuda stratejik hedefler belirlenmesi, yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını kolaylaştırmaktadır (Yarlıkaş & Can, 2019, ss. 903-904).

2.4.2. Dışsal baskılar

Yeşil tedarik zinciri yönetimi oluşumunda birçok dışsal itici güç bulunmaktadır. Dışsal baskılar, diğer bir ifadeyle piyasa baskıları, toplum, müşteriler, tedarikçiler ve rakipler gibi çok sayıda paydaşın baskısını içermektedir. Firmanın sektörüne ve büyüklüğüne göre bu baskıların etkileri değişmektedir (Hervani vd., 2005, s. 338). Yapılan bir araştırma sonucuna göre yeşil tedarik zinciri yönetiminin 4 temel itici gücü bulunmaktadır, büyüklüğüne göre bunlar sırasıyla; yasal düzenlemeler, firma imajı, inovasyon ve maliyeti düşürmek. Birçok firmanın yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının nedenini yasal düzenlemelere uyma zorunluluğu oluşturmaktadır. Bununla birlikte, tüketiciler arasında artan çevre bilinci, mevcut marka imajını korumak veya güçlendirmek isteyen firmaları, tedarik zinciri faaliyetlerini yeşillendirmek mecburiyetinde bırakmıştır. İnovasyon, çeşitli tedarik zinciri yaklaşımlarını (tasarım, tedarik, üretim, lojistik, tersine lojistik) birer yenilik kaynağı olarak gören firmalar için diğer bir itici güçtür. Dördüncü temel itici güç ise yeşil tedarik zinciri yönetiminin maliyetleri azaltmak amacıyla uygulanmasıdır. Firmalar, YTZY ile maliyetleri düşürmek, süreç boyunca etkinlik ve verimlilik sağlamak istemektedir (Kelleci, 2018, s. 70). Schechterle ve Senxian tarafından hazırlanan raporda yer alan araştırmada firmalara yeşil tedarik zinciri ve sürdürülebilirlik uygulamalarına geçişteki amaçları sorulmuş ve alınan cevaplar, işletmelerin cevap yüzdelerine göre Grafik 1’de gösterilmiştir (Kelleci, 2018, s. 74):

Grafik 1: Yeşil Tedarik Zinciri Ana Yönlendiriciler



Kaynak: Kelleci, 2018, s. 74

2.4.2.1. Müşteriler

Müşteriler, bir firmanın stratejilerinin belirlenmesinde odaklandığı ana gruptur. Tüketiciler arasında hızla artan çevre bilinci, firmalara karşı olan beklentileri de bu doğrultuda değiştirmiştir. Artık tüketiciler, çevreye zarar vermeyen ürün ve hizmetleri talep etmektedir. Bir ürünün tasarım aşamasından tüketimine ve tüketim sonrası geri kazanım faaliyetlerine kadar tüm süreçlerin çevreye duyarlı olarak gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Müşteriler, belgelenen ve onaylanan yeşil ürün/hizmet sunan firmaları tercih etmektedir (Çalıcı, 2019, s. 25). Değişen müşteri talepleri göz önüne alındığında, firmaların sürdürülebilirliklerini koruyabilmeleri için yeşil faaliyetleri uygulamaları gerekmektedir. Yeşil yaklaşımı benimseyen ve uygulayan bir firma, müşteri beklentilerini karşılamakla beraber çevresel iyileştirmelere de katkı sağlayacaktır.

Yeşil tedarik zinciri yönetiminde müşterilerin etkileri birçok farklı noktada ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, mobilya endüstrisi üzerine yapılan bir çalışmada, nihai müşterilerin çevreye duyarlı ürünleri talep etmesi, mobilya üreticilerinin (tedarikçilerin

müşteri) de tedarikçilerden çevreye daha duyarlı malzeme talep ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Buradan, müşterilerin tedarik zinciri faaliyetlerinin yeşillendirilmesinde teşvik edici olabildiği anlaşılmaktadır. Bunun gibi, araç üreticileri de stratejik tedarikçilerini Eko-Yönetim ve Denetim Planı (EMAS) gibi akreditasyon almaya teşvik etmiştir (Walker vd., 2008, s. 72).

2.4.2.2. Toplum

Doğal kaynakların azalması, çevre kirliliği, enerji tüketimi, küresel ısınma gibi son yıllarda hızla artan çevresel bozulmalar karşısında toplum bilinci hızla artmakta ve çevreye duyarlı yaklaşımlar benimsenmektedir. Firmalar ise topluma karşı duyarlıdır ve toplum ilişkilerini güçlü tutmak istediklerinden çevreci yaklaşımı benimsemek zorundadır (İnce, t.y., s. 5). Çevreci örgütler, medya, sendikalar, sivil toplum kuruluşları toplumdaki itici güçlerdir. Çünkü bu gruplar, halkın belli bir konuya olumlu veya olumsuz tepki vermesi üzerinde etkilidir. Dolayısıyla toplum baskısı, firma kararları üzerinde önemli bir belirleyicidir (Akandere, 2019, s. 32).

Sivil toplum örgütlerinin faaliyetlerinin temelini toplumsal duyarlılık oluşturmaktadır. Bununla beraber, firmalar ve devletler üzerinde baskı oluşturabilecek güçte olabilmektedirler. Yeşil yaklaşımın daha güçlü benimsenmesi ve daha kapsamlı uygulanması için toplumdan güç alarak firmalara ve devletlere baskı kurmaktadır. Çevreci kuruluşlardan bazıları: WWF (Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı), WCS (Doğal Hayatı Koruma Derneği), TEMA (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı), IUCN (Uluslararası Doğa Koruma Birliği) ve Greenpeace (Gürler, 2019, s. 25).

2.4.2.3. Rakipler

Müşterilerin ve toplumun bilinçlenmesi firmalar üzerinde yoğun baskıya sebep olmuş ve yeni bir rekabet alanı oluşturmuştur. Pazardaki yerini korumak ve güçlendirmek isteyen firmalar, çevreye daha duyarlı ürün ve hizmet sunma yarışına girmişlerdir. Tedarik zincirinde yer alan çevreye zararlı faaliyetlerin minimize edilmesi ve ortadan kaldırılması için çevresel düzenlemeler yapmaktadırlar. Bu şekilde müşteri değeri

oluşturmak ve çevresel iyileştirmeyi gerçekleştirerek rekabet avantajı elde etmek istemektedirler (Çalıcı, 2019, s. 27). Firmaların tedarik zincirlerini nasıl yeşillendireceği ve çevresel kaynakları nasıl koruyacakları konusu, tedarik zincirleri arasındaki rekabeti ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, firmaların değil tedarik zincirlerinin rekabet ettiğinden söz edilebilir. Ayrıca, proaktif yeşil yaklaşımı benimsemek, rakiplerin faaliyetlerine karşı önceden hazırlı olmak açısından oldukça önemlidir. Yeşil tedarik zinciri yönetiminde lider olan rakipler, sektörün standartları ve yasal düzenlemeler üzerinde etkili olduğundan çevresel yeniliklere öncülük edebilirler (Akandere, 2019, s. 35).

2.4.2.4. Tedarikçiler

Tedarikçiler, doğrudan bir itici güç olmamakla beraber çevresel uygulamalar için fikir kaynağı ve işbirlikçidirler. Yeşil tedarik faaliyetlerinde itici güç müşteriler (örn; tedarikçinin müşterisi- üretici) olduğundan, tedarikçilerin çevreye duyarlı tedarik uygulamalarında çok fazla etkisi olmadığı söylenebilir. Ancak, tedarik zincirinin entegrasyonu ve işbirliği, yeşil uygulamaların etkinliği ve verimliliği konusunda önemlidir (Walker vd., 2008, s. 73).

2.4.2.5. Yasal düzenlemeler

Yeşil tedarik zinciri oluşumunda etkili olan itici güçler arasında işletmelerin seçim hakkı olmayan tek itici güç yasal düzenlemelerdir. Yasal düzenlemelerden önce yukarıda ele alınan diğer faktörlerin işletmeler üzerinde bir yaptırım gücü yoktur ve işletmeler kendi kararlarını verebilmektedir. Ancak, işletmeler, devlet ve mahalli yönetimlerin ortaya koyduğu zorunluluklara uymadığında cezai yaptırımlara maruz kalmaktadır. Dolayısıyla, devletin çevreye duyarlı faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ve çevresel kirliliğin minimize edilmesi yönündeki politikalara uymak işletmeler için bir zorunluluktur (Kelleci, 2018, s. 71). Çevresel konulardaki yasal zorunluluklar, zararlı ürün oluşumunu en aza indirmeyi, bu noktada tedarik zinciri üyeleri ile işbirliği yapmayı ve tüketicilerde çevre bilincini oluşturmayı kapsamaktadır (Gürler, 2019, s. 21). Bu zorunluluklara uyulmaması durumunda, cezai işlemler ile karşı karşıya kalan işletmelerin ayrıca imajı da negatif şekilde etkilenecektir. Çevre bilincinin hızla arttığı toplum önünde imajı zarar gören işletmeler için müşteri kaybı kaçınılmazdır. Bu açıdan

bakıldığında işletmelerin yeşil tedarik zinciri yönetimini benimsemeleri hem yasalara uyulmasını hem toplumda itibarın artmasını hem de çevresel sorunların azalmasını sağlayacaktır. Çevre bilincinin olduğu gelişmiş ülkelerde yasal zorunluluklara uyulması sıkı denetimler ile takip edildiğinden işletmelerin bu kurallara uyması kaçınılmazdır. Diğer yandan gelişmekte olan ülkelerde ise, bilinçsizlik ve denetim yetersizliği gibi sorunlar çevresel zorunlulukların uygulanabilirliğini azaltmaktadır (Çalıcı, 2019, s. 26).

Birçok ülke, yeşil tedarik zinciri yönetimi hattındaki kaynaklardan elde edilen bilgilerin raporlanmasını yasal bir zorunluluk haline getirmiştir. Örneğin, Toksik Salım Envanteri (TRI- The toxics release inventory) veritabanı, Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansından gelen atıklar ve Avrupa Birliği'ndeki Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman Direktifi (WEEE- The waste electrical and electronic equipment) tedarik zinciri faaliyetlerinin bilgilerinden ve performansından etkilenmektedir (Hervani vd., 2005, s. 339).

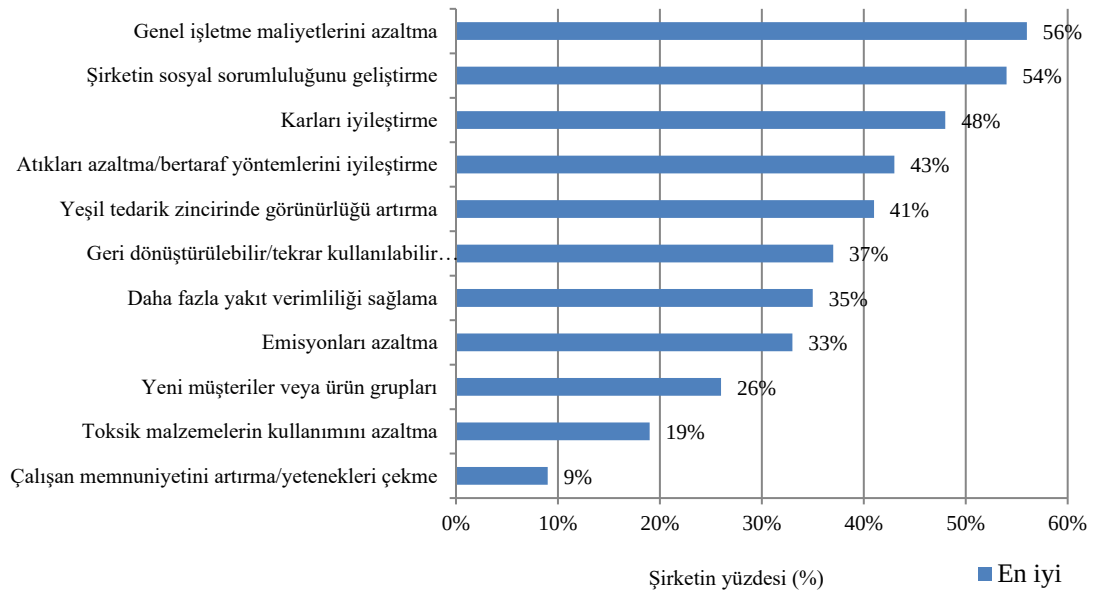
2.5. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Amaçları

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri süreçlerinin çevreye duyarlı olarak yönetilmesini kapsamaktadır. YTZY genel olarak, tüm tedarik zinciri eylemlerinin çevre bilinci ile yönetilerek kaynak ve enerji tasarrufu sağlanmasını, aynı zamanda minimum düzeyde atık üreterek tersine lojistik maliyetlerinin düşürülmesi ve böylelikle gelecek nesiller için doğanın korunmasını amaçlamaktadır (Burhandağ, 2018, ss. 43-44).

Yeşil tedarik zinciri yönetiminde öncelikle kullanım dışı maddelerin değer kazanımı için sürdürülebilir alıcı-satıcı ilişkileri kurmak ve bertaraf etme işlemi sonucunda oluşan atıkların çevreye zararlı etkilerini en aza indirerek veya ortadan kaldırarak tedarik zincirinde ekonomik ve çevresel iyileştirme amaçlanmaktadır. Çevreye duyarlı iş ortaklıkları kurmak, atıkların ve emisyonun azalması, kaynakların verimli kullanılması, marka imajının güçlendirilmesi, maliyetlerin azaltılması gibi faydalar sağlayarak firmaların ekonomik ve çevresel rekabetini artırmaya yardımcı olmaktadır (Güzel, 2011, s. 12).

2008 yılında Aberdeen Group tarafından çeşitli sektördeki firmalar üzerinde yapılan bir araştırmaya göre, firmaların tedarik zinciri süreçlerini yeşillendirme amaçları aşağıda verilmiştir. Buna göre, işletme maliyetlerinin azaltılması, şirketin sosyal sorumluluğunu geliştirmek ve karı artırmak firmaların başlıca amacıdır (Shechterle & Senxian, t.y., s. 6).

Grafik 2: Sürdürülebilirlik girişimleri için en iyi hedefler



Kaynak: (Shechterle & Senxian, t.y., s. 6)(Terzi, 2016, s. 21)

2.6. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Avantajları Ve Dezavantajları

Çevreye duyarlı tasarlanan tedarik zincirlerinde öncelikle çevresel avantajlar elde edilecektir. Zincir boyunca ortaya çıkan atık ve kirlilik ortadan kaldırılır, doğal kaynak ve enerji kullanımı en aza indirilir. Küresel iklim değişimlerine neden olan sera gazı gibi zararlı gazların yayılımı ve toksik madde kullanımı engellenir (İnce, t.y., s. 7). YTZY'nin çevresel avantajlarının yanında firmalar için birçok süreç avantajı da sağlamaktadır. Süreç avantajları şu şekilde sıralanabilir: Tersine lojistik faaliyetleri (yeniden kullanım, geri dönüşüm, yeniden üretim, bertaraf etme) ile kaynak tasarrufu; ikincil ürün kullanımında iyileşme; ortaya çıkan atıkların depolanması, yer

değiştirilmesi, ortadan kaldırılması gibi faaliyetlerde maliyetlerin düşürülmesi veya atıklardan değer elde edilmesi; enerji kullanımında verimlilik; malzeme/ürün depolama ve elleçleme maliyetlerinin düşürülmesi; ve tedarik zinciri sürecinde verimliliğin artması (Tanrıverdi, 2018, s. 60).

Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının hammadde, malzeme, araç ve enerji kullanımında yüksek oranda azalma sağladığı ve böylelikle zararlı atık oluşumunu en aza indirdiği bilinmektedir. Bu sebeple, YZTY'yi benimseyen firmalar hem toplum içinde marka imajını güçlendirmekte hem de yasalara uyarak cezai yaptırımlara maruz kalmamaktadır. Ayrıca, YTZY'yi benimseyen firmalarda marka sadakati kurumsal değer taşıyorsa firmanın günümüz ağır rekabet koşulları altında pazar konumu koruması ve güçlendirmesi için tüketici talepleri ve ortakların tepkileri oldukça önemlidir. Toplumda artan çevre bilinci, tüketicileri yeşil tedarik zinciri yönetimini benimseyen ve süreçlerinde uygulayan firmaları tercih etmeye yönlendirmektedir (Yelok, 2017, s. 100). Örneğin Interbrand firması tarafından yapılan bir çalışmaya göre, Toyota'nın çevre dostu otomobili Prius'u üretmesi marka değerini %47 artırarak yaklaşık 28 milyar dolar olmasını sağlamıştır (Kelleci, 2018, s. 74).

YTYZ'nin çevre ve firmalar için ortaya koyduğu avantajların yanında firmaların yeşil uygulamalara geçiş süreçlerinde birtakım dezavantajlar bulunmaktadır. Firmalar, tedarik zinciri ağını yeşillendirmeye geçmek için çeşitli finansal maliyetlerle karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle kaynak yetersizliği sebebiyle küçük ve orta ölçekli işletmeler için YTYZ'ye geçilmesi epeyce zor görülmektedir. Bununla birlikte, YTZY'ni benimseyen firmalar, üretim ve hizmet süreçlerinde yüksek maliyetli malzemeler kullanmaktadır. Fakat bu sabit maliyetlerde tasarruf sağlanması, uzun vadede firmalar için bir rekabet avantajı haline gelmekte ve katma değer oluşturmaktadır (Tanrıverdi, 2018, s. 85). Finansal maliyetlere katlanamayan firmalar ise yeşil yaklaşıma aykırı olan sistemler geliştirmektedir. Bu doğrultuda YTYZ'nin avantaj ve dezavantajları Tablo 3'te gösterilmiştir (Yelok, 2017, s. 101):

Tablo 3: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Avantajları ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	YASAL	SOSYAL	TİCARİ
İşlem maliyetlerinde azalma			x
Pazara erişimde artma			x
Çevre yasalarına daha kolay uyum	x		
Çevre performansında gelişme			x
Müşteri güven ve memnuniyetinde artış			x
Firma imajında ve güvenilirliğinde gelişme			x
Enerji tüketiminde azalma		x	x
Malzeme maliyetlerinde artma			x
Ürün kalitesinde artma			x
Servis kalitesinde artma			x
Atık üretiminde azalma		x	x
Emisyonda azalma		x	x
Çevresel vakaların risklerinde azalma		x	x
İmha maliyetlerinde azalma			x
Hammadde tüketiminde azalma		x	x
Ses ve radyasyon miktarında azalma		x	x
Tehlikeli zehirli madde kullanımında azalma		x	x
Rekabette artış			x
Çalışanların ve toplumun sağlığında iyileşme		x	x
Pazar payında artma			x
Teknoloji gelişimde artma			x
Süreç performansında artma			x
Çevresel sürdürülebilirlik stratejisini ve vizyonunu desteklemek			x
Depolama maliyetlerini azaltma			x
DEZAVANTAJLARI	YASAL	SOSYAL	TİCARİ
Hammadde maliyetlerinde artış			x
Deneme maliyetlerinde artış			x
Yatırılan sermayede artış			x

Kaynak: Yelok, 2017, s. 101

2.7. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Faaliyetleri

Yeşil tedarik zinciri faaliyetleri,

- Yeşil satın alma,
- Yeşil üretim,
- Yeşil paketleme,
- Yeşil pazarlama,
- Yeşil dağıtım
- ve tersine lojistik faaliyetlerini içermektedir.

2.7.1. *Yeşil satın alma*

Yeşil satın alma, tedarikçilerin yeşil malzeme kullanımını, zararlı atıkların minimize edilmesini, çevreci teknolojilerin tercih edilmesini, tedarikçilerin çevresel performanslarının analiz edilmesini ve diğer satın alma süreçlerinin çevreci yaklaşımla ele alınmasını kapsamaktadır (Abdel-Baset vd., 2019, s. 211). Yeşil satın almanın, yeşil tedarik zinciri yönetimi faaliyetlerinin etkin ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesinde anahtar bir rolü vardır. Çünkü yeşil düşünce hammadde tedarikinden başlamakta ve kendisinden sonra gelen tüm tedarik zinciri süreçlerini etkilemektedir. Dolayısıyla tedarikçi seçimi, yeşil tedarik zinciri için hayati önem taşımaktadır. Diğer bir ifadeyle yeşil satın alma, tedarikçilerin araştırılması, seçilmesi, değerlendirilmesi gibi birçok süreçte çevresel problemlere sebep olabilecek zararlara karşı alınan stratejik bir satın alma faaliyetidir (Yaprak & Doğan, 2019, s. 1148). Geleneksel tedarik seçiminde dikkat edilen unsurlar daha çok fiyat, teslim hızı ve kaliteyken yeşil tedarikçi seçiminde bunlara ek olarak tedarikçilerin çevresel faaliyetleri ve çevre sertifikalarına da odaklanılmaktadır (Terzi, 2016, s. 14).

Yeşil satın alma faaliyetlerinde temel hedef; geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir veya yeniden üretimi mümkün olan malzemelerin satın alınmasıdır. Bu aşamada, gerekli olan hammadde ve bileşenlerin çevreci bir yaklaşımla tasarlanmış olması ve bunlar dışında kullanılan teknolojilerin de çevreye duyarlı olması gerekmektedir. Kullanılan teknolojilerin seçiminde minimum enerji harcayan, zararlı atık üretimi en az

seviyede olan teknolojiler tercih edilmelidir. Anlaşılabacağı üzere, yeşil tedarik zincirinin ilk basamağı olan yeşil satın alma faaliyeti sonraki süreçleri de büyük oranda etkilediğinden en önemli faaliyet kabul edilmektedir. Tedarikçi seçimi ise yeşil satın almada en önemli konudur (Büyüközkan & Vardaloğlu, t.y., s. 7).

Tedarikçiler, yeşil tedarik zinciri yönetimini olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedir. Yeşil uygulamalarda başarı sağlanabilmesi için tedarikçilerin ulusal ve uluslararası çevre standartlarına uygun faaliyet göstermeleri ve yeşil düşünce ile paralel hareket etmeleri gerekmektedir. Aksi takdirde, işletme ve tedarikçi arasında düşünce farklılığı ortaya çıkmakta ve bu durum amaç uyumsuzluğunu beraberinde getirmektedir. Çıkar çatışması yaşamak istemeyen ortaklar etkin bir uzlaşa sağlamalıdır. Çünkü bir işletmenin yeşil satın alma gerçekleştirebilmesi için tedarikçisinin çevre standartlarına uyumlu faaliyet göstermesi gerekmektedir (Yarlıkaş & Can, 2019, s. 902). İşletmeler tedarikçi seçiminde, tedarikçilerin kullandığı teknolojilerin ve yönetim biçimlerinin çevreye duyarlı olup olmadığını, bunlar hakkında ihtiyaç duyulan bilgi ve tecrübe paylaşımını gerçekleştirip gerçekleştirmediğine dikkat etmelidir. Tedarikçilerin çevreye duyarlı malzemeleri tercih etmesi, paketleme ve pazarlama süreçlerinde çevreci yöntemler kullanmaları, ürün tasarımı ile sonraki adımlarda zararlı malzeme kullanımını en aza indirmeleri ve enerji tüketimini minimize etmeleri, yeşil satın almada tedarikçi seçerken ana kriterlerdir (Güzel, 2016, s. 392).

Yeşil satın alma sürecinde firmalar, çevresel hedeflerinde tedarikçileri ile işbirliği içinde olmalıdır. Satın alınacak hammadde veya malzemeleri içeren çevreye duyarlı ürün tasarımının tedarikçiler ile paylaşılması bu işbirliğini kuvvetlendirecektir. Ayrıca firmalar, tedarikçilerin iç organizasyonunu da çevreci yaklaşım ile denetlemeli ve ISO 14001 sertifikasına sahip olup olmadığına dikkat etmelidir. ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi, dünyanın en çok kullanılan çevre yönetimi standardıdır. Bu sistem işletmelerin tüm faaliyetlerinde, atık yönetimi, hava ve su kirliliği, iklim değişikliği, kaynak kullanımı ve verimliliği gibi çevresel konularda mevcut yasalara, yönetmeliklere ve diğer çevresel düzenlemelere uygunluğunun ölçülmesini, çevresel performansının denetlenmesini ve iyileştirilmesini kapsamaktadır (Terzi, 2016, s. 13).

2.7.2. Yeşil üretim

Yeşil üretim, üretim faaliyetlerinin çevreye duyarlı girdiler kullanılarak çıktıların oluşumu sırasında açığa çıkan atık, kullanılan enerji ve hammadde tüketimini minimize edecek şekilde tasarlanması ve geliştirilmesidir. Bu aşamada temel amaç, çevreye zararlı atık oluşumunu en aza indirerek üretimdeki kaynak etkinliğini artırmaktır (Yaprak & Doğan, 2019, s. 1148). Yeşil üretimde, üretim faaliyetleri ve kullanılan teknolojiler atık miktarını azaltmaya ve zararlı çıktıları etkisiz hale getirmeye yardımcı olmaktadır. Bu sebeple, ürünlerin ve üretim aşamalarının çevreye duyarlı olarak tasarlanmış olması gerekmektedir. Ürünler yaşam döngülerinin her basamağında, çevresel duyarlılığı açısından değerlendirilmekte ve belirlenen yeşil üretim standartlarında kalabilmeleri için tasarımları ve üretimleri boyunca çevreci kararlar dikkate alınmaktadır. Anlaşılacağı üzere, ürünler tasarım aşamasından itibaren süreç boyunca atık oluşumunu, enerji ve hammadde kullanımını minimize edecek şekilde tasarlanmaktadır (Büyüközkan & Vardaloğlu, t.y., s. 7). Yeşil üretimin başarılı şekilde uygulanabilmesi için zararlı atık miktarı, yeşil enerji/ kaynak kullanımı, çevre dostu teknoloji kullanımı, yeşil enerji seviyesi ve geri dönüşüm, yeniden üretim, yeniden kullanım faaliyetleri önem verilmesi gereken temel noktalardır (Chen vd., 2012, s. 2547).

Hammadde kullanımını en aza indirmek için minimum enerji ve kaynak tüketimi yeşil üretimin temel unsurlarındandır. Bunun için hem ürünün yaşam döngüsü analizi hem de bu ürünün oluşumundaki endüstriyel süreçlerin çevresel analizleri yapılmaktadır. Yeşil üretimde, geri dönüşüm, yeniden üretim ve yeniden kullanım ön plandadır. Geri dönüşüm faaliyetleri, kullanılmış veya kullanılamayacak durumdaki ürünlerin içerisindeki malzemelerin tekrar kullanılabilir hale getirilmesini ifade etmekte, ayrıca ekonomik ve düzenleyici faktörler tarafından yönlendirilmektedir. Özellikle tedarik zincirinin lojistik basamağı geri dönüşüm toplam maliyetinin %95'ini oluşturduğundan önem arz etmektedir. Otomobil parçaları, elektronik ürünler geri dönüşümü sağlanmaya çalışılan başlıca ürünlerdir. Yeniden üretim ise, geri dönüşüm ile entegre üretim olarak ifade edilmektedir. Yeniden üretimi süreçlerine dahil eden firmalar ise özellikle otomobil ve elektronik endüstrinde yer almaktadır. Yeniden kullanımda ise tekrar

kazanılmış bir ürünün amacına benzer bir şekilde kullanılabilmesidir. Bu üç unsurun kombinasyonu ise yaşam döngüsü sonunda bir üründen değer elde etmek için tasarlanan kapsamlı faaliyetler grubu olan ürün kurtarma olarak ifade edilmektedir (Srivastava, 2007a, s. 59).

Birçok firma, tedarik zinciri akışında kaynaklarını verimli kullanmak ve enerji tüketimini en aza indirmek için Pinch analizi, endüstriyel enerji, enerji ve yaşam döngüsü analizi olmak üzere üç temel teknik kullanmaktadır. Ayrıca, ekonomik ve düzenleyici faktörler tarafından teşvik edilen geri dönüşüm faaliyeti kullanılmış veya çalışmayan ürün malzemelerinin içeriğini tekrar elde etmek amacıyla gerçekleştirilir. Örneğin; BMW şirketi, sıkı Alman yasaları sebebiyle Avrupa’da zaten gerçekleştirdiği otomobil geri dönüşüm faaliyetinin Kuzey Amerika’da da uygulanabilirliğini test etmek için bir pilot uygulama başlattı. Bir diğer örnek olarak elektronik ve bilgisayar endüstrisinde yer alan IBM şirketi ise kullanım ömrü biten ürün malzemelerinin geri kazandırılması için yeni ürünlerinde tasarım spesifikasyonları geliştirmektedir (Ghobakhloo vd., 2013, s. 88).

Firmalar üretim sürecinde öncelikle ürünün tasarımına odaklanır. Bunun nedeni, ürün performansının %70-80’ inin ürünün tasarımına bağlı olmasıdır. Çevreci yaklaşımla ele alınan tasarım süreci, üretimden bertaraf edilme sürecine kadar tüm aşamalarda bulunmaktadır. Yeşil tasarım olmaksızın tedarik zincirinde yeşil düşüncenin benimsendiği savunulamaz. Hangi malzemelerin kullanılacağı, üretim sürecinde ne kadar enerji tüketileceği, ne tür atıkların ortaya çıkacağı ve hangi yöntemle bertaraf edileceği gibi konular yeşil tasarımda ele alınmaktadır (Nadeem, 2018, s. 11). Yeşil tasarım, bir ürünün çevresel çıktılarının üretim aşamasının en başında ele alınarak çevreye duyarlı şekilde tasarlanması olarak tanımlanmaktadır (Öçlü, 2015, s. 46). Çevreci ürünler geliştirmek için ürün tasarımında değişikliğe yol açan iki temel ilke vardır. Birincisi, ürünün iyileştirilebilir, onarılabilir, yeniden kullanılabilir olmasını sağlamak için ürün ömrünü uzatmak amacıyla tasarlanmasıdır. İkincisi, ürünlerin kullanım ömrü bittikten sonra da geri kazanımının sağlanabilmesi için geri dönüşüm/demontaj amacıyla tasarlanmasıdır (Ninlawan vd., 2010, s. 5). Yeşil tasarım, doğal kaynak kullanımını en aza indirmeye, yenilebilir kaynak kullanımını artırmaya ve

iyileştirmeye, açığa çıkan zararlı gazların ve atıkların minimize edilmesine veya ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır (Burhandağ, 2018, s. 52).

2.7.3. Yeşil paketleme

Paketleme, operasyonel yaşam döngüsünün diğer elemanları ile güçlü bir etkileşim içindedir. Bir paketin boyutu, şekli, malzemeleri gibi özellikleri ürünün taşıma özelliklerini de etkilemektedir. Dolayısıyla paketleme, dağıtım faaliyetleri üzerinde oldukça etkilidir. İyileştirilmiş yükleme modelleri ile yeniden tasarlanan paketler, malzemeden tasarruf edilmesini, depo ve treylerde alanın daha verimli kullanılmasını ve gerekli işlem miktarının azaltılmasını sağlayabilmektedir. İade edilebilir/dönüştürülebilir paketlemeye yönlendiren bu sistemler hem güçlü bir müşteri-tedarikçi ilişkisine hem de etkin bir tersine lojistik kanalına ihtiyaç duyacaktır. Paketleme faaliyetlerindeki verimlilik, çevreyi doğrudan etkileyecektir (Sarkis, 2003, s. 399).

Yeşil paketleme faaliyeti, ürünlerin paketlenmesinde çevreye zarar vermeyen ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılmasını, bu paketlerin doğada çözünebilir olmasını, depo ve taşıma alanlarında az yer kaplayacak şekilde tasarlanmasını, gereksiz paketlemelerin azaltılmasını kapsamaktadır. Bu şekilde verimli paketleme yöntemi hem maliyetlerin en aza indirilmesini hem de çevreye zarar verilmemesini sağlamaktadır (Yaprak & Doğan, 2019, s. 1148). Örneğin; ürünlerini daha yoğun(konsantre) ama daha küçük boyutlu paketlerde satan çamaşır deterjanı üreticileri, bir yandan yükleme ve taşıma maliyetlerini azaltırken diğer yandan kullandığı enerji ve hammadde miktarını en aza indirmektedir. Bu ürünler, kaliteden ödün vermeden çevre performansının artırılmasına yardımcı olmaktadır (Güzel, 2011, s. 41). Firmaların yeşil paketleme uygulamasının temel nedenleri şu şekilde sıralanabilir (Çapan, 2008, ss. 33-34):

1. Yeşil paketleme, malzeme ve enerji maliyetlerinin azaltılması gibi ekonomik avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, birçok üretici paketleme maliyetlerini satış fiyatına etkilediğinden, geri dönüştürülebilir paketler tasarlanıp defalarca kullanılabildiği ve bertaraf maliyetleri en aza indirildiğinden tedarik zincirinin toplam maliyeti azalmaktadır.

2. Yeşil paketleme, çevre ve toplum üzerinde olumsuz etkileri olan konularda firmanın sorumluluğunu azalmaktadır.

3. Yeşil paketleme, marka imajını güçlendirmektedir.

2.7.4. Yeşil dağıtım

Yeşil dağıtım, tedarik zincirinin dağıtım kanallarında çevreye duyarlı bir taşıma, dağıtım, kontrol ve analiz sistemi tasarlayarak ileriye ve geriye doğru tüm süreçlerde çevreye verilecek zararın minimize edilmesi sürecidir (Yaprak & Doğan, 2019, s. 1148). Yeşil dağıtım, yeşil paketleme ve yeşil lojistikten oluşmaktadır. Paketlemede boyut, biçim, malzeme gibi özelliklerin taşıma özelliklerini etkilemesi dağıtımı da doğrudan etkilediğini göstermektedir (Ninlawan vd., 2010, s. 2).

Dağıtım ve nakliye operasyon ağları yeşil tedarik zincirinin uygulanmasında oldukça etkilidir. Ürünlerin hangi noktalardan dağıtıma çıkarılacağı, hangi ulaşım şeklinin kullanılacağı, just-in-time (tam zamanında) prensiplerinin uygulanması ve kontrol sistemlerinin yönetilmesi gibi birçok karar hem ileri hem tersine lojistik ağını etkileyecektir. Ayrıca, dağıtımın nihai müşteri ile doğrudan etkileşim halinde olması müşteri özelliklerini ve ihtiyaçlarını yakından takip etmeyi gerektirmektedir. Dolayısıyla müşterilerin dağıtım sistemlerinin tasarım ve iyileştirme süreçlerine katılımı daha etkin ve verimli bir dağıtım ağı oluşmasını sağlayacaktır (Sarkis, 2003, s. 399).

Lojistik ve dağıtım sağlayıcıları, çevreye duyarlı yeni teknolojilerin, yakıtların ve süreçlerin benimsenmesini sağlamalıdır. Tedarik zincirinde verimli aşamalı sistemler ve düğüm noktaları oluşturmak için geniş kapalı ağları denetlemeli ve optimizasyon çalışmalarını çeşitli ağlara entegre etmelidir. Entegre sistemler göndericiler ve taşıyıcılar arasında işbirliğini artırır ve kendi sistemlerinde de yeşil yaklaşıma geçmelerini sağlar. Bu noktada göndericiler ve alıcılar, dağıtıcılar ile çevresel performans göstergeleri oluşturacak sözleşmeler yapmalı, karbon ayak izlerini azaltacak taşıma yöntemlerini geliştirmek konusunda onları desteklemelidir. Ayrıca, geri

dönüştürülebilir ürün kullanmak, eko-etiketlemeyi benimsemek ve kaynakları daha verimli kullanmak amacıyla tüketiciler ile işbirliği içinde olmalıdır. Tedarik zincirinin yeşillenmesinde değişimi kabul etmeli ve teşvik etmelidir. Politika yapıcılar ise sıkışık yollar için entegre akış yönetimi planlarının genişletilmesini teşvik etmelidir. Sıkışık yol kavşaklarına, liman ve demiryolu kavşaklarına, demiryolu bağlantılarına, deniz ve iç su yolları çevresindeki altyapı bölümlerine yatırımlar yapmalıdır. Bununla beraber, kullanılmayan demiryolu hatları, liman tesisleri ve su yollarının devlet desteği ile tekrar kullanılması değerlendirilmelidir (D. B. Grant vd., 2017, ss. 28-29).

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) Uluslararası Taşımacılık Forumu'na göre doğadaki karbondioksit emisyonunun %23'ü taşımacılık %19'u üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Demiryolu taşımacılığı, birçok taşımacılıktan daha az emisyon çıkışına sebep olduğundan yeşil dağıtım için önemli bir taşımacılıktır. Avrupa Birliği'nde demiryolu taşımacılığının kullanım oranı %17 iken Türkiye'de bu oran %1'den az olduğundan oldukça düşüktür. Türkiye, 2013 yılında ise demiryolu taşımacılığını iyileştirmek ve geliştirmek amacıyla serbestleşmeye geçmiştir (Coşkun, 2017, ss. 23-24). Avrupa Birliği, 2050 yılına kadar sera gazı emisyonunu 90'lı yıllara oranla % 80-90 azaltmayı amaçlamaktadır. 2050'ye kadar ulaşılması hedeflenen bu azalmanın %60'ından fazlasının ulaştırma sektöründe gerçekleştirileceği düşünülmektedir. Çevreci teknolojilerin taşıtlarda ve dağıtım kanalları yönetiminde kullanılması hem AB'de hem dünyada ulaşım sonucu ortaya çıkan emisyonların azaltılmasına katkıda bulunacaktır (*Demiryolu Sektör Raporu 2018*, 2018, s. 6).

2.7.5. Yeşil pazarlama

Yeşil pazarlama, tüketici talep ve ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla gerçekleştirilen her türlü pazarlama faaliyetinin çevreye duyarlı olarak yapılması ve bu süreçte çevreye verilen zararın en aza indirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Yücel & Ekmekçiler, 2008, s. 327).

Tüketicilerin bilinçlenmesi ile artan çevresel beklentiler karşısında firmalar, pazar payını korumak ve artırmak için sürdürülebilir çevresel çözümler ortaya koymalıdır. Bu

noktada, firmaların yeşil yaklaşımı benimseme sürecine müşterileri de dahil etmesi aralarındaki işbirliğini artıracığından çevresel performansı olumlu etkileyecektir. Bu işbirliği aynı zamanda firmalara ekonomik katkılar sağlayacaktır (Kazancoglu vd., 2018, s. 1293). Bunun nedeni, yeşil pazarlama faaliyetlerinde hammadde kullanımının az olması ve ortaya çıkan atık miktarının minimize edilmesi ile kaynakların verimli kullanılması, aynı zamanda maliyetlerin de düşmesi sağlandığından finansal tasarruf edilmesidir. Bununla beraber tüketicilerin çevresel beklentilerini karşılamak satışları artıracak ve firma kazancı yükselecektir (Yücel & Ekmekçiler, 2008, s. 332). Yeşil ürün, yeşil fiyatlandırma, yeşil tutundurma, yeşil yer, çevresel farkındalık kavramları yeşil pazarlamanın süreçlerini oluşturmaktadır. Yeşil pazarlama süreçleri Şekil 8’de gösterilmiştir:



Şekil 8: Yeşil Pazarlama

Kaynak: Akandere, 2019, s. 90

Yeşil reklamcılık (green advertising), yeşil pazarlama uygulanabilirliği açısından oldukça önemlidir. Yeşil reklam, çevresel sorumluluk imajı oluşturan, bir ürünün/ hizmetin yeşil yaklaşım ile bütünleşmesini destekleyen, bir ürün/ hizmet ile çevre arasındaki ilişkiyi açık ve anlaşılabilir biçimde ortaya koyan herhangi bir reklam olarak ifade edilmektedir (Ghobakhloo vd., 2013, s. 88).

Yeşil pazarlama dört süreçten oluşmaktadır. Birinci aşamada tüketicilerin yeşil yaklaşım beklentilerini karşılamak için yeşil ürünler tasarlanır. Çevresel duyarlılığı yüksek ürünlerin tasarlandığı bu aşama ayrıca yeşil hedefleme olarak ifade edilebilir. Atık miktarının azaltılması, kaynakların verimli kullanılması gibi çevreci önlemlerin alındığı ikinci aşama ise yeşil stratejilerin geliştirildiği süreçtir. Üçüncü aşamada, yeşil yaklaşımla uyuşmayan ürünler üretim sürecinden çıkartılır. Son aşamada ise firma, çevreci olmanın ötesinde sosyal sorumluluğunun farkındadır. Bu süreçte organizasyon kültürü ve dış etkenler yeşil pazarlama süreçlerinin uygulanabilirliği ve firmanın çevre bilinci üzerinde doğrudan etkilidir (Güzel, 2011, s. 37).

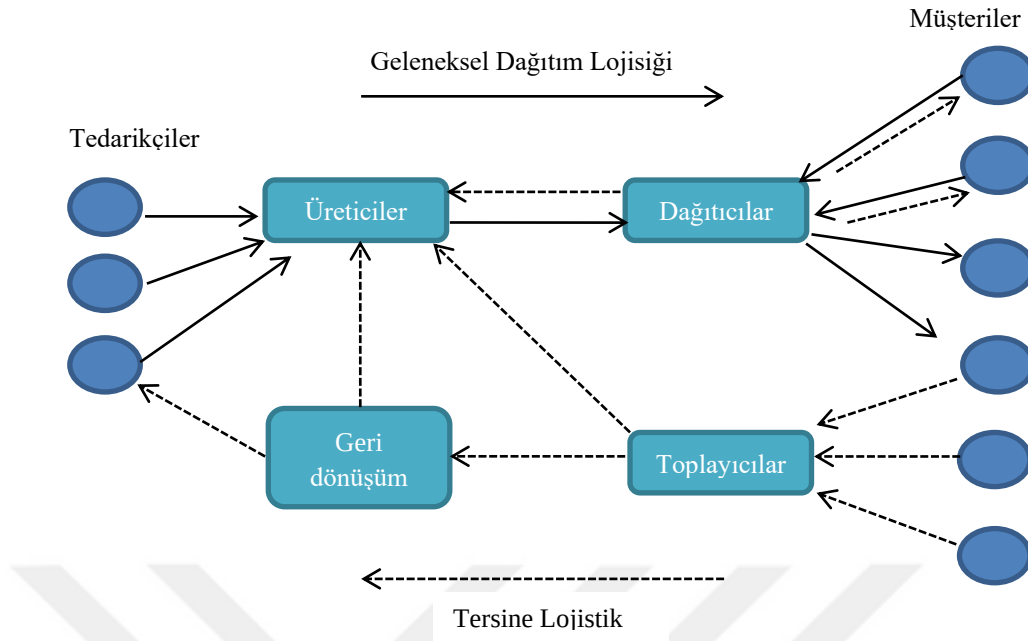
Tüketiciler arasında iklim değişikliklerinin ve ekolojik sorunların artmasıyla beraber yeşil düşünceye olan ilgileri çoğalmış ve talepleri bu doğrultuda değişmeye başlamıştır. Yeşil yaklaşımı benimsemiş tüketiciler, satın alma alışkanlıklarını ve satın aldıkları ürün/hizmet tercihlerini çevreci niteliklere göre ayarlamaktadırlar. Yeşil pazarlama, STP (bölümleme, hedefleme ve konumlandırma) ve 4P (ürün, fiyat, yer ve tanıtım) faaliyetlerini çevreye duyarlı olarak geliştirmekte, yeşil dağıtım kanallarını ve işbirliklerini geliştirmeyi de kapsayan bir stratejik faaliyettir. Ayrıca, müşteriler ile sürekli etkileşim içinde olmanın, yeşil pazarlama stratejilerinin uygulanabilirliğini kolaylaştırmakta ve işletmenin sunduğu ürüne/hizmete güveni artırdığı bilinmektedir. İşletmelerin yeşil pazarlama faaliyetlerini geliştirmesi için yapması gerekenler şöyle sıralanabilir: bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin ve verimli olarak kullanılması, ürün ve hizmetlerin çevreci niteliklerini anlatmak ve yeşil yaklaşımı sorumluluk olarak benimsemek (Chen vd., 2012, s. 2547).

Güzel ve Demirdöğen, yaptıkları çalışmada müşterilerin çevreci yaklaşımlarını test etmiştir. Müşterilerle yeşil pazarlama sürecinde işbirliği içerisinde olunması gerektiği vurgulanmış ve dört ifade ön planda tutulmuştur: Çevreci yönetim ve teknolojiler hakkında bilgi ve tecrübelerin paylaşılması; çevreci ürünlerin satın alınması konusunda bilgi sahibi olunması; yeşil ambalajlama faaliyetlerinin desteklenmesi; ürün tasarımı ve üretimi boyunca zararlı ürün kullanımının minimize edilmesi için işbirliği yapılması. Çalışmada, yeşil pazarlama süreci boyunca çevresel amaçlarda ortak kararlar alınması, tarafların çevresel konularda sorumluluk alması, faaliyetlerin çevreye duyarlı

gerçekleştirilmesi için ortaklaşa çalışılması yeşil pazarlama faaliyetini etkileyen faktörler olarak ele alınmıştır. Elde edile bulgulara göre, tedarikçiler ile olan işbirliğinde birlikte çalışarak çevreci uygulamalar gerçekleştirilirken, müşteriler ile olan işbirliğinde çevresel performans konularında ortaklaşa sorumluluk alınarak çevreci uygulamalar ortaya konmaktadır (Güzel, 2016, ss. 392-393).

2.7.6. Tersine lojistik

Tersine lojistik, son tüketim noktasından başlangıç noktasına kadar toplanması, sökülmesi, işlenmesi ile değer kazanması amaçlanan hammadde, envanter, nihai ürün ve ilgili unsurların tekrar üretime dahil edilmesi için gerekli akışın sağlanması veya uygun biçimde bertaraf edilmesi için yapılan planlama, yönetme ve denetleme faaliyetlerinin etkin ve maliyet avantajlı olarak gerçekleştirilmesidir. Kısa bir ifadeyle, kullanım ömrü sonuna gelmiş ürünlerin değer elde ederek yeniden tedarik zincirine kazandırılması veya bertaraf edilmesidir. Tekrar tedarik zincirine dahil olan maddeler sayesinde yeniden üretimde kullanılan doğal kaynak miktarı %85 oranında azaltılabilir ve bu şekilde yeniden üretilen ürünler öncesine oranla %30-40 daha az fiyatlandırılabilir (Şahbaz, 2016, s. 28). Kullanım dışı ürün olarak da ifade edilen kullanılmış, hasar görmüş veya artık tüketici beklentisine cevap veremeyen ürünlerin tekrar tedarik zincirine katılması değer oluşumunu en üst seviyeye çıkarabilir, aynı zamanda sürdürülebilir kullanım veya doğru bir bertaraf işlemi sunar (Lau vd., 2019, s. 145).



Şekil 9: Tersine Dağıtım Çerçevesi

Kaynak: Güzel, 2011, s. 45

Yukarıda verilen şekil, üreticiden nihai kullanıcıya doğru olan ileri doğru akışı (ileri lojistik) ve nihai kullanıcıdan üreticiye doğru olan ters akışı (tersine lojistik) göstermektedir. İleri lojistik ve tersine lojistik sürecini kapsayan bu sistem senkronize şekilde çalışan bütünleşik bir yapıdır. İleri lojistik, üretim sonucu elde edilen nihai ürünün veya çeşitli satın alma ve lojistik faaliyetleriyle oluşan üretim girdilerinin son tüketiciye teslim edilmesine kadar yapılan tüm lojistik faaliyetler olarak ifade edilmektedir. Tersine lojistik ise ileri lojistik unsurlarını kapsamakla beraber ikincil pazarlar, vakıflar, atık arazileri gibi çeşitli elemanları da içermektedir (Güzel, 2011, s. 44). Ters lojistik faaliyetleri, içerdği tersine ağlar, iki yönlü pazar koordinasyonu, arz belirsizliği, tasarruf düzenlemeleri gibi özellikleriyle geleneksel lojistik faaliyetlerinden ayrılmaktadır (Srivastava, 2007a, s. 61).

Taşımacılık, tersine lojistiğin en önemli maliyet kalemini oluşturmaktadır. Doğru paketleme yapılmaması, geri dönen ürün miktarının ve çeşidinin dengeli olmaması gibi nedenler taşımacılık maliyetini artırmaktadır. Ancak her ne kadar tersine lojistik faaliyetlerinin maliyeti olsa da sıfırdan yeni bir ürün üretme maliyetinden daha azdır (Tanrıverdi, 2018, s. 114). OECD Uluslararası Taşımacılık Forumu'nun yaptığı bir

araştırmaya göre dünyada açığa çıkan sera gazlarının %23,3' ünün kaynağı lojistik faaliyetlerdir. Türkiye'de ise salınan sera gazlarının %18,9' unu lojistik faaliyetler oluşturmaktadır (Terzi, 2016, s. 16). Yeşil lojistikte, havayı, toprağı ve suyu kirleten, CO2 emisyonu üreten, fosil yakıt tüketen vb. çevre kirliliklerine sebep olan karayolu ve hava taşımacılığının aksine çevreci yaklaşımın benimsendiğı verimli ve etkin bir ulaşım modu olarak görölmektedir (Kazancoglu vd., 2018, s. 1291).

Tersine lojistik faaliyetlerinin başarılı olarak uygulanması için şunlara dikkat edilmelidir: Zamanında teslimat, ekolojik sürüş ile yakıt tüketimini minimize etmek, sipariş çevrim süresi, geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir paketler/konteynırlar kullanmak, hatalı ve kusurlu ürünler için geri dönüşüm sistemi, ürünlerin geri alınmasına dair politikaların varlığı, rota optimizasyonu, taşıma sıklığı (Kazancoglu vd., 2018, s. 1293).

Tersine lojistikte, üretim sürecinde açığa çıkan atıkların, zararlı çıktıkların, lojistik atıkların, hurda olmuş parçaların ve ürün yaşam döngüsü biten tüketici atıkların çevreye verebilecekleri zararı en aza indirebilmek amacıyla yeniden üretim, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve bertaraf etme faaliyetleri yer almaktadır. Kısacası, ters lojistik hammaddelerin, çıktıkların ve süreç boyunca gerçekleştirilen faaliyetlerde geri kazanımı ön plana çıkarmaktadır (Yarlıkaş & Can, 2019, s. 904). Bununla beraber bir üretimin temel girdilerini enerji ve su oluşturduğundan firmalar, yeniden kullanım, tersine lojistik, geri dönüşüm faaliyetleri ile kaynak sürdürülebilirliğini artırmaya çalışmaktadır. Bahsedilen faaliyetler ayrıca iş ortakları arasındaki işbirliği ve sinerjiyi artırdığından çevresel performansı iyileştirmekte ve atıkların azaltılmasıyla maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Amemba vd., t.y., s. 57).

Yeniden Üretim (Remanufacturing): Kullanım dışı olmuş son ürünlerin satış ya da içeriğinin kullanılması için kullanıcılardan toplanarak hasarlı bölümlerinin tamir edilmesi, onarılması, bakımının yapılması ve yeniden oluşturulmasına “yeniden üretim” denilmektedir. Ürün parçalarının sökülmesi, iyileştirilebilir olanlar için test ve denetim gerçekleştirilmesi, yenilenmiş parçanın yeniden montaj edilmesi yeniden üretimin temel faaliyetleridir. Montajı gerçekleştirilerek yenilenip tekrar üretime dahil edilen ürünler

belli testler ve kontroller sonrasında paketlenerek normal akış ile dağıtım aşamasına geçmektedir (Yelok, 2017, s. 68).

Geri Dönüşüm: Geri dönüşüm, kullanılmış ve artık çevreye zarar veren plastik, cam, kağıt, metal gibi atıkların toplanması ve fiziksel ve/veya kimyasal işlemlere tabi tutularak ikincil hammadde olarak yeniden üretime katılmasıdır. Toplanan ürünler içerdikleri malzeme türüne göre farklı geri dönüşüm işlemlerinden geçirilmektedir. Değerlendirilebilir atıkların toplanarak geri dönüştürülmesi, çevreye zarar veren atık miktarının ve hammadde kaynak kullanımının azalmasını sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle, geri dönüşüm faaliyetleri çevresel kirliliği azaltmak, enerji maliyetini düşürerek finansal tasarruf etmek, atıkların yeniden üretime katılarak hammadde ihtiyacını minimize etmek amacıyla gerçekleştirilmektedir (Özesen, 2009, ss. 33-34).

Hükümetler ve firmalar tüketicileri geri dönüşüme teşvik etmekte ve bazı noktalarda zorlamaktadır. Geri dönüşüm faaliyetinin ürünlerin toplanması ile başlaması tüketicilerin de bu sürece dahil olmasını zorunlu kılmaktadır. Gerçekleştirilen toplama işlemi “bırakma merkezleri”, “geri alım merkezleri” ve “kaldırım kenarı toplama” olarak üç farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Toplanan malzemeler değer katmayan içeriklerinden ayrıştırılarak üretime hammadde olarak yeniden katılmaktadır. Bazı araştırmacılar geri dönüşümün ekonomik avantajları üzerinde tartışsa da çevresel avantajları olduğu açıkça kabul edilmektedir (Çapan, 2008, ss. 38-39).

Yeniden Kullanım: Kullanılmış ve artık beklentileri karşılayamayan ürünlerin, parçaların, maddelerin veya malzemelerin toplanarak herhangi bir işleme maruz kalmadan tekrar dağıtılması ve satılması “yeniden kullanım” olarak ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle yeniden kullanım, ürünlerin kullanım ömrü boyunca defalarca kullanılmasıdır. Atıklar, kontrol ve temizleme gibi küçük işlemler sonrasında yeniden kullanıma hazır hale gelir (Güzel, 2011, s. 31). Bu süreçte genellikle ürünün asıl değerinde azalma meydana gelse de temel özellikleri ve içeriği korunmaktadır. Öyle ki yeniden kullanıma hazırlanmış ürün esas üründen daha kaliteli olabilmektedir (Şahbaz, 2016, s. 25). Ambalajlar, mobilyalar, plastikler, camlar, şişeler yeniden kullanılabilir malzemelere örnek verilebilir.

Bertaraf Etme: Bertaraf etme, ürün ve parçalardan değer elde etme sürecinde atık miktarını en aza indirmek ve ürünü oluşturan değerli maddelerin yeniden kullanılabilmesi için kurulan sistemlerin zararlı ve tehlikeli maddelerden ayrıştırılması faaliyetidir. Bertaraf etme işlemi, ürünlerin geri dönüşüm, yeniden kullanım ve yeniden üretim ile malzeme içeriğinden değer elde etme sürecinin zararlı ve tehlikeli maddelerden izole edilmesi için yapılan ilk işlemdir (Yelok, 2017, s. 75). Ayrıca, diğer tersine lojistik faaliyetlerinde değerlendirilemeyen atıklar gelişmiş teknolojiler kullanılarak uygun tesislerde yakılarak enerji üretilmektedir. Bertaraf işlemlerinde hem atıkların ortadan kaldırılması hem de enerji üretilmesi sağlanarak değer elde edilebilmektedir (Burhandağ, 2018, s. 56).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ ve YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER

Bu bölümde, öncelikle teknolojinin gelişimi ve tedarik zinciri bilgi verilmektedir. Ardından, yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil pazarlama, yeşil paketleme, yeşil lojistik ve tersine lojistik süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı ele alınmıştır.

3.1. Teknolojinin Gelişimi ve Tedarik Zinciri

Dünya nüfusu 1800’lü yıllarda bir milyara ulaşmış, bu sayı 1970’lerde dört milyara çıkmıştır. Günümüzde dünya nüfusu 8 milyara yaklaşırken gelecek yüzyılın başında 11 milyara ulaşılacağı tahmin edilmektedir. Geçtiğimiz yüzyıldan bu yana sosyal, kültürel ve teknoloji alanlarındaki evrimin sonucu olarak özellikle 1950’lerden günümüze insan faaliyetleri oldukça gelişmiş ve küresel bir toplum oluşmaya başlamıştır. Teknolojinin gelişimi, bilgi ve yatırım akışları, mal ve hizmetlerin sınır ötesi ticareti gibi faktörler insanların/nesnelerin karşılıklı bağlılığını artırmış ve 1990’lardan bu yana iletişim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte bu bağlılığı oldukça hızlandırmıştır (Folke vd., 2020, s. 5).

1700’lü yıllarda mekanik üretim için su ve buhar gücünün kullanılmasıyla birinci sanayi devrimi başlamıştır. İnsan gücü ile üretimin yerini makinelerin alması demir-çelik ve tekstil üretimi yapan ülkelerde sermaye birikimini sağlamıştır. Bu dönemlerde demir yolu ağlarının gelişmesi sanayi devriminin farklı yerlere yayılmasını ve üretimin artmasını sağlamıştır (Taş, 2018, s. 1820).

20.yy başlarında elektrik kullanan montaj hatları ve seri üretimin başlamasıyla ise ikinci sanayi devrimine geçilmiştir. İkinci sanayi devrimi 1860-1914 yılları arasını kapsamış olup bu dönem bazen “Teknoloji Devrimi” olarak da adlandırılmıştır. Birinci sanayi devriminde kullanılan makineler dişli, kayış, piston ve kasnakla çalışan basit aletlerken ikinci sanayi devriminde bu makineler geliştirilmiştir. Bilim adamlarının kimya ve fizik alanında yaptığı çalışmalar, buluşlar bu dönemde teknolojiye aktarılmıştır. Edison’un

elektiriği bulmasıyla birlikte, elektrik makinelerle aktararak seri üretim gerçekleştirilmiştir (Arslan & Delican, t.y., s. 5).

Üçüncü sanayi devrimi ise 1970’lerde bilgi teknolojisi, endüstriyel robotik ve elektronik kullanılarak üretimin dijital otomasyonu ile başlamıştır. Üçüncü sanayi devrimi, elektroniğin kullanımı ve bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile üretim otomatikleşmiştir. Özellikle 3D yazıcılarının gelişmesi büyük üretimleri beraberinde getirmiştir. Otomasyonun artmasıyla üretilen akıllı robotlar üretimde verimliliği iyileştirmiştir. Üçüncü sanayi devriminde verimlilik oldukça artmıştır (Arslan & Delican, t.y., s. 6).

Sanayileşme sürecinde ilk sanayi dönemi sanayileşmeye zemin hazırlamış, ikinci dönem “sert otomasyon” kavramını ve üçüncü dönem ise bilgisayarlar ile ‘esnek otomasyon’ fikrini ortaya çıkarmıştır. Bu sistemlerin geliştirilerek bilgisayarla entegre üretim sistemlerini oluşturmasıyla siber fiziksel sistemler (CPS) veya Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan dördüncü sanayi devrimi ortaya çıkmıştır (Nascimento vd., 2019, s. 611). Bu sanayi devrinde, ileri bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasıyla otomasyon, akıllı üretim, 3D, insan- bilgisayar enregrasyonu gibi modern üretim teknolojileri yer almaktadır (Luthra & Mangla, 2018, s. 169).

Sanayide meydana gelen devrimler, imalat endüstrisinde üretkenliği artırmıştır. İlk üç sanayi devrimi sırasıyla makineleşme, elektrik kullanımı ve bilgi teknolojilerinin ortaya çıkmasından kaynaklanmıştır. Endüstri 4.0 olarak da bilinen dördüncü sanayi devrimi ise Siber Fiziksel Sistemler (CPS) ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerine dayanmaktadır (Enyoghasi & Badurdeen, 2021, s. 2).

Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0), ilk defa 2011’de Almanya’da Hannover Fuarı’nda tanıtılmıştır. Endüstri 4.0, yapay zeka ve internet teknolojisinin gelişmesini, üretimde robot, 3D/4D, büyük veri kullanılmasını, akıllı nesnelerin entegrasyonu gibi birçok yeniliği kapsamaktadır. Bu devrimin temelinde siber fiziksel sistemler yer almaktadır. Siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti aracılığıyla fiziksel ve sanal ortamın entegrasyonunu sağlayan karmaşık bir yapıdır (Kayapınar, 2017, ss. 4-5). Bu yapı, akıllı fabrikalar, akıllı ürünler ve genişletilmiş değer ağları olarak

biçimlendirilebilir (dikey, yatay ve uçtan uca entegrasyon). Dikey yönde insanlar, makineler ve kaynaklar birbirine bağlı iken şirketler bir değer zinciri üzerinde yatay olarak bağlıdır (Machado vd., 2020, s. 1464).

Yeni sanayi devrimi sanayileşmeyi büyük bir hızla artırırken bir yandan da daha fazla kaynak tüketimini, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi çevresel sorunları, yüksek enerji gereksinimini, bazı ekolojik dengesizlikleri ve ayrıca iş güvenliğinde bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sebeple, yeni teknolojiler kullanılarak modern üretim sistemlerinin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan dengelenmesi gerekmektedir (Luthra & Mangla, 2018, ss. 168-169).

Geleneksel endüstriler çevre yönetimi, denetimi ve faaliyetlerinde her ne kadar etkili olsalar da çevreci ve sürdürülebilir bir endüstri oluşturmada yeterli değildir. Bu süreçlerde doğal kaynak kullanımı ve atık oluşumu yüksek oranda olmakla beraber herhangi bir tersine lojistik faaliyeti de gerçekleştirilmemektedir (Ortiz vd., 2020, s. 33). Araştırmalara göre, toplam karbon emisyonlarının yaklaşık %20'sini üreten tüm küresel elektrik arzının yaklaşık %35'i endüstriyel üretim faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, en çok üretim gerçekleştiren 5 ülkenin son 20 yılda saldıgı sera gazı emisyonlarında %50' den fazla artış olmuştur. Üretim faaliyetlerinde ise enerji verimliliği %30' un altındadır (Qin vd., 2017, ss. 307-308).

Teknoloji, yasal zorunlulukların da etkisiyle enerji kullanımını ve malzeme tüketimini en aza indirerek olumlu bir marka imajı oluşturmaya, ayrıca sosyal ve çevresel sorumluluğu artırmayı hedefleyen birçok firmanın bu hedefe ulaşmasında yardımcı olabilir (Ginocchio vd., 2019, s. 8). Endüstri 4.0 temelinde dokuz ana teknoloji bulunmaktadır (Kayapınar, 2017, ss. 4-5):

- Siber fiziksel sistemler,
- Akıllı fabrikalar,
- Otonom robotlar,
- Nesnelerin interneti,
- Bulut bilişim,

- Büyük veri,
- 3D,
- Artırılmış gerçeklik
- ve Simülasyon.

Computing Technology Industry Association'a (CompTIA) göre ise Endüstri 4.0'la beraber ortaya çıkan ve 2019'da gelişmekte olan top on teknoloji şu şekildedir (Esmailian vd., 2020, s. 1):

- Nesnelerin İnterneti (İoT),
- Sunucusuz bilgi işlem,
- 5G/6G,
- 3D baskı,
- Yapay zeka,
- Artırılmış/sanal gerçeklik,
- Biyometri (biometrics),
- Robotik,
- Blok zinciri (blockchain) ve dronlar.

Tedarik zincirinde hammadde temininden ürünün nihai müşteriye ulaştırılmasına kadar tüm faaliyetler Endüstri 4.0 ile dijitalleştirilerek yeniden tasarlanmaktadır. Günümüzde dijital tedarik zinciri otomotiv sektöründe %41, elektronik sektöründe %45 ve lojistikte %28 oranında yer almaktadır (Kayapınar, 2017, s. 2). Ancak ortaya çıkan bu yeni teknolojilerin sağladığı sürdürülebilirlik ile meydana getirdikleri olumsuz çevresel etkiler arasındaki dengenin nasıl kurulacağı ve sürdürülebilirlik sorunlarını gidermedeki etkisi konusunda bilimsel araştırma eksikliği bulunmaktadır (Esmailian vd., 2020, s. 1).

Duarte ve Cruz-Machado (2020), Endüstri 4.0 ve yeşil tedarik zinciri arasındaki ilişkiyi ele almış ve Endüstri 4.0'ın yeşil ve yalın kavramının temel özelliklerine dayandığını belirtmiştir (Duarte & Cruz-Machado, 2017).

Kiel vd. (2017), Endüstri 4.0'ın sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla Alman şirketlerinden 46 yöneticiyle görüşmüş ve özellikle ekolojik yönden kaynak verimliliği etkilediği sonucuna ulaşmıştır (Kiel vd., 2017).

Esmaeilian vd. (2020), Blockchain teknolojisini dört temel kullanım alanını tartışmıştır (Esmaeilian vd., 2020):

- Yeşil davranışı teşvik etmek,
- Ürün yaşam döngüsünün şeffaflığını iyileştirmek,
- Operasyonların ve sistemin verimliliğini iyileştirmek,
- Sürdürülebilirliğin raporlanması ve izlenmesini iyileştirmek.

Qin vd. (2017), üretim aşamasında enerji/güç tüketimini en aza indirmek ve Eklemeli Üretim (Additive Manufacturing) faaliyetlerinde enerji tüketimi verileri elde etmek amacıyla bir IoT çerçevesi önermiştir (Qin vd., 2017).

Tan vd. (2017) bir yazılım uygulaması geliştirerek mağaza katlarında (shop floors) enerji tüketiminin eş zamanlı izlenmesini sağlamıştır. Bununla birlikte bir veri zarflama analizi (data envelopment analysis- DEA) tekniği kullanarak anormal enerji tüketim modellerini belirlemiştir (Tan vd., 2017).

Vrchota vd. (2020), yeşil süreçleri “yeşil lojistik ve tedarik zinciri, yeşil üretim, yeşil tasarım ve geliştirme” olmak üzere üç ana gruba ayırmışlardır. Sürdürülebilirlik hedefine ulaşmak isteyen şirketlerin, iç değer zincirini oluşturan bu süreçlere odaklanması gerekmektedir. Oluşturulan bu üç grup aynı zamanda Endüstri 4.0 teknolojilerinin de uygulama alanıdır. Vrchota vd. yeşil teknolojileri ise “ enerji tasarruflu teknolojiler, temiz üretim teknolojileri, emisyon azaltma teknolojileri ve kaynak/malzeme teknolojileri” olmak üzere dört başlık altında incelemiştir (Vrchota vd., 2020, s. 29). Üretim aşamasındaki Endüstri 4.0 teknolojileri, yeşil süreçler ve sürdürülebilirlik çözümleri ele alınarak bir “akıllı şebekeler ve Endüstri 4.0 (SGI 4.0- Smart Grids and Industry 4.0)” çerçevesi oluşturulmuştur. Araştırma sonucu, yeşil süreçlerin Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik çözümleri arasında anahtar rolü olduğunu

göstermiştir. Yenilikçi teknolojilerin, yeşil süreçlerin tam olarak gerçekleştirilebilmesinde ve sürdürülebilirlik hedefine ulaşılmasında önemli katkısı vardır (Vrchota vd., 2020, s. 32).

Sarkis (2020), yeşil tedarik zinciri sürdürülebilirliğini iyileştirmede mevcut ve gelişmekte olan dijitalleşme ve bilgi teknolojilerinin etkisini incelemiştir. Ayrıca yeşil süreçlerin benimsenmesi ve dijitalleşme arasındaki çelişkiler ele alınmıştır. İncelenen araştırmalar sonucuna göre yenilikçi teknolojilerin çevresel bozulmalara karşı çözüm sunabileceği gibi bu bozulmaların kaynağı da olabileceğini göstermektedir (Sarkis vd., 2020).

Majeed vd. (2021), katmanlı üretim işleme parametleri ile sürdürülebilir üretim performansı arasındaki ilişkiyi belirlemekte veri madenciliği yaklaşımlarının uygulanabileceğini söylemiştir (Majeed vd., 2021, s. 19).

Müller (2020), Endüstri 4.0'ın çevresel potansiyelleri ve güçlükleri üzerinde çalışmıştır. Sonuçlara göre, bu teknolojilerle enerji tüketiminin minimize edilmesi, atık üretimi gibi olumlu çevresel sonuçlar için şirketlerin ileri düzeyde bağlantılı olması gerektiği anlaşılmıştır. Veri aktarımında ortaya çıkan enerji tüketimi veya tek kullanımlık kişiselleştirilmiş üretimin sonuçları gibi çevresel sorunlara sebep olan teknoloji kullanımının doğru şekilde ele alınması gerektiğini vurgulamıştır (Müller, 2020, s. 8).

Van Erp vd. (2018), yenilikçi teknolojilerin geleneksel üretim süreçlerine nazaran daha az malzeme tüketimine yol açtığı ve kaynak verimliliğini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Verilerin depolanması ve yönetimi için kullanılan RFID çipleri, tedarik ağı aktörlerinin entegre olmasına, kaynakların izlenmesine ve kontrol edilmesine imkan sağlamaktadır. Böylelikle süreç boyunca kalite kontrol artarken arıza oranlarının düşmesi ve malzeme kullanımının azaltılması sağlanır. Sonuç olarak geleneksel üretime kıyasla çevresel etkisi olumlu bir sistem oluşturulabilir (van Erp vd., 2018, s. 23).

Teknoloji, sürdürülebilirliğin ekonomi, çevre ve toplum boyutunu etkiler ve etkileşime girer. Bununla beraber teknolojinin, gelecek nesillerin kaynak ihtiyacını zedelemekten mevcut neslin ihtiyaçlarını karşılamada anahtar bir rolü vardır (Jasiulewicz - Kaczmarek & Gola, 2019, s. 91). Sürdürülebilirliği artırmada kullanılan teknolojiler hakkındaki araştırmaların çoğu, enerji üretimi, ulaşım ve tarım gibi iklim üzerinde mühim etkisi olan sektörlerle ilişkili teknolojilere odaklanmaktadır (Folke vd., 2020, s. 26).

Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 2015 yılında yayınlanan “2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi” hedeflerinden biri, endüstriyel süreçlerde kaynakların daha verimli kullanılması ve yenilikçi teknolojiler yardımıyla daha çevreci olmaları için sektörlerde modernleşmeyi teşvik etmektir (Ortiz vd., 2020, s. 34).

Gelişen pazarlarda tedarik zinciri performansları yüksek olan şirketler, düşük performanslı olanlara göre teknolojiyi kullanmaya daha eğilimlidirler. Bunun sebebi, bu pazarlarda yüksek performanslı şirketlerin iki yıl içinde en az %20 büyümeye olasılığı diğerlerine nazaran iki kat daha fazladır (Ginocchio vd., 2019, s. 32).

Tedarik zincirinde sürdürülebilirlik, yazarlar tarafından LARG (lean, agile, resilient and green) olarak kısaltılan yalın, çevik, esnek ve yeşil kavramlarına dayanmaktadır (Ramirez-Peña vd., 2020, s. 2).

Ortiz vd. (2020) Tablo 4’ te görüldüğü gibi çevresel performansı su kullanımı, malzeme kullanımı, enerji kullanımı, atık ve emisyon olmak üzere beş kategoriye ayırmıştır. Tablo 4 ise sürdürülebilirlik göstergesinin çevresel performans yönlerine ek olarak sunulmuştur (Ortiz vd., 2020, s. 34).

Tablo 4: Çevresel Performans Yönleri

Su kullanımı	Toplam su tüketiminde azalma
	Geri dönüştürülmüş su kullanımı yüzdesinde artış
Malzeme kullanımı	Malzeme yoğunluğunda azalma
	Hammadde kullanım yüzdesinde azalma
	Geri dönüştürülmüş/yeniden üretilmiş/ yeniden kullanım malzemeleri kullanımında artış
	Zararlı malzeme kullanım yüzdesinde azalma
Enerji kullanımı	Toplam enerji tüketiminde azalma
	Yenilebilir enerji kullanım yüzdesinde artış
	Enerji tasarrufu yüzdesinde artış
Atık	Toplam atık oluşumunda azalma
	Geri dönüştürülmüş/yeniden üretilmiş/ yeniden kullanım atık seviyesinde artış
	Çöplüklere giden atık yüzdesinde azalma
	Zararlı malzeme atığı yüzdesinde azalma
	Su atık yüzdesinde azalma
Emisyon	CO ₂ emisyonunda azalma
	Sera gazı emisyonlarında azalma

Kaynak: Ortiz vd., 2020, s. 34

Tedarik zincirleri yapısı dolayısıyla çevreye zarar verebilecek çeşitli faaliyetleri de içermektedir. Bu faaliyetler, tedarik zincirinin yukarı ve aşağı akışını, organizasyonu, geri dönüşüm işlemlerini de içermektedir. İleri teknolojiler, tedarik zinciri faaliyetlerinin uygulanmasında oldukça önemli bir yere sahiptir (Sarkis vd., 2020, s. 6). Bu teknolojiler kaynak verimliliğini artırırken, akıllı çözümler ile enerji tüketimi azaltılmakta, rotalama ve kapasite kullanımı iyileştirilmektedir. Ayrıca, tedarik ağı verilerine şeffaf erişim sağlanmakta ve ürün yaşam döngüleri optimize edilmektedir. Örneğin RFID (PSS teknolojisi) teknolojisi bir ürün hakkında veri toplanmasını ve gerektiğinde geri dönüş akışının kolaylaştırılmasında kullanılabilmektedir (Antikainen vd., 2018, s. 46). İşbirliğine dayalı üretim yönetiminin (Ghobakhloo, 2020, s. 10), dijitalleşmenin ve akıllı çözümlerin uygulanmasının üretkenlik, kaynak verimliliği ve atık azaltımı üzerinde olumlu etkisi olacağı düşünülmektedir (Mastos vd., 2020, s. 2).

Teknolojinin tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkileri alanında birçok çalışma yapılsa da dijital teknolojilerin yeşil tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar yetersizdir. Sony (2019), çalışmasında dijital teknolojilerin yeşil tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada dijital teknolojiler, tedarik zinciri yönetiminde ortak bir iletişim noktası oluşturmak, bilgi ulaşılabilirliği ve şeffaflığı sağlamak, zincir verilerine dayalı kararlar alınmasına yardımcı olmak ve aktörler arası işbirliği kurmak amacıyla kullanılan teknolojiler olarak tanımlanırken, bu teknolojilerin tedarik zincirindeki işlevsel rolü “işlem yürütme, işbirliği ve koordinasyon, karar desteği” olmak üzere üç kısımda ele alınmıştır. Yeşil tedarik zinciri ise, tedarik zincirinde yapılan yeniliklerin iç çevre yönetimi, yatırım geri kazanımı, yeşil satın alma, müşteri işbirliği ve çevreci tasarım sürecinde çevre açısından ele alınması olarak ifade edilmiştir (Sony, 2019, s. 239).

Bilgi teknolojileri ve veri analitiği alanındaki gelişmeler, şirketlerin gerçek zamanlı olarak bilgiye ulaşmalarını mümkün kılmaktadır. Bu durum, çevresel uyum ve denetim programlarında kurum içi ortamın yönetilmesinde teknolojiden faydalanmanın önemini açığa çıkarmaktadır (Sony, 2019, s. 242).

RFID, GPS gibi teknolojiler ise tedarik zinciri boyunca envanter akışını izleme ve yönetme imkanı sunmaktadır. Bu ve benzeri sonuçlar dijital teknolojinin iç çevre ve yatırımın geri kazanılması noktasındaki olumlu etkisini göstermektedir (Enyoghasi & Badurdeen, 2021, s. 12).

Tasarım ve işleme aşamalarında tüketilen malzeme ve enerji miktarını azaltmada kullanılan teknolojiler ise malzeme dengesinin sağlanmasına ve kontrol edilmesine yardımcı olmaktadır (Enyoghasi & Badurdeen, 2021, s. 12).

Tersine lojistik süreçlerinde ürünlerin bileşen parçalarının yeniden tasarlanmasında, haritalanmasında ve teknik özellik gibi bilgilerin paylaşılmasında dijital teknoloji kullanımının önemi oldukça büyüktür. Dolayısıyla, dijital teknolojilerin ürün ve süreçlerin eko-tasarımına yardımcı olduğu görülmektedir (Sony, 2019, ss. 247-248). Burada dikkat edilmesi gereken hangi teknolojinin nerede kullanılacağını bilmek ve

buna uygun yol haritaları geliştirmektedir. Örneğin, ürün sürdürülebilirliğinden ziyade süreç sürdürülebilirliği hedefleniyorsa, IIoT teknolojisi VR/AR'den daha önemli olmaktadır (Enyoghasi & Badurdeen, 2021, s. 12).

Nesnelerin interneti, büyük veri, veri madenciliği gibi yenilikçi teknolojiler, sürdürülebilir bir endüstri oluşturmak, yeni iş modelleri yaratmak, tedarik zincirinde değer elde etmek ve döngüsel ekonomi için oldukça faydalı olabilmektedir. Dijital teknolojiler ile oluşturulan akıllı ve entegre bir sistem, ürün performansının takip, kontrol, analiz, optimizasyon ve veri toplama aşamalarına katkı sağlamaktadır. Ürün konumuna ve bilgisine gerçek zamanlı erişim sağlanması, kullanım ömrü sonunda tersine lojistik faaliyetlerinin uygulanmasına yardımcı olmaktadır (Antikainen vd., 2018, s. 45). Büyük miktarda verinin doğru ve etkili analizini gerçekleştirmesi, bilgi ve malzeme akışını sağlaması (Ajwani-Ramchandani vd., 2021, s. 4) ve örgütsel hedef ile stratejik uyum içinde olması, yenilikçi teknolojilerin çevresel sürdürülebilirlik kararları alınmasında önemini artırmaktadır. Çünkü sürdürülebilir bir ekonomi talebinin artması, endüstrilerin modernleşmesini gerektirmektedir (Calza vd., 2020, s. 7).

Penske Lojistik tarafından kullanılan ClearChain teknolojisi, tedarik zinciri şeffaflığını artırır, optimizasyonu iyileştirir ve iş süreçlerini geliştirir. ClearChain, birden çok veri akışının sağlandığı ve bilgilerin müşteriler tarafından hızla ulaşılabildiği, kolay erişilebilir bir platform üzerinde kuruludur. Bu Penske platformunda, gerekli bilgilere doğru, hızlı, zamanında ve güvenli şekilde ulaşılabilmektedir. Ayrıca, gerekli durumlarda veri kurtarma operasyonları gerçekleştirilebilmektedir. Penske, GPS, elektronik veri alışverişi ve elektronik yerleşik kaydedicilerden yararlanarak bilgilere ulaşabilmektedir. Bilgi teknolojilerindeki müşteri verileri ile Penske platformu arasındaki bağlantının sağlanmasında ClearChain teknolojisinden faydalanılmaktadır. Bu teknoloji, bilgilerin tek bir platformda toplanmasında ve kullanıcılara ulaştırılmasında oldukça önemlidir (*ClearChain Technology Suite*, 2016). Firma, bu uygulama sayesinde CO₂ emisyonlarını %27, NOX emisyonlarını %65 ve partikül madde emisyonlarını %86 azaltmıştır (gram/ ton mil bazında) (*75 Green Supply Chain Partners - Inbound Logistics*, t.y.).

Amerika Birleşik Devletleri'nde internete dayalı tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının işletmelerde kullanım seviyesini ölçmek için yapılan bir araştırmaya göre; işletmelerin %56,2' si işletme lojistiği, %50,7' si sipariş verme, %45,2' si tedarikçi ve müşteri ilişkileri, %42,5' i müşteri hizmetleri, %30,1' i stok yönetimi, %12,3' ü üretim planlaması alanında internet tabanlı tedarik zinciri kullanmaktadır. E-tedarik uygulamalarının firmalara; kaynak döngü süresinde %25-30 azalma, pazara giriş süresinde %10-15 iyileşme ve malzeme maliyetlerinde %5-20 oranında azalma gibi birçok yararı bulunmaktadır (Öztürk, 2016, s. 19).

Yenilikçi teknolojilerin çevresel sürdürülebilirlik açısından birçok faydası olsa da, akıllı cihazların tüm yaşam döngüsü boyunca etkileşim halinde kalmasının ileride önemli derecede ek enerji ihtiyacı doğuracağı tahmin edilmektedir. Özellikle teknolojiye dayalı tasarlanmış üretim sistemlerinde kurulan veri merkezlerinin veri toplama, işleme, dağıtım süreçlerinde yüksek enerji kullanımı kaçınılmazdır. Her ne kadar yeşil enerji kullanımı artırılmaya çalışılsa da gelecekte endüstrilerin enerji talebini karşılayıp karşılayamayacağı net olarak bilinmemektedir. Bu sebeple, teknoloji kullanımı ile sağlanan enerji tasarrufları yine Endüstri 4.0 teknolojilerinin ek enerji talebi ile dengelenmelidir (Birkel & Müller, 2020, s. 11).

3.2. Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullanılan Yenilikçi Teknolojiler

Artan tüketici bilinci karşısında birçok firma sosyal ve çevresel sorumluluğa odaklanmaya başlamıştır. Bu durum olumlu bir marka imajı oluşturmaya, kaynak ve malzeme kullanımını azaltmaya, yasalarla daha uyumlu olmayı, tedarik zinciri yönetimi ve lojistik faaliyetlerini iyileştirmeyi gerektirmektedir. Firmalar, bu sorunları çözmek için birçok teknolojiden faydalanmaktadır. Anthony M. Pagano ve Matthew Liotine (2020), sektör araştırmalarına dayanarak bu teknolojileri “olgunlaşan teknolojiler, büyüme teknolojileri, gelişen teknolojiler, katlanan teknolojiler olmak üzere 4 ayrı kategoride ele almıştır (Pagano & Liotine, 2020):

Olgunlaşan teknolojiler (Maturing Technologies), hizmet ve verimliliği iyileştirmeyi amaçlamaktadır: Optimizasyon yazılımı, sensörler/telematik, bulut bilişim, veri ambarı ve entegrasyon, otomatik depolama (AS) ve erişim.

2015 yılında yaklaşık olarak %20 oranında benimsenen büyüme teknolojilerinin (Growing Technologies), sonraki 35 yıl içinde istikrarlı olarak büyümesi beklenmektedir. Bu teknolojiler; hareketlilik (mobility), giyilebilirlik (wearability), veri analizi ve sosyal medyadır.

Gelişen teknolojiler (Emerging Technologies), tedarik zinciri ve lojistik faaliyetlerinde beklenmedik değişikliklere sebep olduğundan yıkıcı teknolojiler olarak da bilinmektedir. 3D baskı, dronlar, tedarik zinciri yönetimi ve lojistik alanında kullanılan otonom araç teknolojileri gelişen teknolojiler içinde yer almaktadır.

Katlanın teknolojiler (Exponential Technologies), tedarik zinciri yönetiminde kullanılmaya yeni başlayan teknolojilerdir. Blockchain, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, öğrenen makineler bu yeni teknolojilerdir.

Boston Consulting Group'a (2015) göre bilgi akışları, makineler, insanlar ve tüm aktörler arasındaki ilişkilerin entegre olduğu bir sistem oluşturmada kullanılan teknolojilerin temeli Endüstri 4.0'a dayanmaktadır. Endüstri 4.0 bünyesinde yer alan bu 9 teknoloji şunlardır (*Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, 2020):

- Büyük Veri ve Analitik- Big Data and Analytics
- Otonom ve İşbirlikçi Robotlar- Autonomous and Collaborative Robots
- Simülasyon- Simulation
- Yatay ve dikey entegrasyon- Horizontal and vertical integration
- Nesnelerin Endüstriyel İnterneti (IoT)- The Industrial Internet of Things (IoT)
- Siber güvenlik- Cybersecurity
- Bulut- Cloud

- Katmanlı üretim- Additive manufacturing
- Artırılmış gerçeklik- Augmented reality

Ortiz vd. (2020) ise anahtar yenilikçi teknolojileri şöyle sıralamıştır: Siber fiziksel sistemler, bulut üretim, büyük veri analizi, artırılmış gerçeklik, konum algılama, endüstriyel nesnelerin interneti ve katmanlı üretim (Ortiz vd., 2020, s. 32).

MHI ve Deloitte (2018) firmalarının yaptığı anket çalışması sonucunda küresel tedarik zincirinde en çok etkili olan 5 yeni inovasyon ise şunlardır: Robotik ve otomasyon, tahmine dayalı analitik, IoT, yapay zeka, sürücüsüz araçlar/ dronlar. Bunlarla beraber, 3D, Blockchain, Bulut bilgi işlem ve depolama, giyilebilir ve mobil teknoloji, sensörler ve ağ tanımlama, envanter ve ağ optimizasyonu teknolojileri öne çıkan diğer teknolojilerdir (*The 2018 MHI annual industry report—overcoming barriers to NextGen supply chain innovation*, 2018, s. 6).

Gartner (2018), tedarik zincirinde önemi artan 8 teknolojiyi ve bu teknolojilerle nasıl rekabet avantajı elde edilebileceğini belirlemiştir. Tedarik zincirinde trend olan teknolojiler: Artificial Intelligence (yapay zeka) , Advance analytics (gelişmiş analiz), Nesnelerin interneti, Intelligent things (akıllı nesneler), conversational systems (konuşma sistemleri), Robotik süreç otomasyonu, Gerçeklik teknolojileri (AR/ VR), Blok zincir (*Gartner Top 8 Supply Chain Technology Trends for 2018*, t.y.).

Manavalan ve Jayakrishna (2019) tarafından belirlenen, endüstriyel üretimi değiştiren teknolojiler Tablo 5’ te gösterilmiştir (Manavalan & Jayakrishna, 2019, s. 936):

Tablo 5: Endüstriyel Üretimi dönüştüren teknolojiler (Endüstri 4.0)

Teknoloji	Tanım
Büyük veri tabanlı kalite yönetimi	Geçmiş verilere dayanan algoritmalar, kalite sorunlarını tespit eder ve ürün hatalarını azaltır.
Siber güvenlik	Siber güvenlik önlemleri, endüstriyel yönetim süreçleri ve sistemlerini dijital olarak birbirine bağlayan yeni güvenlik açıklarını ve zorlukları tanıdığı için yüksek önceliğe sahiptir.
Otomatik koordineli üretim	Otomatik olarak koordine edilen makineler, kullanımlarını ve çıktılarını optimize eder.
Akıllı tedarik bağlantısı	Daha iyi tedarik kararları alınmasını sağlayan tedarik ağının izlenmesi.
Kendi kendine taşınan araçlar	Endüstride mantıklı bir şekilde kullanılan tam otomatik ulaşım sistemleri.
Artırılmış iş, bakım ve onarım işlemleri	Bakım rehberliğini, uzaktan desteği ve servisi kolaylaştıran yeni ortaya çıkan yöntem.
Yalın modernizasyon	Yalın otomasyon, esneklik sağlar ve tüm makine yelpazesi için gereksiz üretim çabasını ortadan kaldırır.
Katmanlı üretim	Ürünler, ürün geliştirme maliyetini azaltan 3D Yazıcılar kullanılarak oluşturulur.
Üretim operasyonları simülasyonu	Simülasyon, optimizasyon uygulamalarını kullanarak montaj hattının optimize edilmesine yardımcı olur.
Bakım bulut hizmeti	Üreticiler bir üründen ziyade bakım hizmetleri sunmaktadır. Uygun üretim ayrıntılarını ve işlemeyi kaydetmek için özel bulutlar oluşturun
Düz ve Hiyerarşik sistem entegrasyonu	Gerektiğinde süreci otomatikleştirerek SC ortakları SC ortakları arasında sorunsuz tedarik zinciri koordinasyonunun yanı sıra çapraz işlevli departmanları entegre edin
Robot destekli üretim	Esnek, akıllı robotlar, montaj ve paketleme gibi işlemleri bağımsız olarak gerçekleştirir.
IIoT	Bu teknoloji, Akıllı Fabrika ve tedarik zinciri ile etkileşim ve iletişim kurmak için donatılmış endüstri 4.0'ın önemli bir parçasıdır.
Sezgisel kestirimci bakım	Ekipmanın uzaktan izlenmesi, arıza öncesi onarıma izin verir.

Kaynak: Manavalan & Jayakrishna, 2019, s. 936

Otonom Robotlar: Çevresini algılayabilen, karar mekanizmasına sahip, iletişim becerisi olan, üretimde uygulanabilir ve yapay zeka teknolojisine dayalı robotik sistemlerdir. Bu teknolojinin, özellikle üretimde sabit konumlandırma yerine ihtiyaca göre yer değiştirebilecek ve üretim hattı başında durabilecek robotları ortaya çıkarması beklenmektedir (Kayapınar, 2017, s. 7).

Otomatik depolama ve erişim sistemleri (Automated storage and retrieval systems): Malzemelerin yüksek duyarlılıkla doğru ve hızlı işlenmesini, depolanmasını ve geri alınmasını sağlayan otomatik donanımların ve kontrollerin bir entegrasyonudur. Bu sistemler, küçük ve basit depolama yapılarından tedarik zincirine entegre edilmiş bilgisayar temelli sistemlere kadar birçok noktada yer almaktadır (Pagano & Liotine, 2020, s. 24).

Sosyal medya: Web 2.0' a dayalı tek yönlü bilgi paylaşımının, çift taraflı ve eş zamanlı olmasını sağlayan medya sistemidir. Bununla birlikte, kişilerin zaman ve mekan sınırlaması olmaksızın İnternete dayalı yaptıkları paylaşımların bütünüdür (Özkoyuncu, 2010, s. 62).

Blockchain: Zincirde yer alan bir aracı, blok zincirine eklenerek yeni bir işlem başlatır. Zincirdeki diğer düğümler, bu yeni başlatılan işlemi, önceden belirlenmiş prosedürlere uygunluğu açısından doğrular ve denetler. Daha sonra bu yeni işlem, zincire yeni bir blok olarak eklenir (Saber vd., 2019, s. 2118). Başka bir ifadeyle, eşler (p2p) arası bir ağda verilerin paylaşıldığı, dağıtılmış bir veri yapısıdır. Ağ içinde yer alan üyeler ve düğümler (nodes), dağıtılan her bir verinin kopyasına sahiptir ve merkezi bir kontrol olmadan önceden tanımlanmış prosedürleri takip ederek bu verileri iletir ve doğrular. Bu ağ, merkezi veya merkezi olmayacak şekilde tasarlanabilmektedir. Eğer birincil karar verici bir merkezi varlıksa bu ağ merkezileştirilmiştir ancak birden fazla kullanıcının karar verme yetkisi varsa bu ağ merkezi değildir (Esmaeilian vd., 2020, s. 3).

Akıllı sensörler: Bu teknoloji, mobil cihazlarda, makinelerde veya bilgisayarlarda bulunan sistemler aracılığıyla gerekli bildirimleri bağımlı/ bağımsız şekilde çalışanlara iletebilmektedir. Bu sensörler, sistemin belirli aralıkların dışına çıkması veya hata içermemesi gibi durumlarda harekete geçecek şekilde programlanabilmektedir (Ortiz vd., 2020, s. 38).

Nesnelerin İnterneti (IoT): İnternete dayalı olarak, birbirinden bağımsız ve uzak sensörlerden gelen verileri kullanarak ortamdaki fiziksel nesnelerin kontrol edilmesidir.

Diğer bir ifadeyle, kablosuz ağların internet ile entegrasyonudur. IoT' nin üç temel bileşeni vardır: donanım, ara yazılım ve sunum (hardware, middleware, presentation). Sensörler, aktüatörler ve gömülü sistemler donanımı oluştururken, depolama ve veri analizi araçları ara yazılımı meydana getirmektedir. Sunum bölümü ise farklı kanallardan ulaşılabilen ve çeşitli uygulamalar için tasarlanabilen görselleştirme ve yorumlara araçlarında oluşmaktadır (Bag vd., 2018, s. 11).

Konum algılama sistemleri (Location detection): Bir kullanıcının veya nesnenin fiziksel olarak konumunu tanımlamayı sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler, kapsadığı alan, doğruluk ve maliyet gibi noktalarda değişiklik gösterse de her biri endüstri kaynaklarının ve süreçlerinin daha iyi optimize edilmesini, kontrol edilmesini ve doğru yönlendirilmesini sağlamaktadır (Ortiz vd., 2020, s. 33). Böylelikle, endüstriler daha çevik ve esnek bir yapıya sahip olabilmektedir. Özellikle lojistik sürecinde doğru konumların tanımlanması, yanlış teslimatlar ve verimsiz rotalamaya engel olabilir (Ortiz vd., 2020, ss. 38-39).

Büyük veri analitiği: Çeşitli, büyük ölçekli ve karmaşık verilerden büyük ve gizli değerleri ortaya çıkarmak için yeni entegrasyon formları gerektiren teknolojiler ve tekniklerdir (Calza vd., 2020, s. 2). Diğer bir ifadeyle büyük veri, ulaşılan sonuçları depolamak, düzenlemek, modellemek ve diğer veri kaynaklarından çeşitli uygulama alanlarına iletmek için ihtiyaç duyulan kullanıcılar, hizmetler, yüksek kapasiteli ağlar ve uygulamalardan meydana gelen birbirine entegre ve katmanlı bir sistemi içermektedir (Chalmeta & Santos-deLeón, 2020, s. 4).

Bulut: Farklı noktalardan sensörler aracılığıyla veriye ulaşır ve kullanıcıların anlayabileceği web tabanlı bir görsel sağlamak için verileri analiz eder ve yorumlar. Sanal depolama teknolojileri temelli yeni nesil veri merkezleri, bulut bilişimin daha güvenilir hizmet sunmasını sağlarken, gelişmiş veri yönetimi ve depolama süreçleri dijitalleşmeyi artırmaktadır. Bulut veri merkezlerine donanım/ yazılım eklemek veya kaldırmak mümkün olduğundan dinamik bir yapısı vardır (Bag vd., 2018, s. 11).

Akıllı sistem uygulaması: Dijitalleşme, otomasyon, yapay zeka ve robotik geliştirme süreçleri ile bağlantılı uygulamalardır. Bu sistemler, sensörlerin, verilerin ve kablosuz teknolojilerin entegre halinde uygulama alanına adapte ve dinamik bir yapı içinde olmalarını sağlamaktadır. Öğrenen, kaydeden, deneyim elde eden, verilere dayalı tahminde bulunan ve kendi kendini kontrol eden teknolojileri içermektedir (Vrchota vd., 2020, s. 27).

Siber fiziksel sistemler (CPS): Yapılan işlemlerin, bilgi işlem ve iletişim sistemleri aracılığıyla takip edilebildiği, kontrolünün sağlandığı ve entegre edilebildiği fiziksel ve mühendislik sistemleri olarak tanımlanabilir. Sensörler, iletişim cihazları, aktüatörler ve kontrol işlem birimleri gibi bir dizi ağ aracından oluşan bu sistemler, fiziksel ortam ile etkileşimi içermektedir (Barreto vd., 2017, s. 1247).

Katmanlı üretim (Additive manufacturing): 3D tasarımlar ile fiziksel nesneler oluşturulmasını sağlayan teknolojidir (Muthukumarasamy vd., 2018, s. 517).

AR/ VR: Artırılmış gerçeklik, gerçek ortamdaki nesnelerin dijital ortama aktarılmasını sağlayan bir bilgisayar grafik tekniğidir. İş süreçlerinin yönetilmesi, lojistik rotaların değerlendirilmesi, bilgi iletimi, ürünlerin incelenmesi gibi birçok farklı noktada kullanılabilmektedir (Ortiz vd., 2020, s. 32). Sanal gerçeklik ise bilgisayarlar aracılığıyla oluşturulan grafikler ile sanal bir dünyanın inşaa edilmesidir. Kullanıcı, bu sanal ortamı algılayabildiği gibi içerisindeki sanal nesneler ile etkileşim kurabilmektedir (Gunal, 2019, s. 11).

IIoT: Endüstriyel nesnelerin interneti, akıllı ağ, siber fiziksel sistemler, bulut bilişim platformunu içeren, endüstri süreçlerindeki verileri eş zamanlı olarak yönetebilen ve üretim değerinin optimizasyonunu sağlayan bir sistemdir. Bu sebeple IIoT, endüstrideki aktörler ile eş zamanlı bilgi alışverişinde bulunmak, veri ve iletişim entegrasyonu sağlamak açısından anahtar bir teknolojidir (Ortiz vd., 2020, s. 33).

Simülasyon: Gerçek ortamda bulunan bir sistem veya sürecin bilgisayarlar aracılığıyla modellenerek taklit edilmesi olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifadeyle fiziksel ortamın sanal ortama aktarılmasıdır. Özellikle ürün tasarım ve geliştirme süreçlerinde çalışmaların sanal ortamda yapılması ve test edilmesi maliyet, zaman, malzeme, kaynak kullanımı açısından tasarruf sağlamaktadır (Arslan & Delican, t.y., s. 19).

Yatay ve dikey entegrasyon: Dikey entegrasyon, bir fabrikadaki tüm sistemlerin, bilgisayarların, araçların, bölümlerin birbirleriyle iletişim halinde olması ve üretim sistemleri ile ürünlerin hiyerarşik yapılandırılması gerektiği anlamına gelmektedir. Dikey entegrasyon, fabrikadaki sistemleri birbirine bağlamak, iletişimlerini sağlamak ve onları merkezi olarak yönetmek ile ilgilidir (Gunal, 2019, ss. 9-10). Yatay entegrasyon ise, firmanın kendi dışında yer alan tedarikçiler, finans kuruluşları, dağıtıcılar, üreticiler gibi aktörlerle etkileşimini sağlamaktadır. Yatay entegrasyon, değer ağları üzerinden işletmeler arası işbirliği sağlamak ile ilgilidir (*Akıllı Fabrika*, t.y.).

Russell, tedarik zincirini destekleyen bilgi sistemlerini dört kategoriye ayırmıştır: (1) Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) yazılımı; tüm faaliyetlerde işlem girişleri yapar ve kurumsal genişlikte bir veri tabanına gerçek zamanlı erişim sağlar, (2) Elektronik veri değişimi (EDI) veya İnternet bağlantısı; paydaşların kararlar ile ilgili verilerini yukarı ve aşağı tedarik zincirinde paylaşarak bağlantılı bir iş ağı oluşturmaya yardımcı olur, (3) Elektronik ürün kodu (EPC); radyo frekansı tanımlama (RFID), barkod tanımlama, optik tarama teknolojilerini içermektedir. Ürün, araç, palet etiketlemesi yaparak tedarik zinciri izlenilebilirliğini geliştirmektedir. Tedarik zinciri analizi (SCA); Kapasite, müşteri ve malzeme talep değişimleri, taşıyıcı ve dağıtım merkezi duyarlılıkları gibi performans ölçütlerini değerlendiren ve iyileştiren bir yazılımdır (Russell, 2007, ss. 59-60).

Enyoghasi ve Badurdeen, bireysel Endüstri 4.0 teknolojilerini ve bunların sürdürülebilir üretim üzerindeki etkilerini ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan karşılaştırmalı olarak analizini yapmışlardır. Bu incelemede, sistem, ürün ve üretim süreçlerindeki sürdürülebilirlik ölçümüne dayalı bir çerçeve uygulamışlardır. Buna göre, Endüstri 4.0

teknolojilerinin bu ölçümler üzerindeki etkisinin çevresel sürdürülebilirlik açısından etkisi Tablo 6’ da yer almaktadır (Enyoghasi & Badurdeen, 2021, ss. 8-9-10):

Tablo 6: Endüstri 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirlik açısından etkisi

ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ	SİSTEMLER ÜZERİNDEKİ ETKİ	ÇEVRESEL ETKİ				
		Malzeme kullanımı/ Verimliliği	Enerji Kullanımı/ Verimliliği	Su kullanımı/ Verimliliği	Atık ve Emisyon	Ürün kullanım sonu
Büyük veri analitiği	Artan talep tahmini doğruluğu	x	x	x		
VR/ AR	Yüksek vasıflı iş gücü ile verimli organizasyon yapısı					
Optimizasyon/ simülasyon	-Talep planlaması ve aşırı üretim güvenliğinde artış -İyileştirilmiş envanter yönetimi	x	x	x	x	
	ÜRÜNLER ÜZERİNDEKİ ETKİ	Malzeme Kullanımı/ Verimliliği	Enerji Kullanımı/ Verimliliği	Atık Ve Emisyon	Ürün Kullanım Sonu	
Büyük veri analitiği	Düşük ürün ömrü sonu işleme maliyeti Optimum ürün yaşam döngüsü iyileştirmesi			x	x	
VR/ AR	-Geliştirilmiş kusur algılama -Gelişmiş ürün yaşam döngüsü veri toplama, ürün yönetimi, izleme ve tutarlılık bakımı -Üretim öncesi ürün genelinde uygumluluk ve değişiklik ihtiyaçlarının iyileştirilmiş kontrolü					

Optimizasyon/ simülasyon	Tahmine dayalı teşhislere dayalı gelişmiş ürün performansı				
Katmanlı üretim	-Pazara sunma süresini ve hızını azaltan Ar-Ge -Sürdürülebilir ürün farkındalığında artış -Artan ürün kalitesi -Ürün ve bileşen montajı ihtiyacında azalma -Karmaşık, hafif ürün tasarımlarının özelleştirilmesinde iyileşme	x	x		
	ÜRETİM SÜREÇLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİ	Enerji Tüketimi	Atık Yönetimi	Çevresel Etki	
Büyük veri analitiği	Şeffaf kaynak tüketimi	x		x	
VR/ AR	-Proses kalitesi iyileştirme sonucunda üretim prosesi kararlılığında artış -İşçi eğitim verimliliğinde artış				
Optimizasyon/ simülasyon	-Optimum üretim bileşeni kullanımı -Kaynak tüketimi verimliliğinde artış	x		x	
Katmanlı üretim	-Üretim aşamalarında bekleme sürelerinde azalma -Manuel operasyonların zorlanma ve görev karmaşıklığında azalma				

Bulut bilişim	Esnek üretim süreci planlaması		x	
İlot	-Gelişmiş üretim kararları -Proses izleme, kestirimci bakım -Makine durma/değişim sürelerinde azalma -Daha az kusurlu mal ve optimize edilmiş süreçler sonucunda malzeme maliyetinde azalma		x	

Kaynak: Enyoghasi & Badurdeen, 2021, ss. 8-9-10

3.2.1. Yeşil Satın Alma Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı

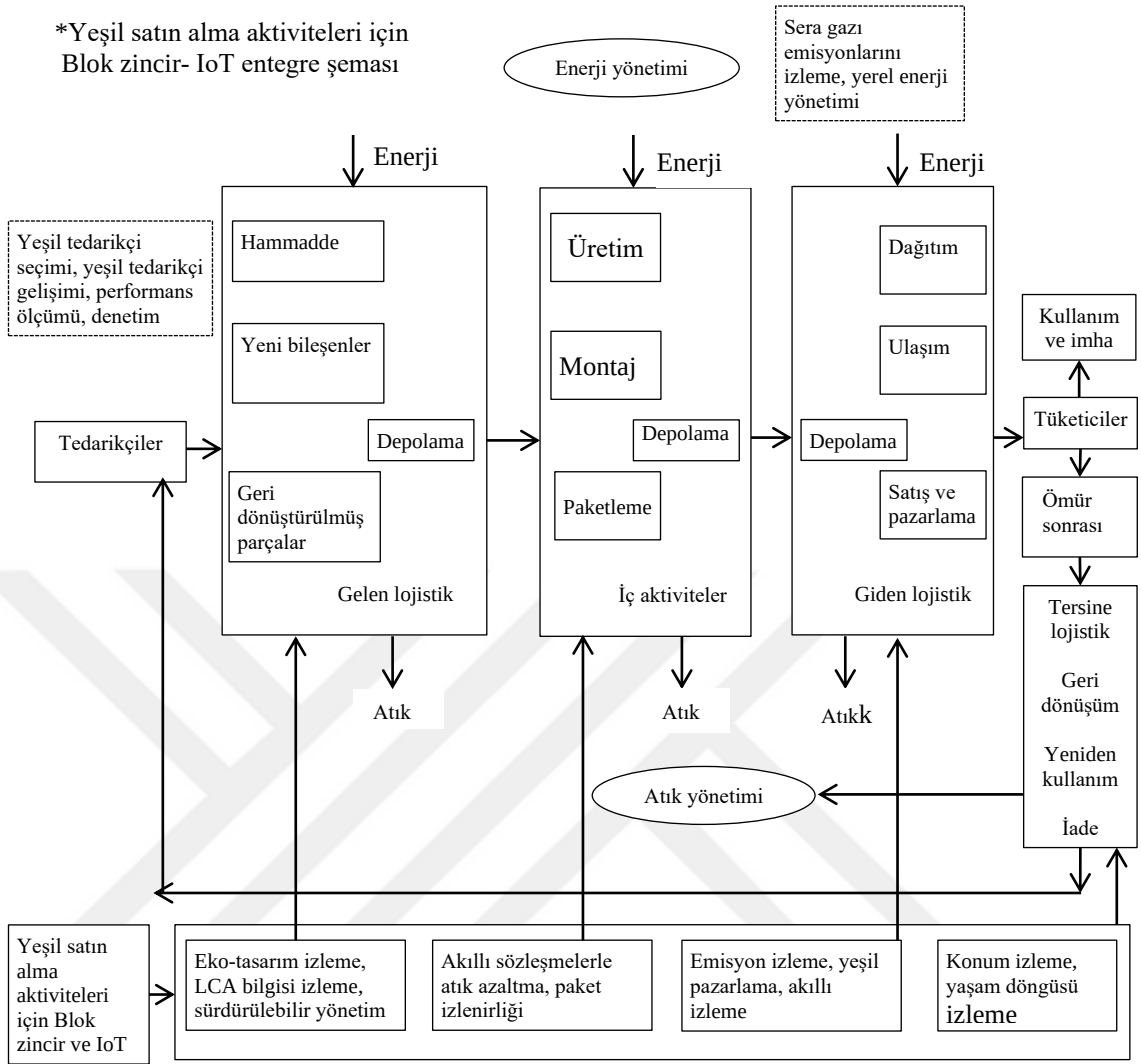
Tedarik sistemleri, değişen müşteri talep ve ihtiyaçları ile ortaya çıkan yeni organizasyonel ihtiyaçlar doğrultusunda aşamalı olarak gelişme göstermiştir. Tedarik 1.0, tedarikçiler ile temel seviyede ilişkilerin kurulduğu ve maliyet düşürmeye odaklanılan dönemdir. Satın almanın öneminin anlanmaya başlaması ile firmalar, tedarikçileri ile daha iyi ilişkiler kurabilmek için tedarikçi ilişkileri yönetimi kavramını ortaya çıkardılar. Gerçeğe uygun değer elde etmek ve tüketim malzemelerini yönetmek amacıyla işbirlikçi ilişkilerin geliştirildiği bu dönem Tedarik 2.0 olarak adlandırılmaktadır. Teknolojilerin de gelişmesiyle, e-tedarik sistemlerine dayanan ve çoklu şirket yapısıyla bütün satın alma döngüsünü yöneten Tedarik 3.0' a geçilmiştir. İçinde bulunduğumuz Tedarik 4.0 ise tedarik zincirleri arasında entegrasyonu sağlayarak tedarik sürecinin dijitalleşmesini kapsamaktadır (Bag vd., 2020, s. 2).

Günümüzde firmaların rekabet avantajı elde etmesinde çevresel sürdürülebilirliğe odaklanarak yeşil uygulamalarını geliştirmelerinin önemi oldukça büyüktür. Sürdürülebilir bir yenilikçi yaklaşım yeşil tedarik alanını da kapsamaktadır. Dolayısıyla firmalar, tedarikçi seçimi, malzeme seçimi ve tedarik sürecinin geliştirilmesi için yenilikçi yeteneklere başvurmaktadır. Temelde yeşil tedarik, geleneksel tedarik yöntemleri için yıkıcı bir değişimdir. Bununla birlikte, satın alma faaliyetlerinin yönetilmesinde yer alan fikirlerin, eylemlerin, teknolojilerin ve kararların

entegrasyonunu gerektirmektedir (AlNuaimi & Khan, 2019, s. 484). Yeşil tedarik zinciri ve çevreci tedarikçiler arasındaki işbirliği mevcut sanayi dönemi için temel taşlardandır. Teknoloji, iletişim mekanizmalarının geliştirilmesine ve zincir boyunca uyumluluğun sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Tedarikçiler ile üreticiler, standart arayüzler ve veri senkronizasyonu ile yakın ilişkiler kurabilmektedir. Tedarikçiler, üretimde çevresel uygulamaların (örneğin, daha az doğal kaynak kullanımı) gerçekleştirildiği esnek bir sistem oluşturulmasına katkı sağlayabilmektedir (Duarte & Cruz-Machado, 2017, s. 261).

Dijital teknolojiler, tedarikçilerin tedarik zincirine entegre edilmesinde anahtar role sahiptir. Ayrıca, organizasyon içinde çevre bilincinin artması ve yeşil satın alma kararları ile sonuçlanmasına yardımcı olmasının yanı sıra yeşil tedarik süreci yönetiminin benimsenmesine katkı sağlayabilir. Bununla beraber, dijital teknolojilerin yeşil satın alma üzerinde olumlu etkisi olduğu bilinmektedir (Sony, 2019, ss. 244-245). Örneğin, stok belirsizliği ortadan kaldırılarak israfı önler, kaynak optimizasyonu ile kaynak tüketimini azaltır, tedarik zinciri şeffaflığı sağlanarak lojistik sürecinde yakıt ve bakım masraflarını düşürür, tersine lojistik süreçlerinde görünürlük ve esneklik sağlar (Bag vd., 2020, s. 12).

Tedarikçi seçimi, yeşil tedarik sürecinin ilk adımıdır. Sürdürülebilir bir tedarik zinciri oluşturmak için tedarikçi ilişkileri yönetiminin geliştirilmesi gerekmektedir. IoT ve blockchain teknolojileri, tedarikçi ilişkilerinin iyileştirilmesinde kullanılan temel teknolojilerdir. Tedarikçilerin tarihsel performansının izlenmesi ve yeşil uygulamalarının takip edilmesini sağlarlar. IoT ve akıllı sözleşmeler, tedarikçilerin aldıkları yeşil kararların ve çevre performanslarının izlenmesini sağladığından, uzun vadeli ilişkiler kurulmasına yardımcı olurlar. Ürün özelliklerinin blockchain üzerine aktarılması, kullanıcıların ürünün üretim yeri, yeşil kalitesi, kullanım ömrü, ters lojistik faaliyetlerine uygunluğu gibi bilgilere erişmesini mümkün kılar (Rane & Thakker, 2019, s. 750). IoT ve Blockchain entegrasyonu, yeşil tedarik sürecinde enerji ve atıkların minimize edilmesine katkı sağladığı gibi tedarikçilerin ve tüketicilerin daha iyi bağlantı kurmasını sağlamaktadır (Rane & Thakker, 2019, s. 755).



Şekil 10: Yeşil Tedarik Aktivitelerinde Blockchain Ve Iot Entegrasyonu

Kaynak: Rane & Thakker, 2019, s. 754

Şekil 10, yeşil tedarik aktivitelerinde Blockchain ve IoT entegrasyonunu göstermektedir. Birçok firma için lojistik ağda sürdürülebilirliğin sağlanması oldukça zordur. Depo ve nakliye seçimi, kirliliği azaltmada kilit faktördür. Blockchain ve IoT, araç takibi, emisyon izlemeyi kolaylaştırmakta ve lojistik politikalarını geliştirmeye katkı sağlamaktadır. Blockchain, çok sayıda aktörle bilgi ve tasarım paylaşımına imkan vererek eko-tasarıma yardımcı olur. Sürücüler ve lojistik firmalarının yeşil uygulamalarının ödüllendirilmesinde kripto para birimleri kullanılabilir. RFID etiketleri ve blockchain kullanılarak ambalaj malzemelerinin geri dönüşümü izlenebilir (Rane & Thakker, 2019, s. 754).

IoT ve kablosuz teknolojiler, malzemelerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü, atıkların toplanması ve yok edilmesi için kullanılan araçların izlenmesini de kapsayan çevresel uygulamaların etkinliğini artırmaktadır. RFID, tedarik zincirinde yüksek görünürlük sağladığından rota düzenleme, taşıma verimliliğini artırma, yakıt kullanımı ve emisyon seviyesini belirleme, taşıt izleme faaliyetlerine yardımcı olmaktadır. Alıcılar ve tedarikçiler, yeşil tedarik süreci ile ilgili verilere gerçek zamanlı olarak ulaşabilmektedir (Rane & Thakker, 2019, s. 743).

Blockchain teknolojisi, güvenli ve aracısız işlem gerçekleştirmek için kaynak paylaşımı yapılan bir platform sunmaktadır. Bu platform, kaynaklarını paylaşan kullanıcılar tarafından bir pazar haline getirilebilir. Tedarikçiler, kullanıcılar arası güven ihtiyacı duymadan aracısız bir bağ ile paylaşım sağlayabilmektedir. Bu durum daha az kaynak kullanımı ve daha az atık ile sonuçlanabilir (Sarkis vd., 2020, s. 8). Blockchain, ürünlerin geçmiş performans ve sürdürülebilirlik verilerini kaydeder ve kullanılabilir hale getirir. Bu veriler, ürünün üretim yeri, miktarı, hamili, kullanım ömrü ve kalitesi gibi özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Ürünün geri dönüşümü, emisyon, karbon ayak izi gibi çevresel etkilerinin izlenmesine olanak tanıyan bu veriler sayesinde müşterilere güvenli ve sürdürülebilir bir tedarik süreci sağlanır (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 7).

Tedarikçi seçimi ve tedarikçi geliştirme programlarının izlenmesini, takip edilmesi, çevresel performanslarının ölçülmesi gibi faydalarının yanı sıra yeşil paketleme ve lojistik bilgi takibi sunması firmanın yeşil etkisini artırmasını sağlamaktadır. Bununla beraber, atık yönetimi ve enerji kullanımı da blockchain ile izlenebilmekte ve firmanın çevresel etkisi minimize edilmektedir (Rane & Thakker, 2019, ss. 742-743). Çevresel performans ile ilgili doğru ve güvenilir veriler, başta yeşil tedarikçi seçimini kolaylaştırmakta ve tüm tedarik zinciri katmanları hakkında bilgiye erişimi sağlamaktadır. Örneğin, tedarikçi geliştirme programlarında Blockchain' den faydalanılabilmektedir. Dell, IBM, Lucent ve Pepsico gibi kuruluşların tedarikçi geliştirme programları binlerce tedarikçiyi kapsamaktadır. Tüm bu tedarikçilerin kaydedilmesi, izlenmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu tedarikçilerin izlenmesi, kuruluşların tedarikçi yeteneklerini geliştirmesinin yanı sıra diğer müşteri grupları ile de paylaşabilmesini mümkün kılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, bu kuruluşların tedarikçilerin

yeşil gelişimleri hakkında bilgi sahibi olmasıyla beraber diğer müşteriler de çeşitli endüstri birlikte aracılığıyla bu bilgilere ulaşabilmektedir (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 6).

Atık yönetimi, yeşil tedarik için kilit bir süreçtir. Bu yüzden tedarikçi seçiminde, tedarikçilerin atık azaltımı ve ters lojistik faaliyet performanslarının dikkate alınması gerekir. Atık azaltma ölçütlerinin performans ölçümüne dahil edilmesi tedarikçilerin hammadde/malzeme kullanımını en aza indirmesini sağlar. Enerji kullanım miktarının takibi, tüm faaliyetler için elektrik, su ve diğer kaynakların kullanımı blockchain ile izlenilebilir. Blockchain ve IoT, sunduğu bilgi paylaşımı sayesinde tüm zincirde şeffaflık sağlayarak emisyon ve atıkların takip edilmesini mümkün kılar (Rane & Thakker, 2019, s. 754).

3.2.2. Yeşil Üretim Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı

Üretimde sürdürülebilirlik, çevreci bakış açısına uygun olarak ürünlerin üretim sürecinin sürdürülebilirliğini ve bu süreçteki maliyetlerin optimizasyonunu kapsamaktadır (Vrchota vd., 2020, s. 28). Sürdürülebilirlik ve dijitalleşme, üretimin her bir aşamasını kapsayan çapraz temalardır. Bu iki yaklaşımın entegrasyonu birçok uygulamada görülmektedir: tersine lojistik faaliyetleri için tasarım; kaynak verimliliği için yalın ve yeşil yönetim; üretim süreçlerinde toksik parça kullanımının kaldırılmasıyla işçiler ve tüketiciler için güvenlik riskinin azaltılmasında sürdürülebilir tasarım (Machado vd., 2020, s. 1465).

Yeşil üretim, akıllı sistemlere ve optimizasyona dayalı atık azaltma tekniklerinin sürece entegre edilmesiyle ürünlerin yaşam döngüsü boyunca kontrolünü sağlamayı amaçlamaktadır. Yeşil üretim, enerji tüketimi, emisyon ve süreç güvenliği için bir çözüm olarak kabul edilmektedir (Mao vd., 2019, s. 997).

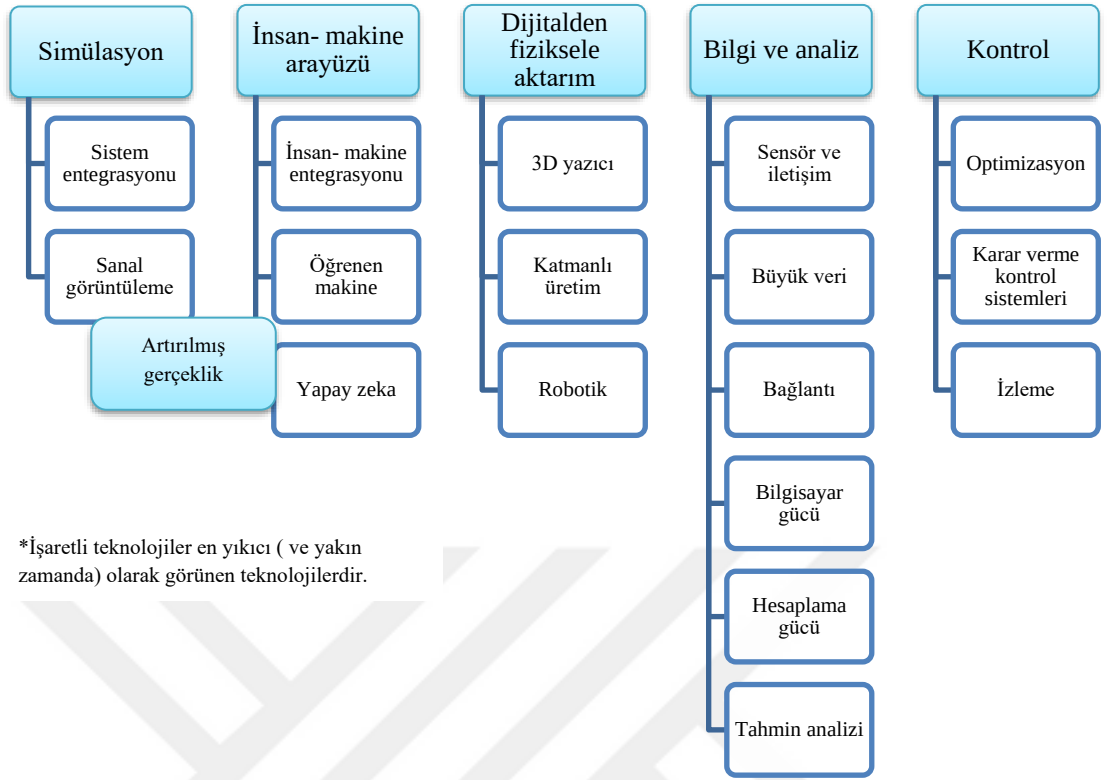
Endüstride dijitalleşme, malzeme verimliliği, üretim sonucu ortaya çıkan atık ve emisyonun azaltılması, enerji sürdürülebilirliği maliyetini ve karışıklığını minimize etmeye yardımcı olmaktadır. Tüketici davranışlarının eş zamanlı olarak analiz edilmesi

ve ürünlerin yaşam döngüsü boyunca ve sonrasında takip edilmesi ise dijitalleşmenin endüstrideki diğer faydalarındandır (Ghobakhloo, 2020, s. 16).

Yöneticilerin dijitalleşme kararlarını desteklemeye yardımcı olan ve çağdaş üretim sistemlerinin tedarik aşamasında kullanılan iki farklı kategoride dijitalleşme teknolojisi önerilmiştir. Birinci kategori İnternet'e dayalı temel teknolojilerden oluşurken ikinci kategori IoT, yapay zeka, öğrenen makine, büyük veri analitiği gibi ileri teknolojilerden oluşmaktadır (Bag vd., 2020, s. 3).

İçinde bulunduğumuz yeni endüstriyel sistem, üretim teknolojileri tarafından yürütülmektedir. Endüstriyel üretimin geleceği üzerinde etkili olan 9 temel teknoloji şunlardır: Otonom robotlar, Simülasyon, Yatay ve dikey sistem entegrasyonu, Endüstriyel IoT, Siber güvenlik, Bulut bilişim, Katmanlı üretim, Artırılmış gerçeklik (Rüßmann vd., t.y.)(Enyoghasi & Badurdeen, 2021, s. 3)(Machado vd., 2020, ss. 1464-1465).

Ellingsen ve Aasland (2019) ise gelişmiş üretim için anahtar teknolojileri göstermek için aşağıdaki şekli (Şekil 11) oluşturmuştur:



Şekil 11: Gelişmiş Üretim için Anahtar Etkinleştirici Teknolojiler

Kaynak: Ellingsen & Aasland, 2019, s. 20

IoT teknolojisi, büyük verilerin toplanmasını ve yönetimini sağladığından yöneticilerin daha etkili kararlar vermesi için kullanılırken, bulut bilişim teknolojisi ulaşım yönetim sistemlerinin hareketliliğini izleyerek karbon ayak izinin ölçülmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı için yapay zeka teknolojilerinden faydalanılmakta ve bilgi teknolojilerinden faydalanarak üretim maliyetleri azaltılmaktadır (Kumar vd., 2021, s. 2).

IoT, tedarik zincirinin tüm süreçlerinde gerçeklik zamanlı olarak şeffaflık sağlamak ve şirketler arası optimizasyonu mümkün kılmaktadır. Üretim aşaması bilgilerine gerçek zamanlı ulaşabilmek, israfın azaltılmasına ve enerji tasarrufuna imkan vererek üretimde verimliliğin artırılmasını sağlamaktadır. Üretim fonksiyonlarının takip edilebilmesi, kalite, zaman, ekoloji, risk ve fiyat açısından dinamik bir yapı oluşturmaktadır. Akıllı hale getirilmiş bu yapıda, gerçek zamanlı üretim planlamalarının yapılması ve üretimin

kendi kendini optimize etmesi mümkün olmaktadır (Duarte & Cruz-Machado, 2017, ss. 259-260).

Endüstriyel Nesnelerin İnterneti, sistemlerin ve sensörlerin takibini yaparak ürün kaybı veya uygun olmayan ürün özelliklerinin algılanamaması gibi durumların doğru ve hızlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayarak ürünün çevre açısından zararının ve ortaya çıkan atığın doğrulanmasına yardımcı olmaktadır (Ortiz vd., 2020, s. 39). Üretim aşamalarının dinamik olarak yapılandırılabilmesi malzeme verimliliğini artırmakla beraber üretimde oluşabilecek kayıpların azaltılmasına ve aşırı üretimi engelleyerek malzeme tasarrufu sağlayabilmektedir (van Erp vd., 2018, s. 15).

IoT, üretim verileri ve enerji tüketim modellerinin analizini yaparak üretim faaliyetlerinde meydana gelebilecek enerji israfının ortadan kaldırılmasını sağlamakta ve enerji verimliliğini artırmaktadır. Örneğin, yöneticiler bilgisayarlar ile atölyedeki makinelerin enerji performansını takip edebilmektedir. Aynı zamanda sensör veya kontrolör ile elde edilmiş sıcaklık, basınç gibi güç tüketimi ve süreç işletim parametreleri öğrenilebilmektedir. Yazılımlar, üretim verileri, süreç yönetimi, iş emri takibi sağlarken sunucular ise veriler, enerji performansı ve ilgili analiz sonuçlarını bir araya getirmekte ve depolamaktadır. Bu bileşenler (Veri toplama, sunucu ve enerji yöneticisi) ise kablosuz ağ aracılığıyla etkileşime girmektedir (Tan vd., 2017, s. 377).

Robotik: Üretim sürecinde kaynak ve enerji kullanımını azaltarak israfı önler. Bununla birlikte süreç hatalarını da en aza indirerek üretimde verimliliği artıran temel bir teknolojidir (Liu & Giovanni, 2019, s. 2).

3D: Firmaların, geleneksel makinelere kıyasla daha az enerji kullanımına, hammadde kullanımının azaltılmasına, biyo-malzeme ve kompostlanabilir malzeme kullanımına imkan sağlamaktadır (Liu & Giovanni, 2019, s. 3).

Kuantum bilişim: Enerji kullanımını tedarik zinciri boyunca optimize edebilme yeteneğine sahiptir. Böylelikle, zincirdeki kaynak kullanımının doğru bilgisine

ulaşılabilmektedir. Firmalar, bu teknoloji ile elde ettikleri veriler doğrultusunda sistemlerini en az miktarda enerji tüketimi olacak şekilde yeniden tasarlamalarına yardımcı olabilir. Özellikle imalat firmaları, üretim süreçlerini optimize etmek ve verimli bir enerji dağıtımını sağlamak için kuantum bilişimden faydalanabilir (Sarkis vd., 2020, ss. 10-11).

Yapay zeka (AI): Yapay zeka, bilgisayar, matematik, psikoloji, bilgi mühendisliği, dilbilim, otomasyon ve felsefe alanlarından elde ettiği bilgileri birleştirmektedir. Bu sebeple bilgisayar bilimi ve otomasyonun anahtar bir parçası olmuştur (Mao vd., 2019, s. 998). Yapay zeka (AI), karmaşık hesaplamaları insanlardan daha hızlı çözmekte, yakıt verimliliği ve teslimat süresini dengeleyerek teslimat rotalarını oluşturmakta ve lojistik sürecinin izlenirliğini sağlamaktadır. Böylelikle karmaşık kararları insanlardan çok daha hızlı ve doğru şekilde verebilmektedir. Örneğin, AI, teslimatı gerçekleştirilecek ürünlerin sayısı, teslimat saati ve süresi, kullanılacak araç tipi gibi bilgileri tanımlamaktadır. AI sistemleri, gerçek zamanlı olarak çalışmaktadır. Dolayısıyla süreçte ortaya çıkan değişikliklere esnek bir şekilde cevap verebilmektedir. Bununla beraber, sürecin nasıl çalıştığını analiz ederek, iyileştirme alternatifleri sunabilmektedir. Firmalar ise çalıştıkları ortakların sürdürülebilir olup olmadıklarını AI ile kontrol edebilmektedir (*Making Green Supply Chain with AI and IoT Solutions*, t.y.).

Artırılmış gerçeklik (AR): AR, üretimin izlenirliğinden yararlanarak üretim sürecindeki kesintileri ve hataları kontrol etmeyi sağlamaktadır. Bu teknolojinin sunduğu simülasyonlar, tasarımcıların, operatörlerin, mühendislerin ve diğer ilgili kişilerin üretim öncesi gerekli adaptasyon ve değişiklik gereksinimlerini yönetebilmesini sağlamaktadır. İşletmeler, planlarını/ tasarımlarını öncelikle sanal ortamda hazırlayıp görüntüleyerek herhangi bir planlama hatası olup olmadığını üretim aşamasına geçmeden (örn; kaynaklar temin edilmeden) fark etmekte ve düzeltici faaliyet yapabilmektedir. Ayrıca AR, farklı ve uzak noktaların da sanal olarak görüntülenmesine imkan verdiğinden istenilen bir noktanın gerçek zamanlı olarak teyit edilmesi sağlanabilmektedir. Böylelikle onarım veya diğer işlemler için karar verme sürecine yardımcı olmaktadır (Ortiz vd., 2020, s. 38).

Blok zincir: Ürünlerin kullanım ömrü boyunca izlenirliğini ve ürünlerin tasarım, üretim, satış, tasarruf ve geri kazanım süreçlerinde ihtiyaç duyulan verilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Ağda yer alan diğer paydaşlar, bu verileri toplayabilmekte, doğrulayabilmekte ve kullanabilmektedir. Blok zincirde yer alan akıllı sözleşme (smart contract), hangi verilerin kim tarafından ve ne zaman toplanacağını, bu verilerin işlem ücreti ve teşvikinin ne olduğunu da belirterek kim tarafından kullanılacağını tanımlamaktadır. Ürün yaşam döngüsü bilgilerinin ağda paylaşılması, sürdürülebilirlik ilkelerinin iş modellerine entegre edilmesine katkı sağlayabilmektedir. Daha şeffaf ve izlenilebilir bir ürün yaşam döngüsü, atık oluşumunun ve emisyonun azaltılmasına yardımcı olabilir (Esmaeilian vd., 2020, s. 8). Ayrıca, kuruluşların üretim faaliyetlerinde işbirliği yapmasına imkan vermektedir. Örneğin, işbirliğine dayalı depo ve depolama alanı paylaşımlarında, ortak depoları koordine etmek ve yönetmek için blok zincirler kullanılabilmektedir. Birden fazla kaynağın bir araya gelmesiyle maliyet ve atık tasarrufu sağlanabilir ve verimlilik artırılabilir (Sarkis vd., 2020, ss. 8-9).

Blok zincir, küresel çevre yönetim sistemleri (EMS) için kritik olan sertifikaların alınması ve sürdürülebilir olması açısından oldukça önemlidir. ISO 14001 gibi standartlar, tam sertifikasyon için kuruluşların denetimini gerçekleştirmede ve raporlandırmada birçok belge kullanmaktadır. Bu sertifika kurumun tüm tesislerinde eş zamanlı olarak gerçekleştirebilmektedir. Blok zincir, geniş alanda olan bu çeşitli ve dağınık belgeleri toplamak, düzenlemek ve onaylamak için kullanılabilen etkili bir teknolojidir. Bu belgelerin değerlendirilmesi ve güncellenmesi de yine zincir üzerinde yapılabilmektedir. Böylelikle belgelerin denetimi daha verimli olabileceği gibi ihtiyaç da duyulmayabilir (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 8). Örneğin; Ikea, ürün yelpazesinde yer alan ve Endonezya ormanlarından kesilerek elde edilmiş ahşap masa ürününü, hammadde temininden (odunların kesilmesi) nihai ürünü elde edene kadar takibini gerçekleştirmektedir. Blok zincir teknolojisi, karmaşık olan bu takip sürecini yönetmekte kullanılmaktadır (Saberli vd., 2019, s. 2123).

Blok zincir, üretim operasyonlarının/ pazarlamanın bir dalı olan eko-tasarım üzerinde oldukça etkilidir. Eko-tasarımın birden fazla tedarik zinciri ortağını ve işlevini kapsıyor olması, süreci daha fazla karmaşıktırmaktadır. Özellikle yeni ürün geliştirme

aşamasında çevresel kriterlerin eko-tasarım üzerinde etkisi büyüktür. Blok zincir, ilgili kişilerin bilgilere kolaylıkla erişmesine, bilgilerin toplanmasına ve doğrulanmasına, kullanılan hammaddelerin çevre kalitesinin ölçülmesine, süreç çalışanlarını koordine etmeye ve zaman yönetimine yardımcı olmaktadır (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 9).

Büyük veri analitiği: Üretim aşamasında kullanılan ve tekrar kullanılabilir kaynakların tarihsel bilgisine ulaşmayı sağlamaktadır. Bununla birlikte, üretim sürecinde meydana gelen bir arızayı veya kaynak eksikliğini bildirerek üretimi durdurabilmektedir. Büyük veri, bulut üretim (cloud manufacturing- CMfg) bilgilerine ulaşabilir ve böylelikle üretim süreci için yeni fikirler sunabilir. Bu açıdan bakıldığında, büyük veri teknolojisi veri ve bilgi depolama dışında yeni fırsatın ve gerekli düzenlemelerin fark edilmesine yardımcı olabilmektedir. Daha az kaynak ve makine kullanımı ile üretimin gerçekleştirilmesini sağlarken, hatalı işlem sırasında uyarıda bulunarak da üretim kapasitesini iyileştirici fırsatlar sunabilmektedir. Bu nedenlerle büyük veri, çevresel açıdan önemli bir katılımcı sayılmaktadır (Ortiz vd., 2020, s. 37).

Üretim sürecinde iki temel sorumluluk enerji yönetimi ve emisyonların azaltılmasıdır. Enerji tüketimini azaltmak ve doğru bir kaynak yönetimi geliştirmek için enerji tüketim verileri oldukça önemlidir. Bu verilerin büyük veri ile toplanması, yöneticilerin atık/israf faaliyetlerini tanımlamasına, ölçmesine, değerlendirmesine ve analizler sonucunda gerçek zamanlı olarak bu faaliyetleri düzenlenmesine katkı sağlamaktadır (Majeed vd., 2021, s. 10).

Eklemeli (katmanlı) üretim, doğrudan hammaddenin katman katman birleştirilerek üç boyutlu bir model üzerinde nesne üretme işlemi olarak tanımlanabilir (Nascimento vd., 2019, s. 612). Büyük hammadde israflarına yol açan geleneksel üretim süreçlerinin aksine eklemeli üretim, elde edilen nihai ürünün %95-98 oranında geri dönüşümünü sağlamakta ve kapalı bir döngü oluşturmaktadır. Bu açıdan özellikle, karbon ayak izinin ve küresel ısınmanın azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Muthukumarasamy vd., 2018, s. 521). Katkı süreçleri dışında eklemeli üretimde yalnızca gerekli olan hammadde kullanıldığından atık oluşumu en az seviyededir. Özellikle ürün geliştirme ve prototip oluşturmada israfın önüne geçmektedir (van Erp vd., 2018, ss. 15-16). Ürünü pazara

sunma süresini kısaltması, sürdürülebilir ürün üretimi için fırsatlar sunması, parça ve ürün montaj ihtiyacını azaltması ve bu şekilde karmaşık ürün tasarımlarında özelleştirme sağlaması, kaynak kullanımını iyileştirmesi ve verimliliği artırması açısından tedarik zinciri sürdürülebilirliğinde oldukça etkilidir (Enyoghasi & Badurdeen, 2021, s. 9). Ayrıca, bazı üretim bölümlerinde girdi olarak doğrudan doğadan gelmeyen hammaddelerin, biyolojik bileşenlerine ayrılabilen veya yenilebilir malzemelerin kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Böylelikle daha yeşil bir üretime yardımcı olur (Ortiz vd., 2020, s. 39).

Günümüz sanayilerinde eklemeli üretim, tüm üretim işletmeleri için bir gereklilik haline gelmiştir. Ancak birçok faydasının yanında enerji tüketiminin çok yüksek oluşu eklemeli üretimin dikkatli olarak ele alınmasını gerektirmektedir. Süreç yaşam döngüsü ve yeşil uygulamalar açısından kullanılan enerji kaynakları önemli bir konudur. Buna karşılık, bir teknolojinin eksikliğini başka bir teknolojinin desteklemesi sağlanabilir. Örneğin, yüksek enerji tüketimine engel olabilmek için eklemeli üretim sürecinde kullanılan enerji miktarının belirlenmesinde ve öngörülmesinde IoT' den faydalanılmaktadır. IoT, üretim verilerini toplar, birleştirir, analiz eder ve ilgili kişilere elde ettiği sonuçları yönlendirir. Böylelikle, eklemeli üretim sonucu tüketilen enerji miktarı bilgilerine ulaşılarak enerji yönetimi iyileştirilebilir (Qin vd., 2017, s. 312).

Eklemeli ve hibrit üretim: 3D baskı gibi eklemeli ve frezeleme gibi eksiltici tekniklerin birleştirildiği üretim sistemidir. Bu hibrit sistem, malzeme yeteneklerinin tümünün kullanılmasını ve malzeme optimizasyonunu sağlamaktadır. Ölçek ekonomisi temelli toplu üretimin aksine talep üzerine veya parçaları yerel olarak basmanın dağıtım maliyeti, ürün yaşam döngüsü maliyetinde yeni bir oluşuma yol açmaktadır. Yeşil bakış açısına sahip aktörler, bu yeni oluşumu ele alarak yeni iş modelleri talep edebilir. Örneğin, Amazon'un drone ile sipariş teslimi gerçekleştirmesi ile teknolojinin geleneksel iş modelleri üzerinde yıkıcı etkisi olabileceği görülmektedir (Ellingsen & Aasland, 2019, s. 23).

Endüstri 4.0 teknolojileri, üretimde üç önemli noktaya odaklanmaktadır: yatay entegrasyon, dikey entegrasyon ve ürün yaşam döngüsü. Teknolojiler, üretim ağı ve

sürecinin optimal kullanımına, akıllı üretime, kaynakların geri dönüştürülmesine, izlenebilir enerji tüketimine imkan verdiğiinden üretim sürecindeki varlıkları oldukça önemlidir (Bag vd., 2021, s. 8). Dijital üretim teknolojilerinin (siber fiziksel sistemler, katmanlı üretim, akıllı robotik vb.) üretimde yer alması ve verimli üretim sistemlerinin oluşması, akıllı üretim ve akıllı ürünler/malzemeler, verimliliğe ve tasarrufa önemli derecede katkıda bulunmaktadır (Ghobakhloo, 2020, s. 8). Endüstriyel nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler ve bunların entegrasyonu, üretim ağlarının, üretim makinelerinin ve tesislerin yeniden yapılanmasına gerek olmadan alternatif ürünlerin ve süreçlerin ortaya çıkmasına imkan vermektedir. Bunlarla beraber, daha iyi süreç karlılığı, yüksek üretkenlik, özelleştirilmiş üretim, teslim sürelerinin kısalması ve ortaya çıkan atık miktarının azaltılması, üretim modülerleşmesinin diğer sürdürülebilir faydalarındandır (Ghobakhloo, 2020, s. 11). Siber fiziksel sistemler, israfı ve kaynak kullanımını azaltarak daha temiz üretim yöntemleri sunarken nesnelerin interneti fazla stok oluşumuna engel olur; bulut bilişim kaynak kullanımını kontrol eder; katmanlı üretim ise proaktif faaliyetlerin sürdürülmesini ve enerji- kaynak tasarrufu sağlar (Bag vd., 2021, s. 3).

Yaşam döngüsü, eko dengesi veya çevresel performans değerlendirmeleri gibi çevresel yönetim uygulamaları yüksek oranda bilgi içermektedir ve IIoT, IoS ve bulut bilişim gibi teknolojiler bu büyük verilerin entegrasyonunu, paylaşımını, yönetim ve değer ağı genelinde çevreci yeteneklerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Eklemeli üretim, yeşil ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Ghobakhloo, 2020, s. 10).

Yeşil bakış açısı, malzeme tedariki, üretim ve lojistik süreçlerini kapsayarak tüm tedarik zinciri faaliyetlerinde israfın ortadan kaldırılmasını önermektedir. Endüstri 4.0' da, ürün tasarımı-geliştirilmesi ve bu süreçler ile ilgili tüm faaliyetleri içeren akıllı mühendislik tarafından ele alınmaktadır. Yalın ve yeşilin üretimde enerji ve hammadde gibi doğal kaynakları verimli kullanma amacı, bunu bir temel konu olarak ele alan Endüstri 4.0 ile örtüşmektedir. Örneğin, gerçek zamanlı olarak üretim süreci bilgisine erişebilmek kaynak kullanımının izlenilirliğini ve daha iyi kontrol edilmesini sağlamaktadır (Duarte & Cruz-Machado, 2017, s. 261).

Zheng vd., yeni teknolojilerin uygulama etkinliğini incelemek amacıyla geleneksel döküm endüstrisinde (traditional foundry industry) tek/ küçük toplu döküm üretimini, kaynak tüketimi- çevresel etki- üretim verimliliği yönlerinden geleneksel üretim, eklemeli üretim(ink-jet bonding 3D baskı) ve çıkarmalı üretim(sand mold milling- kum kalıbı frezeleme) yöntemi kullanarak analiz nesnesi olarak ele almıştır. Araştırma sonuçlarına göre, eklemeli ve çıkarmalı üretimin daha iyi kaynak kullanımı sağladığı anlaşılmıştır. Ayrıca sonuçlar, eklemeli üretimin %20.78 ve çıkarmalı üretimin %4.82 oranında kum döküm işleminde karbon emisyonunu azalttığını ve hatta seri üretimde daha da azaltılabileceğini göstermektedir (Zheng vd., 2020, s. 11). Bununla beraber, eklemeli üretimde üretim verimliliğinin %92.66 oranında iken çıkarmalı üretimde %91.39 olduğu görülmüştür. Eklemeli/çıkarmalı üretimin, üretim kapasitesi yanında ekonomik faydalarda da üstünlüğü bulunmuştur. Araştırma, sürdürülebilirlik için geleneksel üretimde yeni teknolojilerin nasıl ve ne şekilde kullanılacağına veya kullanılmayacağına referans olmaktadır (Zheng vd., 2020, s. 11).

3.2.3. Yeşil Pazarlama Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı

Sürdürülebilirlik için tüketici yeşil davranışı oldukça önem arz etmektedir. Geri dönüşüm, yerel tüketim, yenilenebilir ürün satın alma, yeniden kullanım, enerji tasarrufu, atık azaltma, onarım ve bakım gibi davranışlar tüketici yeşil davranışı içinde sayılmaktadır. Satın alma davranışı, kullanım davranışı ve kullanım sonrası davranış olmak üzere üç temel eko-davranış bulunmaktadır. Dijital platformlar, tüketicilere ve ürün ömrü boyunca ilgili diğer aktörlere yeşil davranışı teşvik etme amacıyla kullanılabilmektedir (Esmaeilian vd., 2020, s. 8). Dijital teknolojilerin tüketicilerle dijital ortam vasıtasıyla daha iyi iletişim sağlamasının tüketici işbirliğine katkı yapabileceği düşünülmektedir. Tüketici işbirliğinin artması, eko-tasarım, temiz üretim ve yeşil paketleme gibi yeşil düşüncenin tüketici tarafından benimsenmesini sağlayabilir (Sony, 2019, s. 246). Örneğin çevrimiçi mağazalar ve dijital ürünler, dijital kanallar aracılığıyla tüketiciye ulaşmaktadır. Bu durum çevresel etkinin azalmasına katkı sağlayabilir (Antikainen vd., 2018, s. 47).

Min vd. (2019), makalelerinde tedarik zinciri faaliyetlerinin temel itici gücünün müşteri değeri yaratmak olduğunu savunmuşlardır. Bu sebeple, şirketlerin iş anlayışlarını geliştirdiklerini ve sürekli değişmekte olan müşteri taleplerini öngörmeye ve hızla yanıt vermeye odaklandıklarını söylemişlerdir. Ayrıca, yeni teknolojilerin talep odaklı tedarik zinciri modelleri oluşturmayı mümkün kıldığını belirtmişlerdir. Firmaların veri madenciliği veya buluşsal yöntemlerden ziyade yapay zeka kullanarak gelişmiş analizler yapması buna örnek gösterilebilir (S. Min vd., 2019, s. 49).

Pazarlama alanında sosyal medya kullanımı, büyük miktarda veri elde edilmesini ve çeşitli alanlarda bilgi alımı/ paylaşımı sağladığından oldukça önemli bir itici güç kabul edilmektedir. Sosyal medya üzerinden tüketicilerin çevresel beklenti ve ihtiyaçları hakkında bilgiler elde edilebilmekte ve firmalar da buna uygun ürün tasarımı ve gelişimi sağlayabilmektedir. Özellikle yeni ürün veya hizmet piyasaya sunulduktan sonra tüketici tepkilerini (örn. şirkete, yeşil ürüne veya yeşil hizmete karşı) ölçmek için uygulanan duyarlılık analizleri, pazarlama yöneticileri tarafından sosyal medya verileri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu verilerin yönetilmesi, iç ve dış kaynak entegrasyonu gerektirdiğinden ve büyük oradan veri içerdiğinden oldukça karmaşıktır (Calza vd., 2020, s. 5).

Tedarik sürecini optimize etmek tüketici davranışlarını etkileyecektir. Aynı zamanda, kaynak çıktı oranını artırmak, kaynak tüketim oranını düşürmek ve atık oluşumunu azaltmak gibi parametrelere odaklanarak yeniden üretim ve geri dönüşüm faaliyetlerinin performansını iyileştirme konusunda tüketicileri/ satın alıcıları motive edeceği düşünülmektedir. Yenilikçi tutum ve davranışların sürdürülebilir kalkınmayı destekleyeceği bir gerçektir (Bag vd., 2020, ss. 5-6).

Tüketicilerin üretim adımlarını takip ederek değişiklik talep edip etmemeleri geleneksel tedarik zincirlerinde büyük miktarda hammadde, malzeme ve enerji kullanımına sebep olabilmekte ve israf ortaya çıkabilmektedir. Ancak yenilikçi teknolojiler, tüketicilerin kişiselleştirilmiş taleplerine cevap verme özelliğine sahiptir. Örneğin, bulut üretim (CMfg- cloud manufacturing) ile ürün planlaması gerçekleştirilerek istenilen girdilerin girişi yapılabilir. Müşteri, süreç içerisinde üründe değişiklik talep ederse

öncelikle sistemselsel analizler yapılır ve sonrasında herhangi bir kaynak/ malzeme kaybı olmadan değışiklik gerçekleştirilebilir. Değışiklik için gerekli olan malzemeler ise sürece entegre edilmekte ve kaynak optimizasyonu gerçekleşmektedir (Ortiz vd., 2020, s. 37).

AI destekli sistemler, tüketici tercihleri üzerinde etkili olabilmektedir. Örneğın, sosyal medyada otomatik içerik üretimi, insanlar ile etkileşim sağlayan uygulamalar gibi bilgisayar algoritmalarına dayalı sistemler sosyal medya üzerindeki iklim ve çevre konulu konuşmalar üzerinde etkili olmaktadır. Bu açıdan AI gelişmeleri ve yeni teknolojiler, gelişmiş izlenirlik ile kaynak kullanımını iyileştirmeye ve çevresel dinamiklerin daha iyi yönetilmesine katkı sağlayabilmektedir. Ancak, kişiler üzerinde olumsuz etkilerinin hızlı yayılımı da göz önüne alınarak sosyal medyanın ekosistem ve iklim tartışmaları üzerindeki etkisine dikkat edilmelidir (Folke vd., 2020, s. 27).

Çevresel performansı etkileyen ve artıran parametrelerden biri de atık azaltmadır. Ancak, özellikle alt tedarik zincirinde yer alan tüketici atık üretimini ölçmeden geleneksel yöntemler yetersiz kalmaktadır. Bu noktada, Blockchain, tedarik zinciri aktörlerinin birbirine bağlanabildiğı bir platform oluşturmaktadır. Böylelikle üreticilerden tüketicilere ve tüketicilerden üreticilere uzanan bir bilgi ağı oluşturulmaktadır. Bu ağ üzerinde atıklar izlenebildiğinden atık azaltma ve atık yönetimi iyileştirilmektedir. Akıllı sözleşmeler ile atık programlarının hüküm ve koşulları saklanmakta, gerektiğinde dijital olarak kurtarma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bu durum, firmalar arası atık alışverişı desteklenmektedir (Sarkis vd., 2020, s. 9).

Tüketiciler, 3D teknolojisi aracılığıyla ürünle etkileşime girebilmektedir. Kullanıcı, 3D ile ürünü döndürerek veya rotalayarak her açıdan inceleyebilmektedir. Böylelikle ürünün değerlendirilmesi kolaylaştırılmakta ve kullanıcı üzerindeki etkisi güçlendirilebilmektedir (Petit vd., 2019, s. 48).

Firmalar, IoT ile ürün kullanımı, durumu ve yeri hakkında gerçek zamanlı olarak bilgiye uzaktan erişim sağlayabilmektedir. Ürünlerin müşteriler tarafından kullanımının

izlenmesi ve gerekli bilgilere ulaşılabilmesi üretici ile müşteri arasındaki etkileşimi artırarak doğru bir iletişim hattı oluşturmaya yardımcı olmaktadır. Bununla beraber akıllı ürünler, yazılımlar ile takip edilmekte ve kullanım sonrası oluşan israf değerlendirilmektedir (Bressanelli vd., 2018, s. 6).

Küresel tatlı su tüketiminin yaklaşık %85' ini tarımsal üretim kullanmaktadır. Aynı zamanda, tarımsal gıda sektörünün, sera gazı emisyonlarıyla da çevreyi olumsuz etkilediği bir gerçektir. Gıda üretiminde yer alan tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, ormancılık gibi endüstrilerin gıda işleme, paketlenme, dağıtım, gübre ve pestisit kullanımı, gömülü enerji kullanımı gibi faaliyetleriyle iklim üzerinde oldukça yan etkisi bulunmaktadır. Bu faaliyetlerin sürdürülebilir şekilde yürütülmemesi, erozyon, atık su deşarjı, habitat kaybı, kaynak tükenmesi gibi kritik sonuçlara neden olabilmektedir (Fiore vd., 2017, s. 4086).

Firmalar, mevcut piyasada atık ve kirlilik azaltma ihtiyacının varlığını kabul etmektedir ve çevresel açıdan verimli teknolojilerin kullanılması gerektiğinin farkındadır. Bu noktada pazarlama yeniliği, rekabet avantajı elde etmek, büyümek ve pazar krizleri ile başa çıkabilmek için oluşturulan bir strateji olarak kullanılmaktadır. Burada amaç, tüketicilerin yeşil düşünciyi benimsemesini artırmak ve çevreye olumsuz etkisi olan ürünlerin kullanılmasının önüne geçilerek ürün sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır (Fiore vd., 2017, s. 4086). Pazarlama yeniliği ve yeşil yaklaşım arasındaki ilişkiyi anlamak için yapılan ve Güney İtalya' da 280 şarap üreticisinin katılımıyla gerçekleşen bir araştırmanın anket sonuçları, yenilikçi pazarlama araçları kullanan firmaların daha çevre dostu bir yaklaşıma sahip olduklarını göstermiştir. Aynı zamanda, yeni teknoloji kullanımının sürdürülebilir üretimin ve yeşil yaklaşımın benimsenmesi ile pozitif bir ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çevreye duyarlı teknolojiler, tüketici çevre bilincinin artması ve yenilebilir kaynakların öneminin anlaşılması sonucu ortaya çıkan yenilikçi pazarlama tercihleri ile pozitif ilişki içindedir (Fiore vd., 2017, s. 4090).

Birçok kuruluş, süreç verimliliğini iyileştirmek amacıyla IoT, öğrenen makine, blok zinciri gibi teknolojileri kullanmaya yönelmişlerdir. Örneğin, Tata Power, oluşturduğu dijital platform sayesinde kullanıcıların verilere gerçek zamanlı olarak ulaşmasına

imkan vererek güç tüketiminin daha iyi yönetilmesini ve enerji kaynaklarının verimliliğinin artırılmasını sağlamaktadır. Müşterilerine ileri bir chiller bakım hizmeti sunan Voltas firması ise bunun için IoT tabanlı çözümlerden yararlanmaktadır (Kumar vd., 2021, s. 2). CarbonX, oluşturdukları karbon ayak izine göre ürün ve hizmetleri değerlendirerek karbon içermeyen ürünleri tercih eden müşterileri GOODcoins ile ödüllendirmektedir. Bir başka örnek ise, Blockchain Geliştirme Şirketi, madeni para, metal, plastik, alüminyum kutuları gibi geri dönüştürülebilir malzemeler karşılığında kişileri RecycleToCoin paraları ile ödüllendirmektedir (Andoni vd., 2019, s. 159). Ranasinghe ve ark. (2018), özelleştirilmiş ve giyilebilir Başa Monte Ekran (HMD) sistemi olan Season Traveler geliştirmiş ve kullanıcılar bunu kullanarak gerçek dünyadaki koku, ısı, rüzgar gibi çevresel koşulları simüle edebilmektedir. Bir AR cihazı olan MetaCookie+ ise sanal olarak görülen bir gıdanın aynı zamanda ek kokularını da yayarak lezzet çeşitlerinin algılanmasını sağlamaktadır (Petit vd., 2019, s. 53).

Yeşil yenilik uygulamalarının birçok yararı olsa da çevre dengesi her zaman dikkate alınmalıdır. Örneğin; 2009 yılı itibarıyla birçok sayıda otomobil üreticisi, Euro-5 standartlarıyla uyumlu yeşil otomobiller üretmek için yeşil süreç yeniliklerine odaklanmıştır. Bu yatırımlar neticesinde özellikle 2011 sonrasında otomobillerin sebep olduğu emisyon miktarında azalma gerçekleşmiştir. Fakat tüketici talebinin artmasıyla beraber otomobil satışları hızla yükselmiş ve bunun sonucunda artan otomobil sayısı yine yüksek emisyonu neden olmuştur. Diğer bir ifadeyle, her ne kadar yeşil yeniliklere yatırım yapılsa da bu durum tek bir ürünün çevresel performansını iyileştirdiğinden yüksek tüketici talebi dolayısıyla genel emisyon miktarı iyileşmemektedir (Liu & Giovanni, 2019, s. 2).

3.2.4. Yeşil Paketleme Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı

Firmalar, artan tüketici yeşil bilinci karşısında tüketim sonrası ambalaj atıklarına çözüm aramaktan kaçamamıştır. Özellikle küresel iklim değişiklikleri, denizlerin kirlenmesi, çöplüklerin çoğalması ve ambalaj atıklarının artmasıyla ortaya çıkan toplumsal farkındalık, tüketicilerin firma beklentilerini hızla değiştirmeye başlamıştır. Değişen bu beklentiler, firmalar için temel itici güç haline gelmiştir. Sivil toplum kuruluşları,

aktivistler ve çeşitli gruplar, hükümetleri ve firmaları ambalaj atığı problemine karşı önlem alınması konusunda zorlamaktadır. Yenilikçi teknolojiler, bu problemin çözümünde ve iyileştirilmesinde kullanılabilir. Tedarik zincirinde yer alan aktörleri kapsayan bir teşvik sistemi oluşturulması çözüm için temel bir adım olabilir. IoT, blok zincir, yapay zeka, büyük veri gibi yenilikçi teknolojiler, ambalaj atıklarının doğrusal bir döngüden kapalı bir döngüye girmesine katkı sağlayabilir (Ajwani-Ramchandani vd., 2021, s. 2). Etkin bir ambalaj atığı sistemi oluşturmak için ambalaj akışı bilgilerine erişmek gerekmektedir. Bununla beraber, döngüsel bir ambalaj atığı süreci oluşturmak için bu durum bir sistemik atık yönetimi olarak ele alınmalı ve daha iyi bir tasarım ihtiyacı ile birlikte ayırma- geri dönüşüm faaliyetleri için teknolojinin gerekliliğinin farkındalığı oluşturulmalıdır. Günümüzde, döngüsel ambalaj atığı sistemini geliştirecek çeşitli teknolojilerin varlığı bir gerçektir (Ajwani-Ramchandani vd., 2021, s. 3).

Blok zincir, ambalaj atıklarının kullanım sonrası aşamalarının takip edilmesi ve doğru bir şekilde bertaraf edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, atığın ilk oluştuğu noktadan bertaraf edilme noktasına kadar takip edilmesi için tüm zincir aktörlerinin entegrasyonu sağlanması gerekmektedir (Ajwani-Ramchandani vd., 2021, s. 11). IoT teknolojisi ise, ortaya çıkan ambalaj atıklarının nakliyesi için en uygun rotaların belirlenmesinde, depoların doluluk seviyesinin ölçülmesinde, kullanılan ekipmanların gerçek zamanlı olarak uzaktan izlenebilmesinde kullanılmaktadır (Mastos vd., 2020, s. 3). Örneğin, Walmart, blok zinciri teknolojisinden faydalanarak ürettiği “akıllı paketler” ile paket içeriği, çevresel koşullar ve konum gibi bilgilerin kaydedilmesini sağlamaktadır. Aynı şekilde Carrefour ise, müşterilerin ambalajı tarayarak ürün kaynağı, üretim aşamaları, çevresel koşulları gibi bilgilerine ulaşmasını sağladığı bir sistem oluşturmuştur (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 10).

3.2.5. Yeşil Dağıtım Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı

Tedarik zincirinin yönetimi ve optimizasyonu için temel gereklilik, ilgili diğer lojistik faktörlerin dağıtımı, taşınması, uygulanması ve depolanması sürecinde işletmeler arasında işbirliğinin sağlanmasıdır (Vrchota vd., 2020, s. 28). Lojistik, genel anlamda bir ürünün sevkiyat noktasından teslimat noktasına ulaşmasına kadar olan aşamaları

kapsamaktadır. Bir diğer ifadeyle lojistik, ürünlerin üretimden son kullanıcıya teslim edilmesini sağlayan bir dolaşım sistemidir (Karlı & Tanyaş, 2020, s. 615). Günümüzde lojistik sektörü, ürünlerin aksiyonlarını, depolanmasını ve dağıtımını kolaylaştırmak, müşteri hizmetlerini iyileştirmek ve sipariş beklentilerine cevap vermek için dronlar, robotlar gibi yeni teknolojilerden faydalanmaya başlamıştır. Geniş bir hizmeti kapsayan lojistik için veri bütünlüğü ve izlenilirliği temel faktörlerdendir. Bunun sağlanabilmesi, başta blok zincir olmak üzere diğer yenilikçi teknolojilerin kullanımıyla kolaylaşmaktadır (Cheung vd., 2021, s. 2).

Lojistik, yüksek sera gazı emisyonuna, hava kirliliğine ve enerji kaynaklarının tüketimine sebep olarak en yüksek çevresel hasara sebep olan sektörlerden biridir (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 8). Dolayısıyla, özellikle son yıllarda büyük oranda düzenleyici kısıtlamaları gerektirmiştir. Firmalar, gerek iş modellerinde değişiklik yapmaları gerek yeni teknolojileri benimsemek durumunda kalarak yeşili benimseme ve uygulama noktasında baskıya maruz kalmıştır. Akıllı ulaşım, toplu taşıma, taksi, bisiklet, araç kiralama gibi çeşitli ulaşım imkanlarını bir araya getirmektedir. Böylelikle trafik sıkışıklığı, gürültü kirliliği, kaza ve hasar sorunlarının azalmasına yardımcı olarak olumsuz çevresel etkiyi azaltabilmektedir. Akıllı ulaşım, daha akıllı ve daha temiz mobiliteye ulaşmak için bilgi teknolojileri başta olmak üzere çeşitli inovasyonlara ihtiyaç duymaktadır (Calza vd., 2020, s. 6). Modern tedarik zincirleri (NextGen), otomasyon, dronlar, robotik, sensörler, IoT, giyilebilir cihazlar gibi yenilikçi teknolojilerden yararlanarak özellikle şehir yaşamında ulaşımın çevresel kirliliğe etkisinin azaltılmaya çalışmaktadır (*The 2018 MHI annual industry report—overcoming barriers to NextGen supply chain innovation*, 2018, s. 41).

Dijital devrim, 2025'e kadar lojistik kaynaklı emisyonları %10-12 oranında azaltarak ve dünya ekonomisini karbondan arındırarak yeşil tedarik zinciri yönetimin daha hızlı büyümesi için fırsatlar sunmaktadır. IoT, blok zincir, bulut, mobil gibi teknolojiler ile tasarlanmış lojistik ağı, yönetim, planlama, kargo senkronizasyonu ve nakliye operasyonları için önemli faydalar sağlamaktadır (*Making Green Supply Chain with AI and IoT Solutions*, t.y.):

- Tüm tedarik zincirinde gerçek zamanlı görünürlük
- BDA kullanarak daha iyi optimizasyon için yüksek potansiyel
- Bulut bilişim kullanarak cihaz ve konumdan bağımsız veri toplama
- İnsan- makine entegrasyonu ile daha iyi otomasyon
- Yatay ve dikey işbirliği için akıllı kullanıcı ara yüzü ve yazılım tasarımı
- Merkezi olmayan ve bağımsız karar vermeyle pürüzsüz yönetim
- Giyilebilir bilgi işlem gibi AR araçlarıyla karmaşık süreçlerde hataları azaltma ve samimi bir müşteri deneyimi oluşturma

Ruan, motor üreticileri ile sürekli etkileşim halinde kalarak daha az yakıt tüketimi ve daha verimli performans sunan, aynı zamanda daha uzun ömürlü ve daha az emisyon açığa çıkaran motorlar geliştirmeye odaklanmış bir firmadır. Firmanın araçları, motor atık zamanı azaltan elektrik yardımcı güç üniteleri, verimli progresif vites değiştirme, otomatik şişirme römork lastik sistemleri ve MPG, aşırı RPM, atıl zaman, sert frenleme ve aşırı hızlı sürüş izleyen yerleşik kayıt cihazları da dahil olmak üzere yeşil özellikli hafif kamyon ve römorklardan oluşmaktadır. Ruan, sıfır emisyonlu ve %100 pille çalışan elektrikli traktörler ve Tesla elektrikli kamyonları filosuna ekleyerek yenilikçi teknolojileri bünyesine katmaktadır. Bununla beraber RedTrak sistemi, Track& Trace teknolojisi, intranet ve elektronik kayıt gibi teknolojiler ile kağıt kullanımını azaltmayı, firma verimliliğini ve üretkenliğini artırmaya çalışmaktadır. Bununla beraber, tüm tesislerinde malzeme kullanımının azaltılması, yeniden kullanım ve geri dönüşüm faaliyetlerinin uygulanması konusuna dikkat etmektedir. Bu şekilde Ruan, Des Moines Kampüsü ve saha arasındaki iletişimde kağıt kullanımını %99 oranında azaltmayı başarmıştır (RUAN, t.y.).

Modern küresel tedarik zincirleri için teknolojinin sağladığı hızlı ve güvenilir iletişim ağı oldukça önemli bir etkidir. Tedarik zinciri yönetiminde, firmaların sahip olduğu çeşitli fonksiyonlar ve firma dışında tedarikçilerin, üreticilerin, müşterilerin ve çeşitli aktörlerin yer aldığı bir sistem bulunmaktadır. Bu nedenle etkin bir iletişim için entegre bir tedarik zinciri gerekmektedir. Özellikle müşteri taleplerini doğrulamak, siparişi işlemek, süreci kontrol etmek ve müşteri ile iletişim içinde olmak bir firmanın anahtar

sürecidir. Firmalar, bu süreci hızlandırmak, doğru ve güvenilir bir işleyiş sağlamak, ürün/hizmet takibi sağlamak ve verimliliği artırmak gibi nedenlerle, RFID, EDI (elektronik veri değişimi) ve EFT (elektronik fon transferi) gibi teknolojileri benimsemeye başlamışlardır (D. B. Grant vd., 2017, ss. 14-15). IoT ile hizmet sürecinden ve kişilerden veri toplanmakta ve kullanılmaktadır. GPS gibi dijital uygulamalardan elde edilen gerçek zamanlı veriler, tedarik zincirinin şeffaflığını, izlenirliğini ve güvenliğini sağlamaya yardımcı olmaktadır (van Lopik vd., 2020, s. 1). Örneğin Intel'in bağlantılı lojistik teknolojisi, kullanıcılara palet, paket ve ürünler hakkında eş zamanlı ayrıntılı bir nakliye bilgisi sağlayarak tedarik zinciri entegrasyonuna yardımcı olmaktadır. Tedarik zincirinin lojistik sürecinde önemli parametrelerin izlenmesi için kişiselleştirilebilmekte, iklim kontrolü ve nakliye izlenirliği ile entegre edilebilmektedir. Bununla beraber, tedarik zinciri optimizasyonu ve verimlilik analizi için de kullanılabilmektedir (Ginocchio vd., 2019, s. 47).

Lojistikte teknoloji kullanımının temel faydası, süreç hızında ve verimliliğinde artış sağlanması ve kaybın minimize edilmesidir. Bu noktada karşılaşılan engeller için ele alınması gereken temel amaçlar şu şekildedir: ürün ve teslimat sürelerinin azaltılması, depolamada otomasyona dayalı akıllı lojistik, çok kanallı bir stratejinin müşteri hizmetleri düzeyinde gerçekleştirilmesi, büyük veri ile müşteri gereksinimlerinin öngörülmesi ve tedarik zincirinin uzaktan izlenirliğini sağlamak (Tabaa vd., 2020, ss. 441-442).

Akıllı Ulaşım Sistemi (Intelligent Transportation System), altyapı, kontrol, ulaşım yönetimi ve operasyonları gibi ulaşımın farklı fonksiyonları ile entegre çalışan yeni bir alandır. Sensörler, veri işleme, bilgi işlem, sanal operasyon teknikleri, konumlandırma sistemi gibi dijital teknolojileri benimseyen bu sistem, küresel tedarik zincirlerinin vazgeçilemez bir parçasın haline gelmeye başlamıştır. AUS, trafik akışını ve seyahat hızını kontrol etmek, güvenliği sağlamak, kaza oranı ve riskini azaltmak, karbon emisyonunu azaltmak, hava kirliliğinin önüne geçmek, yakıt tüketiminde tasarruf etmek ve eko-sürüş desteği sağlamak gibi birçok çevresel fayda sağlamaktadır (Barreto vd., 2017, s. 1250). Örneğin Avrupa'da lojistiğin yeşillendirilmesi için çevresel sorunların ve sebep oldukları iklim etkilerinin değerlendirilmesi için ana merkezler arasında ve

aktarma içeren uzun mesafeli lojistik için yeşil ulaşım koridorları kurulmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik açısından AGV' ler (Otomatik yönlendirmeli araçlar) ise verimli malzeme taşıma operasyonları sağlamaktadır (Esmaeilian vd., 2020, s. 6). Akıllı ulaşım yönetimi, maksimum verimlilik sağlayarak enerji ve kaynak kullanımının azaltılmasına ve emisyonun azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Karli & Tanyaş, 2020, s. 624).

Blok zincirler, tesislerin konumu, türü ve lojistik ağlarının tasarımı ile ilgili bilgilerin yönetilmesini mümkün kılarak sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Tedarik zincirlerinde, özellikle depolama yoluyla envanter yönetimi oldukça önemlidir ve bu depolama ilişkilerinin yönetilmesinde çeşitli bilgisayar sistemlerinden yararlanılmaktadır. Lojistiğin takibi, sınır ötesi ticaretin izlenirliği ve denetimi, ürün/malzeme kaybindan kaynaklanan israfın önüne geçerek depolama faaliyetlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırabilmektedir. Bununla beraber, gerçek zamanlı verilere erişimin sağlanabilmesi, planlama ve programlama üzerinde oldukça etkili olabilmektedir. Ancak blok zincir kullanımının artmasıyla oluşan ek enerji kullanımına dikkat edilmesi gerektiği de bir gerçektir (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 7). Blok zincir, bilgi paylaşımı, veri erişimi ve doğrulama gereksinimi içeren lojistik işlemlerinde veri manipülasyonu ve sahteciliği engellemektedir (Kouhizadeh & Sarkis, 2018, s. 9).

Yeşil tedarik zincirinin benimsenmesinde karbon ayak izinin ölçülmesi ve azaltılması temel faktörlerdendir. Geleneksel sistemlerde bir ürünün oluşturduğu karbon ayak izinin ölçülmesi zor olsa da blok zincirler aracılığıyla bu işlem kolaylaşmakta ve bir firmanın vermesi gerek karbon vergisi miktarı belirlenebilmektedir. Blok zincir, düşük karbonlu ürün tasarımını destekleyerek ürünün tasarım aşamasından, üretim ve dağıtım süreçlerine kadar karbon emisyonunun azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Tedarik Zinciri Çevresel Analiz Aracı (The Supply Chain Environmental Analysis Tool), tedarik zincirinde ve ürün yaşam döngüsünde yer alan tüm aktörlerin karbon emisyonlarını değerlendirmek, karbon azaltımı için büyük verileri yönetmek ve zincir aktörlerinin etkin entegrasyonunu sağlamak için blok zincir, öğrenen makine, IoT ve yapay zeka gibi yeni teknolojilerin benimsenmesini önermektedir (Saber vd., 2019, s. 2123).

Lufthansa Kargo firması, büyük verilerden yararlandığı OMEGA projesinde karbon emisyonlarını azaltmayı hedeflemiş ve proje sonrasında DQS Alman Mükemmellik Ödülü' nü kazanmıştır. OMEGA (Ops Monitor and Efficiency Gap Analyzer), kargo uçuşları sırasında verileri toplayarak sonraki uçuşların daha verimli hale getirilmesini sağlayan bir araçtır. Firmanın çevresel sorumluluk stratejisine de katkı sağlayan proje, gerçek ve optimum değerleri karşılaştırarak yakıt tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmak için oldukça önemli bilgilerin elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, uçuşların en doğru şekilde planlanmasını ve herhangi bir durumda plandan sapmaları önceden belirlemede kullanılabilmektedir (*Green excellence - Lufthansa Cargo*, t.y.). Uçuş verilerinden yararlanarak yakıt tüketimini ve CO₂ emisyonların azaltılması için sunduğu bilgiler sayesinde yılda 10.000 ton CO₂' in açığa çıkmasını engelleyebilmektedir (*75 Green Supply Chain Partners - Inbound Logistics*, t.y.).

Lojistik sürecinde en uygun rotaların belirlenmesinde yetersiz kalan geleneksel bilgisayarlara alternatif olarak kuantum bilgisayarlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu bilgisayarlar, birden çok yönlendirme modelini aynı anda değerlendirerek trafik simülasyonları oluşturur ve böylece en iyi rotayı belirleyebilmektedir. En doğru rotanın seçilmesi, zaman, maliyet ve enerjiden tasarruf edilmesine katkı sağlayarak çevreye olumsuz etkinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Sarkis vd., 2020, s. 10). Ayrıca, blok zinciri araç kimlikleri (VID- Blockchain vehicle identity), araç iletişimi ve trafik yönetimi, otomatik araç verilerinin paylaşımı, araç bakımının takibi, karbon emisyonlarının ölçülmesi için kullanılabilmektedir (Esmaeilian vd., 2020, s. 9).

Konum verilerinin işlenmesini ve araç rotalarının oluşturulmasını sağlayan coğrafi bilgi sistemi (GIS- Geographic information system), yeşil lojistik için kullanılmaktadır. CBS, haritadan faydalanarak birden fazla verinin elde edilmesini, modellenmesini, durumunun incelenmesini ve görselleştirilmesini sağlayan bir sistemdir. Seyahat mesafesinin yakıt maliyetine etkisinin ve lojistik maliyetinin değerlendirilmesi, enerji ve yük optimizasyonunu sağlamak, rotalama için gerekli enerjiyi azaltmak ve çevresel etkileri ölçmek için kullanılabilmektedir. CBS ile optimum rotanın belirlenmesiyle, taşıma maliyetlerinin düşürüldüğü, israfın önlendiği, karbon ayak izinin, yakıt kullanımının ve

emisyounun azaltıldığı, atıkların toplanmasında ve taşınmasında en yeşil rotanın belirlendiği çalışmalar mevcuttur (Yachai vd., 2021, ss. 4-5).

Artırılmış gerçeklik, ürün/hizmet sonuçlanmadan önce planlama ve gerekli uygulamalara dair simülasyonlar gerçekleştirerek uzaktan erişim veya farklı noktalarda düzeltmeler sağlayabilmektedir. Ayrıca, gerçek dünyayı sanal ortamda görselleştirerek kişilerin yeşil ve sürdürülebilirlik hakkında farkındalığını artıracak eğitim ve kapasite geliştirme süreçlerine yardımcı olmaktadır. AR, dağıtımın yükleme ve teslimat rotalarında taşıyıcılara destek sağlar, hata ve sapmalara engel olur ve emisyonun azaltılmasına katkı sağlar (Ortiz vd., 2020, s. 38).

Yeşil lojistik uygulamaları açısından tek firma uygulamaları ve tedarik zinciri uygulamaları olmak üzere iki kategori belirlenmiştir. Bununla beraber, lojistik hizmet sağlayıcılar (LSP), verilen hizmet türüne göre beş alt kategoriye ayrılmaktadır; taşıma, depolama, lojistik hizmeti, yönetim ve tedarik zinciri yönetimi uygulamaları. Etkin LSP teknolojileri de taşıma sistemlerini, depolama sistemlerini, lojistik hizmeti sistemlerini, yönetim sistemlerini ve tedarik zinciri yönetimi sistemlerini içermektedir. Sürdürülebilir LSP sistemi için yeşil uygulamaların ve etkin teknolojilerin önerilen sınıflandırması Tablo 7' de gösterilmiştir:

Tablo 7: LSP için yeşil uygulamaların ve etkin teknolojilerin önerilen sınıflandırması

Hizmet aşaması	Yeşil uygulama	Etkinleştirme teknolojisi
Ulaşım	Alternatif yakıtlar Alternatif ulaşım seçenekleri Alternatif araçlar Eco-sürüş Empty running Tam araç yükleme Seyahat mesafesini en aza indiren rotalama teknikleri	Emisyon kontrol sistemleri GPS uygulamaları
Depolama	Alternatif enerji kaynakları Enerji verimli depolama	Gerçek zamanlı yerleştirme sistemleri Depo yönetim sistemleri
Lojistik hizmeti	Materyal geri dönüşümü Paketleme geri dönüşümü	Lojistik yönetim sistemleri Malzeme yönetim sistemleri
Yönetim	Sertifikasyon (ISO 14001) Çalışan eğitimi Çevresel performans ölçümü ve izleme	Kurumsal kaynak planlama Çevresel veri tabanı sistemleri Çevresel yönetim sistemleri Uzman sistemler Öğrenme yönetim sistemleri Sipariş yönetim sistemleri
Tedarik zinciri yönetimi	Koordineli lojistik ve ulaşım sistemleri Koordineli sertifikasyon programları ve yeşil hedefler Karbon ayak izi üzerine bilgi yayma Müşteriler ile işbirliği Diğer LSP'ler ile işbirliği Sera gazı hedefleri üzerine bilgi yayma	Bulut bilişim İşbirlikçi sistemler İçerik yönetim sistemleri Müşteri ilişkileri yönetim sistemleri Çevresel e-mail Çevresel uygulamalar P2P kaynak paylaşımı Sosyal medya Sendikasyon sistemleri Video yayınları Wiki

Kaynak: Centobelli vd., 2020, s. 2

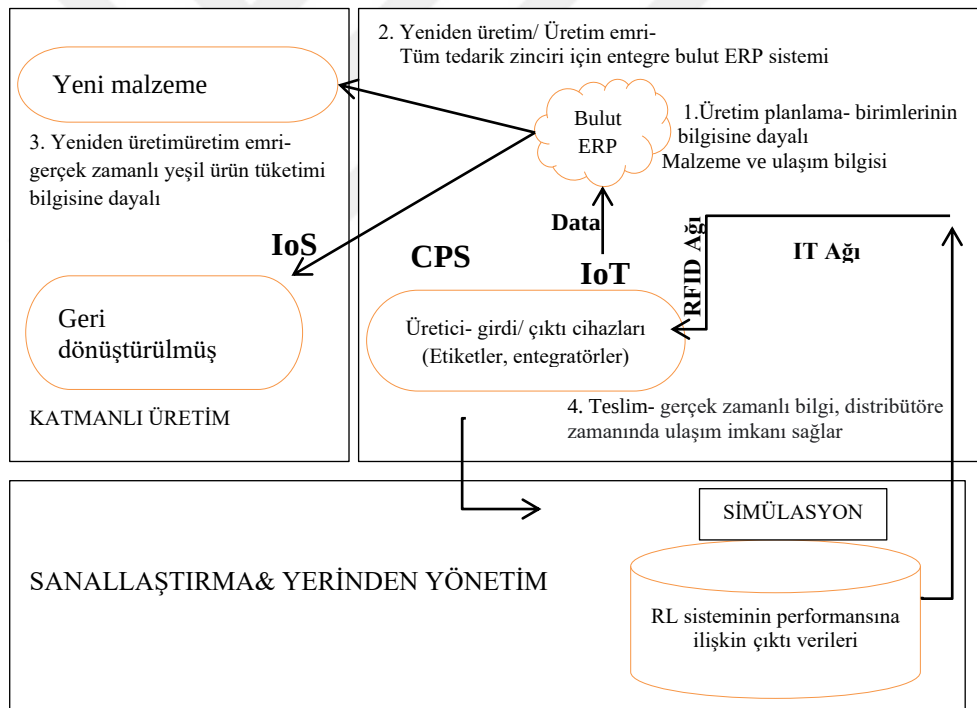
3.2.6. Tersine Lojistik Süreçlerinde Teknoloji Kullanımı

Günümüz endüstrileri için çevresel ve ekonomik açıdan benimsenmesi gereken süreçlerden biri tersine lojistik veya kapalı döngü tedarik zinciridir. Tersine lojistik, çevresel konuları ele alarak, pazar fırsatları oluşturarak ve kullanım ömrü sonunda ürünlere geri kazanım faaliyetleri ile değer kazandırarak sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bu geri kazanım aşaması, yeniden kullanım, yeniden üretim, geri dönüşüm ve bertaraf etme faaliyetlerini içermektedir. Ürünlere değer kazandırmak için hammadde, süreç içi malzeme, nihai ürün ve ilgili bilgi akışının tüketim noktasından üretim noktasına kadar doğru planla, uygulama ve kontrol etme faaliyetlerinin etkin biçimde yönetilmesi gerekmektedir (Dev, Shankar, & Swami, 2020, s. 2). Kuruluşlar, daha iyi verimlilik elde etmek için tersine lojistik faaliyetlerinde IoT, siber fiziksel sistemler, bulut gibi etkin Endüstri 4.0 teknolojilerden kullanılmalıdır (Manavalan & Jayakrishna, 2019, ss. 936-937). Örneğin SMART 2020 verilerine göre Akıllı Şebeke, toplam 23,6 Mt CO2 tasarrufu sağlayabilir. Sanayileşmiş ülkelerde tüketilen enerji miktarının büyük bir kısmını üretim ekipmanları oluşturmaktadır. Daha yüksek enerji verimliliğine sahip yeni ekipman kullanımı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olabilir (van Erp vd., 2018, s. 16). Geri dönüşüm firmalarının yeniden üretimi, ürün yaşam döngüsüne entegre etmesi beklenmektedir. Günümüz üretim ekipmanlarının ICT teknoloji ile geliştirilerek siber fiziksel sistemleri etkinleştirilebilir, böylelikle ekipman kullanım ömrü uzatılabilir ve yeni yaşam döngülerinde yeniden kullanılabilir (van Erp vd., 2018, s. 15).

Tersine lojistik faaliyetleri, ileri tedarik zincirinden daha çok belirsizlikle karşı karşıyadır. Geriye ilerleyen bir ürünün, ürün hacmi, kalitesi, zamanı, değeri gibi birçok faktör oldukça bilinmezdir. Bu belirsizlik, geri dönen ürünlerin değerlendirilmesi ve takip edilmesi için gerekli olan kapasite ve kaynak planlaması, öngörü ve temin süreçlerini olumsuz etkilemektedir. Bununla beraber, kişiselleştirilmiş ve çeşitli ürünlerin artması karşısında teknolojiden yararlanma ihtiyacı doğmaktadır. Özellikle daha tasarım aşamasında kullanılan çipler ve sensörler, kullanıcıların ürünün içerdiği bileşenler, maddeler, kullanım süresi ve derecesi, kullanım ömrü sonunda geri dönüştürme süreci gibi bilgilere ulaşmasını mümkün kılmaktadır (Birkel & Müller, 2020, s. 11). Örneğin; DB Shenker, bulut bilişime dayalı uçtan uca görünür bir tedarik

zinciri oluşturarak ileri ve geri lojistik hizmetleri sağlamaktadır. Hava kargo takibi sağlayan AirTrack uygulaması, kullanıcıların istedikleri zaman istedikleri yerden gönderilerinin GPS konumu, nem, sıcaklık, maruz kaldığı ışık seviyesi, eğim gibi mevcut bilgilerine ulaşmasını sağlamaktadır (*Cloud Computing Supply Chain Management*, t.y.).

Tersine lojistik faaliyetlerine dayalı operasyonlar gerçekleştiren bir firma başarısı, firmanın tedariki nasıl yönettiği ve dahili lojistik akışları ile ilgilidir. Dolayısıyla, kapalı döngü tedarik zinciri yönetimi için kaynakların verimli yönetilmesi anahtar bir konudur (Bag vd., 2020, s. 2). Şekil 12, Endüstri 4.0 ilkelerine göre oluşturulmuş bir tersine lojistik sistemini göstermektedir:



Şekil 12: Endüstri 4.0 ilkelerine göre tersine lojistik sistemi

Kaynak: Dev, Shankar, & Qaiser, 2020, s. 8

(1) Üretim planlama: Kurumsal kaynak planlaması (ERP), operasyonel birimlerin bilgisine dayalı olarak envanter inceleme süresi, tedarik süreci, talep miktarı gibi operasyon birim bilgilerini almaktadır. Diğer yandan siber fiziksel sistemler, RFID

teknolojisinin sağladığı parametre verileri (teslim süresi, süreç içi envanter seviyesi, iş yükü vb.) ile IoT' ye dayalı olarak ERP sisteminin gerçek zamanlı olarak yönetilmesini desteklemektedir. (2) Yeniden üretim/ üretim siparişi: Bass modeli kullanılarak (ERP için önceden tanımlanmış algoritma)(Dev, Shankar, & Swami, 2020, s. 4), yeşil yatırım (her sabit dönem sonrası), geri dönüştürülmüş ürün tedarikçisi envanter seviyelerinin veya üretici envanter seviyelerinin yeniden sipariş bilgisi almasıyla sipariş oluşturulmaktadır. (3) Ios sistemi üzerinden yeşil ürün tüketiminin gerçek zamanlı bilgisi verilerek geri dönüştürülmüş ürün tedarikçisi tarafından tetiklenir. (4) Teslim: Sanal tersine lojistik modeli, RFID ve CPS aracılığıyla bilgiyi alır ve paylaşır. Aynı zamanda tersine lojistik simülasyonu, çeşitli girdi işlem verilerinde performans değerlendirmesi ve zamanlama hesaplaması sağlar. CPS, simülasyon çıktısının gerçek zamanlı olarak iş sürecine dahil edilmesine destek verir (Dev, Shankar, & Qaiser, 2020, s. 7).

IoT, tedarik zinciri boyunca ürün akışını takip ederek süreç hızı ve çevresel performans ile ilgili bilgilere ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu bilgiler, gönderi planlamalarının daha doğru yapılması, teslimat zamanlarının daha gerçeğe yakın hesaplanması ve ürünleri gerçek zamanlı konumlandırma süreçlerinde çevreye verilen olumsuz etkinin en aza indirilmesine katkı sağlayan ulaşım sistemlerinin tasarlanmasında kullanılmaktadır. IoT, şeffaf bir ürün yaşam döngüsü oluşturduğundan geri dönüşüm ve değer yaratma faaliyetlerine katkıda bulunmaktadır (Sarkis vd., 2020, s. 8).

Kuantum bilgi işlem uygulamaları (quantum computing applications), ürün kurtarma planlaması ve optimizasyon yeteneği ile kapalı döngü faaliyetleri için destekleyici bir teknolojidir. Bu teknoloji, ürünlerin mevcut kullanılabilirlik ve yeniden kullanılabilirlik bilgilerine ulaşarak yaşam döngüsü seviyesini artırmak için uygulanması gereken süreçlerin simülasyonunu sunabilmektedir. Böylelikle, ürüne uygun bir yeşil tasarım ortaya konmaktadır (Sarkis vd., 2020, s. 10).

Yeşil tedarik zinciri için tersine lojistikte yer alan yeniden kullanım, geri dönüşüm ve iyileştirme gibi döngüyü kapatma faaliyetleri temel gerekliliklerdendir. Blok zincir teknolojisi, ürün yaşam döngüsü boyunca şeffaflık ve izlenirlik sağladığından özellikle

kullanım ömrü sonrası bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Tersine lojistik uygulamalarının benimsenmesi ve onarım işlemlerinin artması amacıyla oluşturulan düzenleyici politikalar, firmaları, gerekli onarımların gerçekleştirilebilmeleri için ürün bilgilerini tüketiciler ve diğer satın alıcılar için açık erişime sunmaya yönlendirmektedir. Blok zinciri defterleri kullanılarak gerekli bilgilere ve talimatlara ulaşılabilir. Blok zincir, ayrıca kapalı döngü faaliyetleri için iç ve dış kaynaklardan bilgi paylaşımının sağlanabileceği bir platform oluşturmaktadır (Sarkis vd., 2020, s. 9).

Blok zincir, geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştirmeyen kişi ve kuruluşlar için çeşitli teşvik çalışmalarında kullanılmıştır. Örneğin Kuzey Avrupa’da, plastik, metal, cam gibi geri dönüştürülebilir malzemelerin getirilmesi karşılığında kriptografik tokenler gibi finansal ödüller sunularak insanların geri dönüşüme katılması teşvik edilmiştir. Bu ve benzeri geri dönüşüm uygulama verileri blok zincirler aracılığıyla izlenerek takip edilmektedir. Diğer yandan, blok zincirin sunduğu şeffaflık, süreç akışında dolandırıcılık sorununu önlemek için kullanılabilir. Örneğin, blok zincir ile oluşturulan itibara dayalı ve ekonomik getiri sağlayan şeffaf bir sistem, emisyon ticaret şemalarının (ETS) verimliliğini artırabilir ve tüm paydaşları emisyon sorunu karşısında uzun vadeli çözüm sunmaya teşvik edebilir (Saber vd., 2019, s. 2123).

Mercedes Benz/ Daimler firması, yedek parça üretimine katmanlı üretim teknolojisini entegre etmiştir. Firma, Mercedes kamyonları ve Daimler otobüslerinin kullanılan veya kullanılmış olan yedek parçalarının yeniden kullanıma sunulmasını amaçlamıştır. Bu şekilde, özellikle tedarik süresi önemli derecede azalırken kullanılan malzemeler genellikle yüksek kaliteli plastikten oluşan özel ve yedek parçalardan elde edilmektedir (Muthukumarasamy vd., 2018, s. 522).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNDE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN KULLANIMINA İLİŞKİN BİR ARAŞTIRMA

Bu bölümde, öncelikle araştırma konusunun amacı, önemi, kapsamı ve kısıtları, örneklem büyüklüğü ele alınmıştır. Daha sonra araştırma yöntemi, araştırma modeli ve hipotezleri, anket formunun oluşturulması ve verilerin toplanması, araştırmanın ölçekleri, araştırmada kullanılan analizler hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak, elde edilen verilerin analizi yapılmış ve yorumları verilmiştir.

4.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Küreselleşme, ürün çeşitliliği ve yenilikçi uygulamalar konusunda işletmeler için birçok yeni fırsat sunmaktadır. Fakat bu fırsatlar, beraberinde birçok çevresel krizi de getirmektedir. Bu durum, işletmelerin çevreye karşı sorumluluğunu gittikçe artırmaktadır. Artık işletmeler yalnızca ticari faaliyetlerine değil, aynı zamanda bu faaliyetleri çevreye duyarlı ürünler, sistemler ve teknolojiler ile yönetmeye çalışmalıdır. Bu süreçlerin çevreye duyarlı olarak yönetilmesi, yeşil tedarik zinciri yönetimi olarak ifade edilmektedir.

Araştırmada, yeşil tedarik zinciri yönetimini detaylı olarak açıklamak, yeşil tedarik zincirinde teknoloji kullanımını ele almak ve Bursa ilinde faaliyet gösteren işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinin teknoloji ile ilişkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Buna göre, araştırmada aşağıda yer alan sorulara cevap arandığı söylenebilir:

- Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında bir ilişki var mıdır?
- Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerinde bir etkisi var mıdır?

- Yenilikçi teknoloji kullanımı, işletmelerin sektörüne, faaliyet yılına ve çalışan sayısına göre farklılık göstermekte midir?
- Yenilikçi teknoloji kullanımı, yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında farklılık göstermekte midir?

Araştırmada, “yenilikçi teknolojiler” olarak 15 farklı teknoloji (nesnelerin interneti, robotik, 3D/4D katmanlı üretim, kuantum bilişim, yapay zeka, artırılmış gerçeklik, blok zincir, büyük veri, simülasyon, siber fiziksel sistemler, bulut, konum algılama sistemleri, akıllı sensörler, sosyal medya, otomatik depolama ve erişim sistemleri) ifade edilmiş ve “yeşil tedarik zinciri süreçleri” 7 ayrı süreç (yeşil tedarik, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, tersine lojistik) olarak ele alınmıştır.

Son yıllarda yeşil tedarik zinciri yönetimine yönelik çalışmalar artsa da, literatür incelemesi sonucunda, yeşil tedarik zinciri ile teknoloji kullanımı arasında yapılan çalışmaların oldukça yetersiz olduğu görülmektedir. Ancak, sanayileşmenin hızla büyümesi ve çevresel krizlerin artması konunun önemini göstermektedir. Araştırma, işletmelerin bu konudaki çevresel farkındalığını ortaya koymak ve faaliyetlerini çevreye duyarlı olarak gerçekleştirmede teknoloji kullanımları hakkında mevcut durumlarını öğrenmek açısından önemlidir.

4.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE KISITLARI

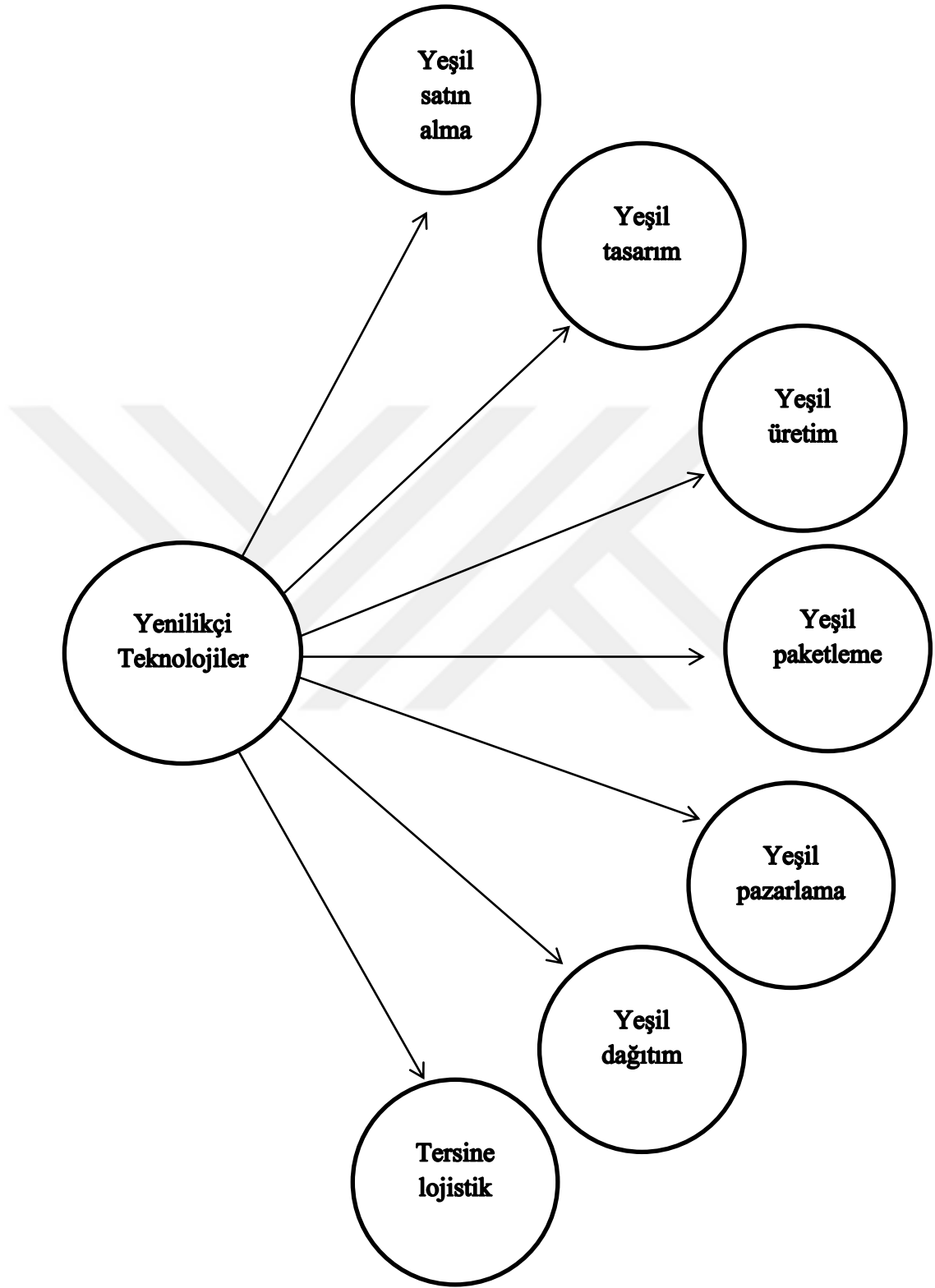
Araştırma kapsamında, Bursa ilinde çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 50 işletme yer almaktadır. Bursa ili her ne kadar sanayi anlamında gelişmiş olsa da yeşil tedarik zinciri uygulamaları ve teknoloji kullanan işletmelerin sayısı oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte, bazı işletmelerin yeşil uygulamaları bilinçli olarak gerçekleştirmediği de diğer bir gerçektir. Dolayısıyla, araştırma kapsamında yapılan anket çalışması 50 işletme ile gerçekleştirilebilmiştir. Bununla birlikte, araştırmanın yalnızca Bursa ilinde yapılmış olması nedeniyle elde edilen sonuçlar ülke genelini kapsamamaktadır.

4.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu başlık altında, araştırmanın modeli, araştırma hipotezleri, anket formunun oluşturulması ve verilerin toplanması, örneklem yer almaktadır.



4.3.1. Araştırmanın Modeli



Şekil 13: Araştırmanın Modeli

4.3.2. Araştırmanın Hipotezleri

Tablo 8: Araştırmanın Hipotezleri

H ₁ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil satın alma arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₂ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tasarım arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₃ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil üretim arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₄ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil paketleme arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₅ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil pazarlama arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₆ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil dağıtım arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₇ : Yenilikçi teknolojiler ile tersine lojistik arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.
H ₈ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil satın alma arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₉ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tasarım arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₁₀ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil üretim arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₁₁ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil paketleme arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₁₂ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil pazarlama arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₁₃ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil dağıtım arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₁₄ : Yenilikçi teknolojiler ile tersine lojistik arasında doğrusal bir ilişki vardır.
H ₁₅ : Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı sektöre göre farklılık göstermektedir.
H ₁₆ : Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı faaliyet yılına göre farklılık göstermektedir.
H ₁₇ : Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı çalışan sayısına göre farklılık göstermektedir.
H ₁₈ : Nesnelerin interneti kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₁₉ : Robotik kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₀ : 3D/4D katmanlı üretim kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₁ : Kuantum bilişim kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₂ : Yapay zeka kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₃ : Artırılmış gerçeklik kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₄ : Blok zincir kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₅ : Büyük veri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₆ : Simülasyon kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₇ : Siber fiziksel sistemler kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₈ : Bulut kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₂₉ : Konum algılama sistemleri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₃₀ : Akıllı sensör kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₃₁ : Sosyal medya kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.
H ₃₂ : Otomatik depolama ve erişim sistemleri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.

4.3.3. Anket Formunun Oluşturulması Ve Verilerin Toplanması

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Anket formu (Ek-1), yerli ve yabancı kaynaklardan yararlanılarak geniş bir literatür araştırması ile

hazırlanmıştır. İncelenen kaynaklardan elde edilen ifadelerin bir kısmı anket formunda direkt olarak kullanılmış, bir kısmı ise araştırmanın amacına yönelik gerekli düzenlemelerin yapılması ile anket formuna eklenmiştir.

Anket formu, araştırmanın amacı konusunda katılımcıların bilgilendirilmesi için hazırlanan bir ön metin ile başlamakta ve daha sonra cevaplamaları için hazırlanan ifadelerin yer aldığı dokuz ayrı bölümden oluşmaktadır.

İlk bölümde, işletmenin ve katılımcının özelliklerine yönelik 4 ifade yer almaktadır. Bu ifadeler, işletmenin faaliyet gösterdiği sektörü, faaliyet yılını, çalışan sayısını ve katılımcının işletmedeki pozisyonunu ölçmektedir. Bu kısımda ayrıca yeşil tedarik süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanım durumunu ölçmek için hazırlanan tablo yer almaktadır.

Anket formunun yenilikçi teknolojiler ve yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımına yönelik uygulamaları ölçmek için 5' li likert ölçeği kullanılmıştır (5=Kesinlikle katılıyorum, 4=Kesinlikle katılmıyorum, 3=Kararsızım, 2=Katılmıyorum, 1=Kesinlikle katılmıyorum). Anket formunun 2. bölümünde yenilikçi teknoloji kullanımı ile ilgili genel bilgi elde etmek için hazırlanan 11 ifade yer almaktadır. 3. Bölümde yeşil satın alma süreci ile ilgili 12; 4. Bölümde yeşil tasarım ile ilgili 7; 5.bölümde yeşil üretim ile ilgili 8; 6.bölümde yeşil paketleme ile ilgili 4; 7. Bölümde yeşil pazarlama ile ilgili 3; 8. Bölümde yeşil dağıtım ile ilgili 9; ve tersine lojistik ile ilgili 4 ifade yer almaktadır.

Anket formu, 01.04.2022-11.05.2022 tarihleri arasında e-posta yoluyla işletmelere iletilmiştir. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 26 programı kullanılmıştır.

4.3.4. Örneklem

Araştırmanın ana kütlesi, Bursa Ticaret ve Sanayi Odası' na kayıtlı olan ve Bursa' da faaliyet gösteren işletmelerden oluşmaktadır. Ancak, Covid-19 pandemisi, zaman ve maliyet kısıtları ve yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulayan firmaların oldukça az

olması örneklem büyüklüğünü etkilemiştir. Bu sebeple, araştırma için 50 işletmeye ulaşılabilmektedir.

4.4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN ANALİZ YÖNTEMLERİ

Anketlerden elde edilen verileri analizinde SPSS 26 programından faydalanılmıştır. Öncelikle, Cronbach' s Alpha değeri ile verilerin güvenilirliği test edilmiştir. Ardından ankette yer alan ifadelerin ortalama ve standart sapma değerleri için frekans analizi yapılmıştır. Ankette yer alan, işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde hangi teknolojileri kullandığını ölçmek amacıyla hazırlanan tablo ise çoklu yanıt frekans analizi ile ölçülmüştür. Yenilikçi teknolojiler ve yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında bir ilişki olup olmadığı Pearson Korelasyon analizi ile ortaya konulmuştur. Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını test etmek amacıyla basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. İşletmenin sektör, faaliyet yılı ve çalışan sayısının yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknolojileri kullanımı üzerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığı One-way ANOVA analizi ile ortaya konulmuştur. Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanımı arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı One-way ANOVA analizi ile ortaya konulmuştur.

4.5. ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ANALİZİ

Bu başlık altında, öncelikle araştırmanın gerçekleştirildiği işletmelerin genel özelliklerine ilişkin frekans tabloları, ölçekte yer alan ifadelerin güvenilirlik, ortalama ve standart sapma değerleri, araştırmanın gerçekleştirildiği işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullandığı teknolojilere ilişkin frekans tabloları ve kullanılan bu teknolojilerin sektör bazlı dağılım tablolarına yer verilmiştir. Daha sonra, elde edilen veriler ile korelasyon, regresyon ve tek yönlü varyans analizi sonuçları ortaya konulmuştur.

4.5.1. Araştırmanın Gerçekleştirildiği İşletmelerin Genel Özellikleri

Araştırmada yer alan işletmelerin sektör, faaliyet yılı, çalışan sayısı ve katılımcıların pozisyonuna ilişkin frekans tabloları ve yorumları aşağıda verilmiştir.

Tablo 9: Sektörlere İlişkin Frekans Tablosu

	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Elektrik/ Elektronik/ Makine	8	16,0	16,0	16,0
Otomotiv ve otomotiv yan sanayi	19	38,0	38,0	54,0
Gıda/ Tarım	4	8,0	8,0	62,0
Tekstil	11	22,0	22,0	84,0
Kimya	3	6,0	6,0	90,0
Diğer	5	10,0	10,0	100,0
TOPLAM	50	100,0	100,0	

İşletmelerin yer aldıkları sektörler göre dağılımı Tablo 9’da verilmiştir. Tablo 9 incelendiğinde, Otomotiv ve otomotiv yan sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmeler %38 ile ana kütlenin en büyük payını oluştururken, %22 ile diğer bir büyük payı Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmeler oluşturmaktadır. Bu sektörleri sırasıyla %16 ile Elektrik/ Elektronik/ Makine, %8 ile Gıda/Tarım, %6 ile Kimya sektörü takip etmektedir. Araştırmada yer alan işletmelerin %10’ u ise bu sektörler dışında faaliyet göstermektedir.

Tablo 10: İşletme Faaliyet Yılına İlişkin Frekans Tablosu

	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
<5	3	6,0	6,0	6,0
5-10	5	10,0	10,0	16,0
>10	42	84,0	84,0	100,0
TOPLAM	50	100,0	100,0	

İşletmelerin faaliyet yılına göre dağılımı Tablo 10’da verilmiştir. Tablo 10’a göre araştırmada yer alan işletmelerin %84’ ü 10 yıldan fazladır faaliyet göstermekte iken %10’ u 5-10 yıl arasında ve %6’ sı 5 yıldan az bir süredir faaliyet göstermektedir.

Tablo 11: İşletme Çalışan Sayısına İlişkin Frekans Tablosu

	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
1-10	4	8,0	8,0	8,0
11-100	14	28,0	28,0	36,0
101-200	2	4,0	4,0	40,0
+200	30	60,0	60,0	100,0
TOPLAM	50	100,0	100,0	

Araştırmada yer alan işletmelerin çalışan sayısına göre dağılımı Tablo 11’ de verilmiştir. Tabloda yer alan değerler incelendiğinde, işletmelerin %60’ ının 200’den fazla, %28’ inin 11-100 arası, %8’ inin 1-10 arası ve %4’ ünün 101-200 arası çalışanı bulunmaktadır.

Tablo 12: Katılımcıların Firmadaki Pozisyonlarına İlişkin Frekans Tablosu

	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
İlk basamak yönetici	12	24,0	24,0	24,0
Orta basamak yönetici	19	38,0	38,0	62,0
Üst düzey yönetici	14	28,0	28,0	90,0
Çalışan	5	10,0	10,0	100,0
TOPLAM	50	100,0	100,0	

Araştırmada yer alan katılımcıların firmadaki pozisyonlarına göre dağılımı Tablo 12’ de verilmiştir. Tabloya göre, katılımcılar sırasıyla %38 ile orta basamak yöneticiler, %28 ile üst düzey yöneticiler, %24 ile ilk basamak yöneticiler ve %10 ile çalışanlardan oluşmaktadır.

4.5.2. Ölçekte Yer Alan İfadelerin Güvenirlik Analizi

Ölçeklerin güvenirlik analizi, Cronbach Alfa katsayısına göre yapılmıştır. Cronbach Alfa katsayısı, ölçekte yer alan ifadelerin tutarlılığı hakkında bilgi verir. Bu katsayısının yüksek olması, ölçekte yer alan ifadelerin birbiri ile tutarlı olduğunu gösterir. Cronbach Alfa, özellikle likert tipi ölçeklerde kullanılmaktadır. Cronbach Alfa katsayısının yorumu aşağıdaki değer aralıklarına göre yapılmaktadır (Yıldız & Uzunsakal, t.y., s. 19):

- $0,00 < R^2 < 0,40$: Güvenilir değil
- $0,40 < R^2 < 0,60$: Güvenirliği düşük
- $0,60 < R^2 < 0,80$: Oldukça güvenilir
- $0,80 < R^2 < 1,00$: Güvenirliği yüksek

Ankette yer alan ölçeklerin güvenirlik sonuçları şu şekildedir: Genel ifadelere ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,931 olarak bulunmuştur; yeşil satın alma ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,910 olarak bulunmuştur; yeşil tasarım ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,876 olarak bulunmuştur; yeşil üretim ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,855 olarak bulunmuştur; yeşil paketleme ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,842 olarak bulunmuştur; yeşil pazarlama ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,70' e yakın (0,646) olarak bulunmuştur; yeşil dağıtım ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,874; ve tersine lojistik ifadelerine ilişkin ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,881 olarak bulunmuştur.

Cronbach Alfa katsayılarına bakıldığında, yeşil pazarlama ölçeğinin oldukça güvenilir olduğu ve diğer ölçeklerin yüksek güvenirlikte olduğu sonucuna varılmıştır.

4.5.3. Ölçekte Yer Alan İfadelerin Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri

Bu kısımda, ölçekte yer alan genel, yeşil satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım ve tersine lojistik ifadelerinin ortalama ve standart sapma değerleri verilmektedir.

Tablo 13: Y TZ Süreçlerinde Teknoloji Kullanıma İlişkin Genel İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Yenilikçi teknolojiler, yeşil satın alma üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	4,2400	,74396
B: Yenilikçi teknolojiler, yeşil tasarım üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	4,2200	,76372
C: Yenilikçi teknolojiler, yeşil üretim üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	4,3800	,75295
D: Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	4,1800	,84973
E: Yenilikçi teknolojiler, yeşil dağıtım üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	4,1800	,80026
F: Yenilikçi teknolojiler, yeşil pazarlama üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	4,2600	,85261
G: Yenilikçi teknolojiler, tersine lojistik üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.	3,9400	,84298
H: Yeşil tedarik zinciri yönetiminde kullanılan teknolojiler, yeşil tedarik zincirini olumlu yönde etkiler.	4,2000	,96890
I: Yeşil tedarik zinciri yönetimi gereklidir.	4,2400	,91607
İ: Firma, yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamada başarılıdır.	3,4200	1,08965
J: Firma içinde çevreye verilebilecek olumsuz etkileri kontrol eden bir sistem mevcuttur.	3,8000	1,12486

Araştırmada yer alan işletmelerin, yeşil tedarik zinciri süreçlerinde teknoloji kullanımına yönelik genel ifadelere katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 13’ de verilmiştir.

Tablo 13' e göre katılımcıların genel ifadelerle katılma eğiliminde olduğu görülmektedir. Katılımcıların en çok “Yenilikçi teknolojiler, yeşil üretim üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,38 ve Standart sapma: 0,752) ve ikinci olarak “Yenilikçi teknolojiler, yeşil pazarlama üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,26 ve Standart sapma: 0,852) ifadesine katıldıkları görülmektedir. Bu ifadeleri sırasıyla, “Yenilikçi teknolojiler, yeşil satın alma üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,24 ve Standart sapma: 0,743), “Yeşil tedarik zinciri yönetimi gereklidir.” (Ortalama: 4,24 ve Standart sapma: 0,916), “Yenilikçi teknolojiler, yeşil tasarım üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,22 ve Standart sapma: 0,763), “Yeşil tedarik zinciri yönetiminde kullanılan teknolojiler, yeşil tedarik zincirini olumlu yönde etkiler.” (Ortalama: 4,20 ve Standart sapma: 0,968), “Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,18 ve Standart sapma: 0,849), “Yenilikçi teknolojiler, yeşil dağıtım üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,18 ve Standart sapma: 0,800), “Yenilikçi teknolojiler, tersine lojistik üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 3,94 ve Standart sapma: 0,842) ve “Firma içinde çevreye verilebilecek olumsuz etkileri kontrol eden bir sistem mevcuttur.” (Ortalama: 3,80 ve Standart sapma: 1,124) izlemektedir.

Katılımcıların “Firma, yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamada başarılıdır.” (Ortalama: 3,42 ve Standart sapma: 1,089) ifadesine karşı ise daha çok kararsız oldukları görülmektedir.

Tablo 14: Yeşil Satın Alma Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Yenilikçi teknolojiler, firmanın yeşil satın almayı başarılı bir şekilde uygulamasını sağlamaktadır.	3,7400	,98582
B: Yenilikçi teknolojiler, firmayı, müşterilerin ve hükümetin çevresel beklentilerini karşılaması ve hatta aşması için tedarikçilerini ve alıcılarını süreçlerine dahil etmeye teşvik etmektedir.	3,8800	,93982
C: Yenilikçi teknolojiler, yeşil tedarikçi seçimine yardımcı olmaktadır.	3,9200	,87691
D: Yenilikçi teknolojiler, tedarikçi tarafından çevresel yönetim standartlarının uygulanmasında önemli bir faktördür.	3,9600	,75485
E: Yenilikçi teknolojiler, tedarikçilerin çevresel hedeflerine ulaşmasını sağlamaktadır.	3,9000	,81441
F: Yenilikçi teknolojiler, satın alınan malzemelerin yeşil nitelikler içerdiğinden emin olmaya yardımcı olmaktadır.	3,6800	,91339
G: Çevresel kriterlere göre tedarikçi veya taşeron seçimi yapılırken yenilikçi teknolojilerden yararlanılmaktadır.	3,6000	,90351
H: Firma, tedarikçilere ve taşeronlara çevresel kriterleri karşılamalarına yardımcı olmak için çevresel teknik tavsiyelerde bulunmaktadır.	3,6200	1,04764
I: Firma, tedarik kararları alırken yenilikçi teknolojilerden yararlanmaktadır.	3,6400	1,06445
İ: Firmanın tedarikçileri dijital dönüşüm sürecine dahildir.	3,6000	,98974
J: Satın alma departmanı, satın alma eylemlerini planlamada yenilikçi teknolojileri kullanmaktadır.	3,4400	,92934
K: Tedarikçi denetimleri basitleştirilmiş ve otomatikleştirilmiştir.	3,4200	,83520

İşletmelerin, yeşil satın alma sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerle katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 14’ te verilmiştir.

Katılımcılar sırasıyla en çok “Yenilikçi teknolojiler, tedarikçi tarafından çevresel yönetim standartlarının uygulanmasında önemli bir faktördür.” (Ortalama: 3,96 ve Standart sapma: 0,754), “Yenilikçi teknolojiler, yeşil tedarikçi seçimine yardımcı olmaktadır.” (Ortalama: 3,92 ve Standart sapma: 0,876) ve “Yenilikçi teknolojiler, tedarikçilerin çevresel hedeflerine ulaşmasını sağlamaktadır.” (Ortalama: 3,90 ve Standart sapma: 0,814) ifadelerine katılma eğilimi göstermektedir.

Ardından “Yenilikçi teknolojiler, firmayı, müşterilerin ve hükümetin çevresel beklentilerini karşılaması ve hatta aşması için tedarikçilerini ve alıcılarını süreçlerine dahil etmeye teşvik etmektedir.” (Ortalama: 3,88 ve Standart sapma: 0,939), “Yenilikçi teknolojiler, firmanın yeşil satın almayı başarılı bir şekilde uygulamasını sağlamaktadır.” (Ortalama: 3,74 ve Standart sapma: 0,985), “Yenilikçi teknolojiler, satın alınan malzemelerin yeşil nitelikler içerdiğinden emin olmaya yardımcı olmaktadır.” (Ortalama: 3,68 ve Standart sapma: 0,913), “Firma, tedarik kararları alırken yenilikçi teknolojilerden yararlanmaktadır.” (Ortalama: 3,64 ve Standart sapma: 1,064), “Firma, tedarikçilere ve taşeronlara çevresel kriterleri karşılamalarına yardımcı olmak için çevresel teknik tavsiyelerde bulunmaktadır.” (Ortalama: 3,62 ve Standart sapma: 1,047), “Çevresel kriterlere göre tedarikçi veya taşeron seçimi yapılırken yenilikçi teknolojilerden yararlanılmaktadır.” (Ortalama: 3,60 ve Standart sapma: 0,903) ve “Firmanın tedarikçileri dijital dönüşüm sürecine dahildir.” (Ortalama: 3,60 ve Standart sapma: 0,989) ifadelerine katılmaktadırlar.

Katılımcılar, “Satın alma departmanı, satın alma eylemlerini planlamada yenilikçi teknolojileri kullanmaktadır.” (Ortalama: 3,44 ve Standart sapma: 0,929) ve “Tedarikçi denetimleri basitleştirilmiş ve otomatikleştirilmiştir.” (Ortalama: 3,42 ve Standart sapma: 0,835) ifadelerine karşı kararsız olma eğilimindedir.

Tablo 15: Yeşil Tasarım Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Yenilikçi teknolojiler, çevre dostu tasarım uygulamalarında müşteri işbirliği için bilgi alışverişini mümkün kılmaktadır.	3,8400	,84177
B: Yenilikçi teknolojiler, çevre dostu ürünler tasarlamak için malzeme ve enerjinin akıllıca kullanılmasına yardımcı olmaktadır.	4,0200	,79514
C: Ürün tasarımında azaltılmış malzeme/enerji tüketimi için yenilikçi teknolojiler kullanılmaktadır.	3,9400	,84298
D: Ürünler, malzeme veya bileşen parçaları yeniden kullanılacak ve geri dönüştürülecek şekilde tasarlanmaktadır.	3,7200	,99057
E: Ürün tasarımları, tehlikeli ürünlerin ve bunların üretim süreçlerinde kullanımını önleyecek veya azaltacak şekilde yapılmaktadır.	4,0800	,72393
F: Tedarikçiler, erken ürün tasarımı ve geliştirmeye katılmaya teşvik edilmektedir.	3,9000	,86307
G: Çevresel riskler önceden belirlenebilmektedir.	3,7800	1,05540

Yeşil tasarım sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelere verilen cevapların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 15’te gösterilmektedir. Tablo 15 incelendiğinde, işletmelerin verilen ifadelere katılmakta ve katılma eğiliminde oldukları görülmektedir.

“Ürün tasarımları, tehlikeli ürünlerin ve bunların üretim süreçlerinde kullanımını önleyecek veya azaltacak şekilde yapılmaktadır.” (Ortalama: 4,08 ve Standart sapma: 0,723) ve “Yenilikçi teknolojiler, çevre dostu ürünler tasarlamak için malzeme ve enerjinin akıllıca kullanılmasına yardımcı olmaktadır.” (Ortalama: 4,02 ve Standart sapma: 0,795) ifadeleri, katılımcıların en çok katıldıkları ifadelerdir.

Katılımcılar, daha sonra sırasıyla “Ürün tasarımında azaltılmış malzeme/enerji tüketimi için yenilikçi teknolojiler kullanılmaktadır.” (Ortalama: 3,94 ve Standart sapma: 0,842), “Tedarikçiler, erken ürün tasarımı ve geliştirmeye katılmaya teşvik edilmektedir.” (Ortalama: 3,90 ve Standart sapma: 0,863), “Yenilikçi teknolojiler, çevre dostu tasarım

uygulamalarında müşteri işbirliği için bilgi alışverişini mümkün kılmaktadır.” (Ortalama: 3,84 ve Standart sapma: 0,841), “Çevresel riskler önceden belirlenebilmektedir.” (Ortalama: 3,78 ve Standart sapma: 1,055) ve “Ürünler, malzeme veya bileşen parçaları yeniden kullanılacak ve geri dönüştürülecek şekilde tasarlanmaktadır.” (Ortalama: 3,72 ve Standart sapma: 0,990) ifadelerine katılmaktadır.

Tablo 16: Yeşil Üretim Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinde daha temiz üretim stratejileri sağlamada müşteri işbirliği için bilgi alışverişini sağlamaktadır.	3,7000	,81441
B: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinin tüm unsurlarında farkındalık yaratarak tehlikeli maddelerin üretim sürecinde kullanımının azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır.	3,8800	,79898
C: Üretim süreçlerinde, yenilemez enerji tüketimini azaltan yeşil uygulamalar mevcuttur.	3,4000	1,03016
D: Üretimde toksik ve tehlikeli kimyasalların azaltılmasına ve yeşil malzeme kullanımına önem verilmektedir.	3,8600	,88086
E: Bilgi sistemleri kullanılarak üretimde enerji tüketimi etkin bir şekilde azaltılmaktadır.	3,9200	,94415
F: Kalite sorunları ve ürün arızası azalmıştır.	3,9800	,86873
G: Teknoloji, çevresel açıdan sürdürülebilir üretim uygulamalarının tüm potansiyelini ortaya çıkarabilir.	3,9000	,76265
H: Gerçek zamanlı tüketim verilerine dayalı akıllı üretim planlaması uygulanmaktadır.	3,7200	,96975

Tablo 16, işletmelerin yeşil üretim sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerle katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

Katılımcılar, en çok “Kalite sorunları ve ürün arızası azalmıştır.” (Ortalama: 3,98 ve Standart sapma: 0,868), “Bilgi sistemleri kullanılarak üretimde enerji tüketimi etkin bir şekilde azaltılmaktadır.” (Ortalama: 3,92 ve Standart sapma: 0,944), “Teknoloji, çevresel açıdan sürdürülebilir üretim uygulamalarının tüm potansiyelini ortaya çıkarabilir.” (Ortalama: 3,90 ve Standart sapma: 0,762) ifadelerine katılma eğilimindedir. Bu ifadeleri sırasıyla “Yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinin tüm unsurlarında farkındalık yaratarak tehlikeli maddelerin üretim sürecinde kullanımının azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır.” (Ortalama: 3,88 ve Standart sapma: 0,798), “Üretimde toksik ve tehlikeli kimyasalların azaltılmasına ve yeşil malzeme kullanımına önem verilmektedir.” (Ortalama: 3,86 ve Standart sapma: 0,880), “Gerçek zamanlı tüketim verilerine dayalı akıllı üretim planlaması uygulanmaktadır.” (Ortalama: 3,72 ve Standart sapma: 0,969) ve “Yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinde daha temiz üretim stratejileri sağlamada müşteri işbirliği için bilgi alışverişi sağlamaktadır.” (Ortalama: 3,70 ve Standart sapma: 0,814) ifadeleri izlemektedir.

Katılımcılar, “Üretim süreçlerinde, yenilemez enerji tüketimini azaltan yeşil uygulamalar mevcuttur.” (Ortalama: 3,40 ve Standart sapma: 1,030) ifadesine ise katılmama eğilimi göstermişlerdir.

Tablo 17: Yeşil Paketleme Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme için daha iyi müşteri işbirliği sağlamaktadır.	3,7600	,82214
B: Çevre dostu ambalaj tasarlamak veya geliştirmek için yenilikçi teknolojilerden yararlanılmaktadır.	3,6200	,98747
C: Paketleme, temiz üretim teknolojileri ve en iyi uygulamalar kullanılarak yapılmaktadır.	3,6400	,94242
D: Paketleme, malzemeleri ve enerjiyi optimize edecek şekilde tasarlanmaktadır.	3,6000	1,06904

Araştırmada yer alan işletmelerin yeşil paketleme sürecinde teknoloji kullanımına ilişkin ifadelerle verdikleri cevapların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17’ye göre, katılımcıların verilen ifadelerle, “Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme için daha iyi müşteri işbirliği sağlamaktadır.” (Ortalama: 3,76 ve Standart sapma: 0,822), “Paketleme, temiz üretim teknolojileri ve en iyi uygulamalar kullanılarak yapılmaktadır.” (Ortalama: 3,64 ve Standart sapma: 0,942), “Çevre dostu ambalaj tasarlamak veya geliştirmek için yenilikçi teknolojilerden yararlanılmaktadır.” (Ortalama: 3,62 ve Standart sapma: 0,987) ve “Paketleme, malzemeleri ve enerjiyi optimize edecek şekilde tasarlanmaktadır.” (Ortalama: 3,60 ve Standart sapma: 1,069), katıldıkları görülmektedir.

Tablo 18: Yeşil Pazarlama Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Tüketicilerin ürün alımlarında yeşil ürün seçimlerinin teşvik edilmesine yönelik bilgilendirme yapılmaktadır.	3,3600	,98478
B: Müşteriler, erken ürün tasarımı ve geliştirmeye katılmaya teşvik edilmektedir.	3,4800	1,01499
C: Teknolojinin sipariş yönetimi sürecine (siparişlerin doğru alınması, sipariş sürecindeki hata oranları açısından) olumlu bir etkisi vardır.	4,1200	,74615

İşletmelerin, yeşil pazarlama sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerle katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18 incelendiğinde, katılımcıların “Teknolojinin sipariş yönetimi sürecine (siparişlerin doğru alınması, sipariş sürecindeki hata oranları açısından) olumlu bir etkisi vardır.” (Ortalama: 4,12 ve Standart sapma: 0,746) ifadesine katılırken “Müşteriler, erken ürün tasarımı ve geliştirmeye katılmaya teşvik edilmektedir.”

(Ortalama: 3,48 ve Standart sapma: 1,014) ve “Tüketicilerin ürün alımlarında yeşil ürün seçimlerinin teşvik edilmesine yönelik bilgilendirme yapılmaktadır.” (Ortalama: 3,36 ve Standart sapma: 0,984) ifadelerine karşı kararsız oldukları görülmektedir.

Tablo 19: Yeşil Dağıtım Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Nakliye masraflarının azaltılmasında bilgi teknolojileri etkin biçimde kullanılmaktadır.	3,8000	1,06904
B: Yenilikçi teknolojiler, çevresel bilginin takip edilmesine yardımcı olmaktadır.	4,0800	,75160
C: Bilgi sistemleri ile emisyon ve atık üretimi izlenmektedir.	3,5800	1,17959
D: Akıllı ulaşım sistemi yönetimi uygulanmaktadır.	3,3600	1,15635
E: Güvenli bilgi akışı yönetimi uygulanmaktadır.	3,9600	,90260
F: Teknoloji kullanımı depo kapasitesinin etkin kullanımıyla ilgili olumlu bir etki sağlamıştır.	4,0400	,87970
G: Teknoloji ile yakıt tüketiminde tasarruf sağlanmaktadır.	3,8800	,87225
H: Teknolojinin, taşıma ve teslimata hız açısından olumlu bir etkisi vardır.	4,1200	,89534
I: Dağıtımlarda kullanılan araçlar, verimli ve daha az kirli teslim için iyileştirilmektedir.	3,7400	,87622

Tablo 19, işletmelerin yeşil dağıtım sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerle katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

Tablo 19’ a göre “Teknolojinin, taşıma ve teslimata hız açısından olumlu bir etkisi vardır.” (Ortalama: 4,12 ve Standart sapma: 0,895), “Yenilikçi teknolojiler, çevresel bilginin takip edilmesine yardımcı olmaktadır.” (Ortalama: 4,08 ve Standart sapma: 0,751) ve “Teknoloji kullanımı depo kapasitesinin etkin kullanımıyla ilgili olumlu bir etki sağlamıştır.” (Ortalama: 4,04 ve Standart sapma: 0,879), katılımcıların en çok

katıldıkları ifadelerdir. Bu ifadeleri sırasıyla, “Güvenli bilgi akışı yönetimi uygulanmaktadır.” (Ortalama: 3,96 ve Standart sapma: 0,902), “Teknoloji ile yakıt tüketiminde tasarruf sağlanmaktadır.” (Ortalama: 3,88 ve Standart sapma: 0,872), “Nakliye masraflarının azaltılmasında bilgi teknolojileri etkin biçimde kullanılmaktadır.” (Ortalama: 3,80 ve Standart sapma: 1,069), “Dağıtımlarda kullanılan araçlar, verimli ve daha az kirli teslim için iyileştirilmektedir.” (Ortalama: 3,74 ve Standart sapma: 0,876) ve “Bilgi sistemleri ile emisyon ve atık üretimi izlenmektedir. (Ortalama: 3,58 ve Standart sapma: 1,179) ifadeleri izlemektedir.

“Akıllı ulaşım sistemi yönetimi uygulanmaktadır.” (Ortalama: 3,36 ve Standart sapma: 1,156) ifadesine karşı ise katılımcıların kararsız oldukları görülmektedir.

Tablo 20: Tersine Lojistik Sürecinde Teknoloji Kullanımına İlişkin İfadelerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	ORTALAMA ($\bar{x}$)	STANDART SAPMA (σ)
A: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca hurda, ıskarta veya kullanılmış malzemelerin kaydedilmesine yardımcı olmakta ve böylece bertarafı için yeşil girişimlerin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır.	4,0200	,84491
B: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca malzeme ve bileşen parçalarının yeniden kullanılmasına, geri dönüştürülmesine, geri kazanılmasına yardımcı olmaktadır.	4,0000	,78246
C: Enerji kullanım göstergesi, azaltılmış sera gazı emisyonları, kirlilik ve atık, yenilenemeyen enerji kaynaklarının minimum tüketimi ve bileşenlerini yeniden kullanan ve geri dönüştüren teknolojiler kullanılmaktadır.	3,6600	,98167
D: Teknolojinin iş enerji talebi ve CO2 emisyonlarının azalması üzerinde olumlu bir etkisi vardır.	3,9600	,72731

Araştırmada yer alan işletmelerin tersine lojistik sürecinde teknoloji kullanımına ilişkin ifadelerle verdikleri cevapların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 20’ de gösterilmiştir.

Tablo 20, katılımcıların “Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca hurda, ıskarta veya kullanılmış malzemelerin kaydedilmesine yardımcı olmakta ve böylece bertarafı için yeşil girişimlerin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır.” (Ortalama: 4,02 ve Standart sapma: 0,844) ve “Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca malzeme ve bileşen parçalarının yeniden kullanılmasına, geri dönüştürülmesine, geri kazanılmasına yardımcı olmaktadır.” (Ortalama: 4,00 ve Standart sapma: 0,782) ifadelerine katılırken “Teknolojinin iş enerji talebi ve CO2 emisyonlarının azalması üzerinde olumlu bir etkisi vardır.” (Ortalama: 3,96 ve Standart sapma: 0,727) ve “Enerji kullanım göstergesi, azaltılmış sera gazı emisyonları, kirlilik ve atık, yenilenemeyen enerji kaynaklarının minimum tüketimi ve bileşenlerini yeniden kullanan ve geri dönüştüren teknolojiler kullanılmaktadır.” (Ortalama: 3,66 ve Standart sapma: 0,981) ifadelerine ise katılma eğiliminde olduklarını göstermektedir.

4.5.4. Araştırmanın Gerçekleştirildiği İşletmelerin Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullandığı Teknolojilere İlişkin Frekans Tabloları

Bu başlık altında, anket formunun 2. bölümünde yer alan ve “Lütfen ilgili süreçlerinizde kullanılan teknolojileri işaretleyiniz.” ifadesi ile katılımcıların yeşil tedarik zinciri süreçlerinde hangi teknolojileri kullandıklarını öğrenmeye yönelik hazırlanan tablodan elde edilen verilerin analizleri ve yorumları verilmektedir.

Tablo 21: Y TZ Süreçlerin Teknoloji Kullanımına Yönelik Çoklu Yanıtlar

	Cevaplanan Sayı (n)	Cevaplanan Yüzde (%)	Cevaplanmayan Sayı (n)	Cevaplanmayan Yüzde (%)	N	Toplam (%)
Tedarik	28	56,0%	22	44,0%	50	100,0%
Tasarım	35	70,0%	15	30,0%	50	100,0%
Üretim	43	86,0%	7	14,0%	50	100,0%
Paketleme	25	50,0%	25	50,0%	50	100,0%
Pazarlama	33	66,0%	17	34,0%	50	100,0%
Dağıtım	22	44,0%	28	56,0%	50	100,0%
Tersine lojistik	10	20,0%	40	80,0%	50	100,0%

Tablo 21, katılımcıların yeşil tedarik zinciri süreçlerinden hangilerinde ölçekte verilen teknolojilerden en az bir tanesini işaretleyerek verdikleri cevapların değerlerini göstermektedir.

Tabloda verilen değerlere göre, katılımcıların %86' sı üretim sürecinde en az bir teknoloji kullanmaktadır. Üretim sürecinden sonra en az bir teknoloji kullanılan süreçler %70 ile tasarım ve %66 ile pazarlama sürecidir. Bu süreçleri sırasıyla tedarik (%56), paketleme (%50), dağıtım (%44) ve tersine lojistik (%20) izlemektedir.

Aşağıda yer alan tablolar, hangi süreçlerde, hangi teknolojilerin, hangi oranda kullanıldığına yönelik analiz sonuçlarını göstermektedir. Bu kısımdaki tablolarda yer alan cevap sayısı toplamının örneklem hacmini geçmesinin (Cevap sayısı>50) sebebi ilgili analizlerin SPSS 26 programında “çoklu yanıt” yöntemiyle yapılmış olmasıdır.

Tablo 22: Yeşil tedarik sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	19	18,8%
Robotik	3	3,0%
3D/4D Katmanlı Üretim	1	1,0%
Kuantum bilişim	2	2,0%
Yapay zeka (AI)	2	2,0%
Artırılmış gerçeklik (AR)	1	1,0%
Blok zincir	8	7,9%
Büyük veri	7	6,9%
Simülasyon	5	5,0%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	5	5,0%
Bulut	11	10,9%
Konum algılama sistemleri	7	6,9%
Akıllı sensörler	8	7,9%
Sosyal medya	11	10,9%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	11	10,9%
TOPLAM	101	100,0%

Katılımcıların yeşil tedarik sürecinde hangi teknolojileri kullandıklarına dair verdikleri cevapların oranı Tablo 22’ de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde, katılımcıların %18,8 ile yeşil tedarik sürecinde en çok nesnelerin interneti (Iot) teknolojisini kullandıkları görülmektedir. Daha sonra bulut (%10,9), sosyal medya (%10,9) ve otomatik depolama/erişim sistemleri (%10,9) kullanımı dikkat çekmektedir. Bu teknolojileri sırasıyla blok zincir (%7,9), akıllı sensörler (%7,9), büyük veri (%6,9) ve konum algılama sistemleri (%6,9) izlemektedir.

Simülasyon (%5), siber fiziksel sistemler (CPS) (%5), robotik (%3), kuantum bilişim (%2), yapay zeka (AI) (%2), 3D/4D katmanlı üretim (%1) ve artırılmış gerçeklik (AR) (%1) teknolojilerinin ise yeşil tedarik sürecinde kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir.

Tablo 23: Yeşil tasarım sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	13	9,5%
Robotik	9	6,6%
3D/4D Katmanlı Üretim	10	7,3%
Kuantum bilişim	1	0,7%
Yapay zeka (AI)	7	5,1%
Artırılmış gerçeklik (AR)	9	6,6%
Blok zincir	5	3,6%
Büyük veri	7	5,1%
Simülasyon	18	13,1%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	6	4,4%
Bulut	10	7,3%
Konum algılama sistemleri	4	2,9%
Akıllı sensörler	14	10,2%
Sosyal medya	14	10,2%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	10	7,3%
TOPLAM	137	100,0%

Yeşil tasarım sürecinde kullanılan teknolojilere ilişkin verilen cevapların oranı Tablo 23'te gösterilmiştir.

Katılımcıların, yeşil tasarım sürecinde en çok simülasyon (%13,1) ve daha sonra akıllı sensörler (%10,2) ile sosyal medyayı (%10,2) kullandıkları görülmektedir. Nesnelerin interneti (IoT) (%9,5), 3D/4D katmanlı üretim (%7,3), bulut (%7,3), otomatik depolama/erişim sistemlerini (%7,3), robotik (%6,6) ve artırılmış gerçeklik (AR) (%6,6) teknolojileri, katılımcıların yeşil tasarımda yararlanmakta oldukları diğer teknolojilerdir.

Tabloya göre katılımcıların yeşil tasarımda en az kullandıkları teknolojiler, yapay zeka (AI) (%5,1), büyük veri (%5,1), siber fiziksel sistemler (CPS) (%4,4), blok zincir (%3,6), konum algılama sistemleri (%2,9) ve kuantum bilişimdir (%0,7).

Tablo 24: Yeşil üretim sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	22	11,8%
Robotik	25	13,4%
3D/4D Katmanlı Üretim	12	6,4%
Kuantum bilişim	3	1,6%
Yapay zeka (AI)	9	4,8%
Artırılmış gerçeklik (AR)	6	3,2%
Blok zincir	7	3,7%
Büyük veri	11	5,9%
Simülasyon	11	5,9%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	5	2,7%
Bulut	12	6,4%
Konum algılama sistemleri	12	6,4%
Akıllı sensörler	30	16,0%
Sosyal medya	11	5,9%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	11	5,9%
TOPLAM	187	100,0%

Tablo 24, yeşil üretim sürecinde katılımcıların hangi teknolojileri kullandıklarına dair verdikleri cevapların oranını göstermektedir.

Tablo 24 incelendiğinde, yeşil üretimde diğer teknolojilerden ziyade yoğun olarak akıllı sensörler (%16), robotik (%13,4) ve nesnelerin interneti (IoT) (%11,8) kullanılmaktadır. Katılımcılar, yakın oranlarda 3D/4D katmanlı üretim (%6,4), bulut (%6,4), konum algılama sistemleri (%6,4), büyük veri (%5,9), simülasyon (%5,9), sosyal medya (%5,9) ve otomatik depolama/erişim sistemlerini (%5,9) de kullanmaktadır.

Yeşil üretimde yapay zeka (AI) (%4,8), blok zincir (%3,7), artırılmış gerçeklik (AR) (%3,2) ve kuantum bilişim (%1,6) kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir.

Tablo 25: Yeşil paketleme sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	11	15,3%
Robotik	11	15,3%
3D/4D Katmanlı Üretim	2	2,8%
Yapay zeka (AI)	1	1,4%
Artırılmış gerçeklik (AR)	1	1,4%
Blok zincir	3	4,2%
Büyük veri	3	4,2%
Simülasyon	1	1,4%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	1	1,4%
Bulut	3	4,2%
Konum algılama sistemleri	4	5,6%
Akıllı sensörler	14	19,4%
Sosyal medya	6	8,3%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	11	15,3%
TOPLAM	72	100,0%

Yeşil paketleme sürecinde kullanılan teknolojilere ilişkin verilen cevapların oranı Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tabloya göre, katılımcıların %19,4 ile yeşil paketleme sürecinde en çok akıllı sensörleri kullandıkları görülmektedir. Bununla birlikte, nesnelerin interneti (IoT) (%15,3), robotik (%15,3) ve otomatik depolama/erişim sistemleri (%15,3) yoğun olarak kullanılmaktadır. Yeşil paketlemede sosyal medya (%8,3) ve konum algılama sistemleri (%5,6) de kullanılmakta olan diğer teknolojilerdir.

Tablo 25, katılımcıların yeşil paketlemede blok zincir (%4,2), büyük veri (%4,2), bulut (%4,2), 3D/4D katmanlı üretim (%2,8), yapay zeka (AI) (%1,4), artırılmış gerçeklik (AR) (%1,4), simülasyon (%1,4) ve siber fiziksel sistemleri (CPS) (%1,4) teknolojilerini oldukça az kullanmakta olduğunu göstermektedir.

Katılımcıların yeşil paketlemede kuantum bilişim teknolojisini hiç kullanmadıkları görülmektedir.

Tablo 26: Yeşil pazarlama sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	9	9,1%
Robotik	1	1,0%
3D/4D Katmanlı Üretim	3	3,0%
Kuantum bilişim	2	2,0%
Yapay zeka (AI)	3	3,0%
Artırılmış gerçeklik (AR)	1	1,0%
Blok zincir	7	7,1%
Büyük veri	7	7,1%
Simülasyon	8	8,1%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	4	4,0%
Bulut	11	11,1%
Konum algılama sistemleri	3	3,0%
Akıllı sensörler	8	8,1%
Sosyal medya	24	24,2%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	8	8,1%
TOPLAM	99	100,0%

Katılımcıların yeşil pazarlama sürecinde hangi teknolojileri kullandıklarına dair verdikleri cevapların oranı Tablo 26'da verilmiştir.

Tabloya göre, %24,2 ile katılımcıların yeşil pazarlamada en çok kullandığı teknolojinin sosyal medya olduğu görülmektedir. Bu teknolojiyi sırasıyla bulut (%11,1), nesnelerin interneti (IoT) (%9,1), simülasyon (%8,1), akıllı sensörler (%8,1), otomatik depolama/erişim sistemleri (%8,1), blok zincir (%7,1) ve büyük veri (%7,1) izlemektedir.

Siber fiziksel sistemler (CPS) (%4), 3D/4D katmanlı üretim (%3), yapay zeka (AI) (%3), konum algılama sistemleri (%3), kuantum bilişim (%2), robotik (%1) ve artırılmış gerçeklik (AR) (%1) kullanımının yeşil pazarlamada oldukça az olduğu görülmektedir.

Tablo 27: Yeşil dağıtım sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	8	13,3%
Robotik	1	1,7%
Blok zincir	6	10,0%
Büyük veri	4	6,7%
Simülasyon	5	8,3%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	2	3,3%
Bulut	6	10,0%
Konum algılama sistemleri	7	11,7%
Akıllı sensörler	5	8,3%
Sosyal medya	7	11,7%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	9	15,0%
TOPLAM	60	100,0%

Tablo 27, yeşil dağıtım sürecinde katılımcıların hangi teknolojileri kullandıklarına dair verdikleri cevapların oranını göstermektedir.

Katılımcıların yeşil dağıtımda en çok kullandıkları teknolojinin otomatik depolama/erişim sistemleri (%15) olduğu görülmektedir. Bu teknolojiyi, nesnelerin

interneti (IoT) (%13,3), konum algılama sistemleri (%11,7) ve sosyal medya (%11,7), blok zincir (%10), bulut (%10), simülasyon (%8,3), akıllı sensörler (%8,3) ve büyük veri (%6,7) kullanımı takip etmektedir.

Tabloya göre yeşil dağıtımda siber fiziksel sistemler (CPS) (%3,3) ve robotik (%1,7) kullanımı ise oldukça azdır.

Katılımcıların yeşil dağıtımda 3D/4D katmanlı üretim, kuantum bilişim, yapay zeka ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini hiç kullanmadıkları anlaşılmaktadır.

Tablo 28: Tersine lojistik sürecinde yenilikçi teknoloji kullanımı

	Cevap sayısı (n)	Cevap yüzdesi (%)
Nesnelerin İnterneti (Iot)	3	11,5%
Yapay zeka (AI)	1	3,8%
Blok zincir	3	11,5%
Büyük veri	2	7,7%
Simülasyon	2	7,7%
Siber fiziksel sistemler (CPS)	1	3,8%
Bulut	4	15,4%
Konum algılama sistemleri	1	3,8%
Akıllı sensörler	3	11,5%
Sosyal medya	3	11,5%
Otomatik depolama/erişim sistemleri	3	11,5%
TOPLAM	26	100,0%

Katılımcıların tersine lojistik sürecinde hangi teknolojileri kullandıklarına dair verdikleri cevapların oranı Tablo 28’ de verilmiştir.

Tablo 28 incelendiğinde, tersine lojistikte %15,4 ile en çok bulut teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, nesnelerin interneti (IoT) (%11,5), blok zincir (%11,5), akıllı sensörler (%11,5), sosyal medya (%11,5) ve otomatik depolama/ erişim sistemleri (%11,5) teknolojilerinin aynı oranda kullanımı dikkat çekmektedir. Bu teknolojileri büyük veri (%7,7) ve simülasyon (%7,7) izlemektedir.

Katılımcıların, tersine lojistikte yapay zeka (AI) (%3,8), siber fiziksel sistemler (CPS) (%3,8) ve konum algılama sistemleri (%3,8) kullanımı ise oldukça azdır.

Robotik, 3D/4D katmanlı üretim, kuantum bilişim ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojileri ise katılımcılar tarafından tersine lojistikte hiç kullanılmayan teknolojilerdir.

4.5.5. Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yenilikçi Teknoloji Kullanımının Sektörlere Göre Dağılımı

Bu başlık altında, araştırmada yer alan katılımcıların hangi teknolojiyi hangi süreçte kullandıklarına ve teknoloji kullanımının sektörlere göre dağılımına ilişkin sonuçlar ve yorumları yer almaktadır.

Tablo 29: Y TZ Süreçlerinde Nesnelerin İnterneti (IoT) Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/elektronik/makine	2	2	1		3	1	
Otomotiv/otomotiv yan sanayi	8	3	9	1		1	
Gıda/ tarım	2	1	2	3		1	
Tekstil	4	5	6	5	2	2	2
Kimya	1	1	2	1	1	1	
Diğer	2	1	2	1	3	2	1
Toplam	19	13	22	11	9	8	3

Tablo 29, nesnelerin interneti teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo incelendiğinde, IoT' nin süreç olarak en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe, üretim (9) ve tedarik (8) süreçlerinde kullanıldığı görülmektedir. Bunu,

üretim (6), tasarım (5) ve paketleme (5) alanında IoT kullanımı ile Tekstil sektörü izlemektedir. Tasarım ve paketleme sürecinde IoT kullanımı en çok Tekstil sektörü tarafından gerçekleştirilmiştir. Gıda/ tarım sektörünün paketleme (3) ve elektrik/ elektronik/ makine sektörünün pazarlama (3) süreçlerinde IoT teknolojisinden diğer süreçlerine nazaran daha çok faydalandıkları görülmektedir. İlgili sektörlerin diğer süreçlerinde ve diğer sektörlerde ise IoT kullanımı ise oldukça azdır.

Tablo 29 genel olarak ele alındığında ise, süreçlerinde en çok IoT kullanan sektör Tekstildir.

Tablo 30: YTZ Süreçlerinde Robotik Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım
Elektrik/ elektronik/ makine		2	3		1	
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	2	2	15	3		
Gıda/ tarım	1	1	3	3		
Tekstil		3	2	3		1
Kimya			1	1		
Diğer		1	1	1		
Toplam	3	9	25	11	1	1

Tablo 30, robotik teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo 30, robotik teknolojisinin en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe ve üretim (15) süreçlerinde kullanıldığını göstermektedir. Daha sonra, paketleme (3), tedarik (2) ve tasarım (2) alanında kullanılmaktadır.

Robotik, Tekstil sektöründe; tasarım (3), üretim (2), paketleme (3) ve dağıtım (1), Gıda/ tarım sektöründe; üretim (3), paketleme (3), tedarik (1) ve tasarım (1); elektrik/

elektronik/ makine sektöründe; üretim (3), tasarım (2) ve pazarlama (1) süreçlerinde kullanılmaktadır.

Robotik kullanımına genel olarak bakıldığında en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe kullanıldığı görülmektedir. Kimya ve diğer içinde yer alan sektörlerde robotik kullanımı neredeyse hiç yoktur.

İlgili sektörlerin tersine lojistik sürecinde robotik kullanılmadığı görülmektedir.

Tablo 31: YTZ Süreçlerinde 3D/4D Katmanlı Üretim Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama
Elektrik/ elektronik/ makine		2			1
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	1	5	7		
Gıda/ tarım			1	1	1
Tekstil		1	2	1	1
Kimya			1		
Diğer		2	1		
Toplam	1	10	12	2	3

3D/ 4D katmanlı üretim teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıkları Tablo 31’ de yer almaktadır.

Tablo ‘ya göre 3D/ 4D teknolojisi, en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün üretim (7), tasarım (5), tedarik(1) süreçlerinde kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde ise 3D/ 4D kullanımı oldukça azdır.

Bununla birlikte ilgili sektörlerin dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde 3D/ 4D kullanılmadığı görülmektedir.

Tablo 32: Y TZ Süreçlerinde Kuantum Bilişim Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Pazarlama
Elektrik/ elektronik/ makine		1		
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	2		1	
Gıda/ tarım			1	1
Tekstil				1
Kimya			1	
Toplam	2	1	3	2

Tablo 32, kuantum bilişim teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo incelendiğinde, Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe tedarik (2) ve üretim (1); Gıda/ tarım sektöründe üretim (1) ve pazarlama (1); Elektrik/ elektronik/ makine sektöründe tasarım (1); tekstil sektöründe pazarlama (1); ve Kimya sektöründe üretim (1) süreçlerinde kuantum bilişim kullanıldığı görölmektedir. Ancak genel olarak bakıldığında, kuantum bilişim kullanımının oldukça az olduğu görölmektedir.

Kuantum bilişim, ilgili sektörlerin paketleme, dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde katılımcılar tarafından kullanılmamaktadır.

Tablo 33: Y TZ Süreçlerinde Yapay Zeka Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine		1				
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	1	3	6		1	
Gıda/ tarım		1	1		1	
Tekstil	1	1	1	1		1
Kimya		1				
Diğer			1		1	
Toplam	2	7	9	1	3	1

Yapay zeka teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıkları Tablo 33’ te yer almaktadır.

Tablo ‘ya göre yapay zeka, en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün üretim (6) ve tasarım (3) sürecinde kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde ise yapay zeka kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir.

Katılımcılar, ilgili sektörlerin dağıtım sürecinde yapay zeka kullanmamaktadır.

Tablo 34: Y TZ Süreçlerinde Artırılmış Gerçeklik Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama
Elektrik/ elektronik/ makine		3			
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	1	2	4		
Gıda/ tarım		1	1	1	1
Tekstil		1			
Kimya		1			
Diğer		1	1		
Toplam	1	9	6	1	1

Tablo 34, artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo incelendiğinde; Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörü üretim (4), tasarım (3) ve tedarik (1); Elektrik/ elektronik/ makine sektörü tasarım (3); Gıda/ tarım sektörü tasarım (1), üretim (1), paketleme (1) ve pazarlama (1); Tekstil sektörü tasarım (1); ve Kimya sektörü tasarım (1) sürecinde artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanmaktadır.

Katılımcılar, ilgili sektörlerin dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde artırılmış gerçeklik kullanmamaktadır.

Tablo 35: Y TZ Süreçlerinde Blok Zincir Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine					1		
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	4	2	4		1	3	1
Gıda/ tarım					1		
Tekstil	3	2	2	1	3	2	2
Kimya				1			
Diğer	1	1	1	1	1	1	
Toplam	8	5	7	3	7	6	3

Tablo 35, blok zincir teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo incelendiğinde, blok zincirin süreç olarak en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe, üretim (4), tedarik (4), dağıtım (3), tasarım (2), pazarlama (1) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde kullanıldığı görülmektedir. Bunu, tedarik (3), pazarlama (3), tasarım (2), üretim (2), dağıtım (2), tersine lojistik (2) ve paketleme (5) süreçlerinde blok zincir kullanımı ile Tekstil sektörü izlemektedir.

Blok zincir kullanımı genel olarak ele alındığında, Otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve Tekstil sektörlerinde aynı derecede kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde ise blok zincir kullanımı oldukça azdır.

Tablo 36: Y TZ Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine			1				
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	3	4	6		3	2	
Gıda/ tarım	1	1	1	1	1		
Tekstil	1	1	2	1	1	1	1
Kimya	1						
Diğer	1	1	1	1	2	1	1
Toplam	7	7	11	3	7	4	2

Büyük veri teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıkları Tablo 36’ da yer almaktadır.

Tablo 36, büyük verinin en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün üretim (6) sürecinde kullanıldığını göstermektedir. Daha sonra, tasarım (4), tedarik (3), pazarlama (3) ve dağıtım (2) süreçlerinde kullanılmaktadır.

Tablo genel olarak ele alındığında, büyük veri kullanımı en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve daha sonra Tekstil sektöründe kullanılmaktadır. Bu sektörleri sırasıyla Gıda/ tarım, Elektrik/ elektronik/ makine ve Kimya sektörü izlemektedir.

Tablo 37: Y TZ Süreçlerinde Simülasyon Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine		4	2		1	1	
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	4	11	7		1	1	1
Gıda/ tarım		1		1	2		
Tekstil	1	1	1		2	1	
Kimya			1		1		1
Diğer		1			1	2	
Toplam	5	18	11	1	8	5	2

Tablo 37, simülasyon kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo 37 incelendiğinde simülasyon en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün tasarım (11), üretim (7) ve tedarik (4) süreçlerinde kullanıldığı görülmektedir. Elektrik/ elektronik/ makine sektöründe ise tasarım (4) ve üretim (2) süreçlerinde simülasyon kullanımı diğer süreçlerine nazaran daha çoktur.

İlgili sektörlerde simülasyon kullanımı sırasıyla Otomotiv/ otomotiv yan sanayi, Elektrik/ elektronik/ makine, Tekstil, Gıda/ tarım ve Kimya sektörüdür.

Tablo 38: YTZ Süreçlerinde Siber Fiziksel Sistemler (CPS) Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	3	4	4			1	
Gıda/ tarım	1	1			1		
Tekstil	1	1	1	1	2	1	1
Kimya					1		
Toplam	5	6	5	1	4	2	1

Tablo 38, siber fiziksel sistemleri (CPS) kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tabloya göre siber fiziksel sistemler en fazla Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün tasarım (4), üretim (4), tedarik (3) ve dağıtım (1) süreçlerinde kullanılmaktadır. Bu sektörü sırasıyla; Tekstil sektöründe pazarlama (2), tedarik (1), tasarım (1), üretim (1), paketleme (1), dağıtım (1) ve tersine lojistik (1); Gıda/ tarım sektöründe tedarik (1), tasarım (1) ve pazarlama (1); ve Kimya sektöründe pazarlama (1) süreçleri izlemektedir. Ancak genel kullanıma bakıldığında siber fiziksel sistemlerin kullanımı Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörü dışında oldukça azdır.

Tablo 39: YTZ Süreçlerinde Bulut Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine	1	2	2	1	1	1	1
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	7	7	7	1	3	1	1
Gıda/ tarım	1				1		
Tekstil	1	1	1		3	3	2
Kimya			1	1	1	1	
Diğer	1		1		2		
Toplam	11	10	12	3	11	6	4

Bulut teknolojisini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıkları Tablo 39’ da yer almaktadır.

Tablo 39, bulut en çok Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe tedarik (7), tasarım (7), üretim (7), pazarlama (3), paketleme (1), dağıtım (1) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde kullanıldığını göstermektedir. Bulut kullanımı daha sonra en çok sırasıyla Tekstil, Elektrik/ elektronik/ makine, Kimya ve Gıda/ tarım sektöründedir.

Tablo 40: YTZ Süreçlerinde Konum Algılama Sistemleri Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	4	1	7	2	1	2	1
Gıda/ tarım	1	1	2	1			
Tekstil	1	1		1	1	1	
Kimya			1			1	
Diğer	1	1	2		1	3	
Toplam	7	4	12	4	3	7	1

Konum Algılama Sistemlerini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıkları Tablo 40’ ta yer almaktadır.

Tabloya göre, konum algılama sistemleri en fazla Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün üretim (7) ve tedarik (4) süreçlerinde kullanılmaktadır. Daha sonra adı geçen sektörler dışında daha çok kullanıldığı görülmektedir. Konum algılama sistemlerinin Gıda/ tarım ve Tekstil sektörlerinde kullanımının ise aynı derecededir.

Kimya sektöründeki katılımcılar konum algılama sistemlerini çok az kullanılırken, Elektrik/ elektronik/ makine sektöründe yer alan katılımcıların ilgili teknolojiyi kullanmadıkları görülmektedir.

Tablo 41: YTZ Süreçlerinde Akıllı Sensör Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine		2	3		2	1	
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	3	7	13	3	1	2	1
Gıda/ tarım	2	2	4	4	1		
Tekstil	2	1	5	4	2	1	1
Kimya		1	2	1			
Diğer	1	1	3	2	2	1	1
Toplam	8	14	30	14	8	5	3

Tablo 41, akıllı sensör kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tablo incelendiğinde akıllı sensörlerin en fazla Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün üretim (13), tasarım (7), tedarik (3), paketleme (3), dağıtım (2), pazarlama (1) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde kullanıldığı görülmektedir. Bunu, üretim (5), paketleme (4), tedarik (2), pazarlama (2), tasarım (1), dağıtım (1) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde akıllı sensör kullanımıyla Tekstil sektörü izlemektedir.

Akıllı sensörler daha sonra sırasıyla; Gıda/ tarım sektörünün üretim (4), paketleme (4), tedarik (2), tasarım (2) ve pazarlama (1); Elektrik/ elektronik/ makine sektörünün üretim (3), tasarım (2), pazarlama (2) ve dağıtım (1); Kimya sektörünün üretim (2), tasarım (1) ve paketleme (1) süreçlerinde kullanılmaktadır. Bu sektörler dışında da akıllı sensörlerin kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 42: YTZ Süreçlerinde Sosyal Medya Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine	1	1	1	1	5	1	1
Otomotiv ve otomotiv yan sanayi	2	4	4	1	5	3	1
Gıda/ tarım	2	2	2	2	2	1	
Tekstil	2	5	2	1	7	1	
Kimya	1				2		
Diğer	3	2	2	1	3	1	1
Toplam	11	14	11	6	24	7	3

Sosyal medya kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıkları Tablo 42’ de yer almaktadır.

Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörü, pazarlama (5), tasarım (4), üretim (4), dağıtım (3), tedarik (2), paketleme (1) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde sosyal medya kullanımıyla, ilgili teknolojiyi en çok kullanan sektördür.

Tekstil sektörü ise sosyal medyayı en çok kullanan ikinci sektördür. Tekstil sektöründeki katılımcıların pazarlama (7), tasarım (5), tedarik (2), üretim (2), paketleme (1) ve dağıtım (1) süreçlerinde sosyal medyayı kullandıkları görülmektedir.

Elektrik/ elektronik/ makine ve Gıda/ tarım sektöründeki katılımcılar, sosyal medyayı aynı derecede kullanmaktadır. Sosyal medya, Kimya sektöründe yer alan katılımcılar tarafından ise oldukça az kullanılmaktadır. Bu sektörler dışında da sosyal medya kullanımının olduğu görülmektedir.

Tablo 43: YTZ Süreçlerinde Otomatik Depolama ve Erişim Sistemleri Kullanımının Sektörlere İlişkin Dağılımı

Sektör	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Elektrik/ elektronik/ makine	1		1				
Otomotiv/ otomotiv yan sanayi	6	6	4	3	3	4	1
Gıda/ tarım	2	2	2	2		1	
Tekstil	1	2	3	3	3	3	1
Kimya			1	1			
Diğer	1			1	2	1	1
Toplam	11	10	11	10	8	9	3

Tablo 43, otomatik depolama ve erişim sistemlerini kullanan katılımcıların yer aldıkları sektörleri ve hangi süreçte bu teknolojiyi kullandıklarını göstermektedir.

Tabloya göre, otomatik depolama ve erişim sistemleri en fazla Otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörünün tedarik (6), tasarım (6), üretim (4), dağıtım (4), paketleme (3), pazarlama (3) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde kullanılmaktadır. İlgili teknoloji, ikinci olarak en çok Tekstil sektörünün üretim (3), paketleme (3), pazarlama (3), dağıtım (3), tasarım (2), tedarik (1) ve tersine lojistik (1) süreçlerinde kullanılmaktadır.

Gıda/ tarım sektöründe yer alan katılımcılar, tedarik (2), tasarım (2), üretim (2), paketleme (2) ve dağıtım (1) süreçlerinde otomatik depolama ve erişim sistemlerini kullanmaktadır. Elektrik/ elektronik/ makine, Kimya ve diğer sektörlerdeki katılımcıların ilgili teknolojiyi oldukça az kullandıkları görülmektedir.

4.5.6. Korelasyon Analizleri

Ölçekler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla Pearson Korelasyon Analizi (Basit Korelasyon Analizi) kullanılmıştır. Korelasyon analizi, iki değişken arasında anlamlı bir

ilişkinin olup olmadığı ve ilişkinin olması durumunda bu ilişkinin gücü ve yönü hakkında bilgi vermektedir. Basit korelasyonda, iki değişken arasındaki ilişkiye etki edebilecek çevresel faktörlerin etkisi göz ardı edilmektedir. Pearson Korelasyon analizi hipotezleri, karar vericisi, ilişkinin yönü ve gücüne yönelik yorumlar şu şekildedir (Cevahir, t.y., s. 113):

Hipotezleri:

- H_0 : X ve Y değişkenleri arasında ilişki yoktur.
- H_1 : X ve Y değişkenleri arasında ilişki vardır.

Karar:

Korelasyon analizi sonucunda, değişkenler arasında ilişkinin varlığı p değerine göre karar verilmektedir. $p < 0,05$ olduğunda iki değişken arasında bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir.

İlişkinin yönü:

Korelasyon analizi sonucunda değişkenler arasında bir ilişki olduğunda, ilişkinin yönü r değerine göre belirlenmektedir. r değeri, -1 ile +1 arasında bir değer almaktadır. r, + olduğunda, ilişkinin pozitif yönde olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, değişkenlerden birinin değeri arttığında diğerinin değeri de artırmakta veya azaldığında diğerinin değeri de azalmaktadır. r, - olduğunda ise, ilişkinin negatif yönde olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, değişkenlerden birinin değeri artıyorsa diğerinin değeri azalmakta veya birinin değeri azalırken diğerinin değeri artmaktadır.

İlişkinin gücü:

Korelasyon analizi tablosundaki r değeri, ilişkinin gücünü ve etki büyüklüğünü göstermektedir (Cevahir, t.y., s. 114). r' nin -1 ile +1 arasında bulunduğu değere göre r katsayısının yorumu Tablo 'da gösterilmektedir.

Tablo 44: Pearson Korelasyon Katsayısı İlişki Düzeyi Tablosu

Pearson Korelasyon Katsayısı (r)	İlişki
0,00 – 0,25	Çok zayıf
0,26 – 0,49	Zayıf
0,50 – 0,69	Orta
0,70 – 0,89	Yüksek
0,90 – 1,00	Çok yüksek

Kaynak: Yelok, 2017, s. 164

Elde edilen bulgular aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 45: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Satın Alma Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Yeşil satın alma
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,746**
	p		,000
	N	50	50

**. Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil satın alma ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 45' te yer almaktadır. Tabloda görüleceği üzere, Pearson korelasyon katsayısı $r = ,746$ ve $p = ,000$ olarak bulunmuştur. $r > 0,70$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil satın alma arasında güçlü ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Ve bulunan korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır.

“H₁: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil satın alma arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 46: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Tasarım Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Yeşil Tasarım
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,710**
	P		,000
	N	50	50

** . Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil tasarım ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 46’da yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında, Pearson korelasyon katsayısı $r = ,710$ ve $p = ,000$ olarak bulunmuştur. $r > 0,70$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil tasarım arasında güçlü ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle yenilikçi teknoloji kullanımı ve yeşil tasarım arasında ilişki güçlü ve anlamlı olarak artmaktadır.

“H₂: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tasarım arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 47: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Üretim Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Yeşil Üretim
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,635**
	p		,000
	N	50	50

**, Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil üretim ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 47’de yer almaktadır. Tabloda görüleceği üzere, Pearson korelasyon katsayısı $r = ,635$ ve $p = ,000$ olarak bulunmuştur. $0,50 < r < 0,69$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil üretim arasında orta düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır.

“H₃: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil üretim arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 48: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Paketleme Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Yeşil Paketleme
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,452**
	p		,001
	N	50	50

**, Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil paketleme ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 48’de yer almaktadır. Analiz sonuçlarında, Pearson korelasyon

katsayısı $r = ,452$ ve $p = ,001$ olarak bulunmuştur. $0,26 < r < 0,49$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil paketleme arasında zayıf ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır.

“H₄: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil paketleme arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 49: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Pazarlama Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Yeşil Pazarlama
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,573**
	p		,000
	N	50	50

** . Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil pazarlama ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 49’ da yer almaktadır. Tabloda görüleceği üzere, Pearson korelasyon katsayısı $r = ,573$ ve $p = ,000$ olarak bulunmuştur. $0,50 < r < 0,69$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil pazarlama arasında orta düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle yenilikçi teknoloji kullanımı ve yeşil pazarlama arasındaki ilişki orta düzeyde ve anlamlı olarak artmaktadır.

“H₅: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil pazarlama arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 50: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Yeşil Dağıtım Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Yeşil Dağıtım
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,577**
	p		,000
	N	50	50

**. Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil dağıtım ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 50’ de yer almaktadır. Tabloda görüleceği üzere, Pearson korelasyon katsayısı $r = ,577$ ve $p = ,000$ olarak bulunmuştur. $0,50 < r < 0,69$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil dağıtım arasında orta düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır.

“H₆: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil dağıtım arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 51: Yenilikçi Teknoloji Kullanımı ile Tersine Lojistik Arasındaki İlişkiye Yönelik Korelasyon Analizi

		Yenilikçi Teknolojiler	Tersine Lojistik
Yenilikçi Teknolojiler	Korelasyon katsayısı (r)	1	,508**
	p		,000
	N	50	50

**. Korelasyon $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Yenilikçi teknoloji kullanımı ile tersine lojistik ölçekleri arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon analizi Tablo 51’de yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında, Pearson

korelasyon katsayısı $r = ,508$ ve $p = ,000$ olarak bulunmuştur. $0,50 < r < 0,69$ olduğundan yenilikçi teknoloji kullanımı ile tersine lojistik arasında orta düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısına bakıldığında $p < 0,05$ olduğundan anlamlı olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle yenilikçi teknoloji kullanımı ve tersine lojistik arasındaki ilişki orta düzeyde ($0,5 < r < 0,69$) ve anlamlıdır.

“H₇: Yenilikçi teknolojiler ile tersine lojistik arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında bir ilişki olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları doğrultusunda H₁, H₂, H₃, H₄, H₅, H₆ ve H₇ hipotezlerinin kabul/red durumu Tablo 52’ de verilmiştir.

Tablo 52: Korelasyon Analizine İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu

Hipotezler	Korelasyon katsayısı (r)	p	Kabul/ Red
H ₁ :Yenilikçi teknolojiler ile yeşil satın alma arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,746	,000	Kabul
H ₂ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tasarım arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,710	,000	Kabul
H ₃ : Yenilikçi teknolojiler ile üretim arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,635	,000	Kabul
H ₄ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil paketleme arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,452	,001	Kabul
H ₅ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil pazarlama arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,573	,000	Kabul
H ₆ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil dağıtım arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,577	,000	Kabul
H ₇ : Yenilikçi teknolojiler ile tersine lojistik arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.	,508	,000	Kabul

4.5.7. Basit Doğrusal Regresyon Analizleri

Basit doğrusal regresyon analizi, bir bağımsız değişken ile bir bağımlı değişken arasında doğrusal bir ilişki olması durumunda, bağımlı değişkenin ne kadarının bağımsız değişken tarafından açıklandığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, biri bağımsız ve diğeri bağımlı iki değişken arasındaki doğrusal ilişki değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme şu şekilde yapılmaktadır: Model anlamlı olduğunda ($p < 0,05$), bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin yönü ve gücü R katsayısı ile belirlenmektedir. R^2 ise, bağımlı değişkenin yüzde kaçının bağımsız değişken tarafından açıklanmakta olduğunu göstermektedir (Cevahir, t.y., ss. 125-126).

Modelde yer alan Durbin- Watson testi ise otokorelasyon (hataların birbirinden bağımsız olması) olup olmadığını göstermektedir. Bu değer 1,5- 2,5 arasında ise otokorelasyon yoktur (Ufuk, 2019, s. 179).

Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını test etmek amacıyla basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Burada bahsedilen yenilikçi teknolojiler ankette yer alan 15 farklı teknolojiyi kapsamakta ve bağımsız değişken olarak ele alınmaktadır. Bağımlı değişkenler ise yeşil tedarik zinciri (yeşil satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, tersine lojistik) süreçlerinden oluşmaktadır.

İlk olarak, yenilikçi teknolojilerin yeşil satın alma üzerindeki etkisi test edilmiştir.

Tablo 53: Yeşil Satın Alma Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin- Watson
					R^2 Değişikliği	F Değişikliği	sd1	sd2	Sig. F Değişikliği	
1	,746	,557	,548	,44152	,557	60,369	1	48	,000	2,370

Tablo 53’ te yer alan R^2 değerine göre, bağımlı değişkendeki değişimin %55,7 ‘lik kısmı bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır. Bir diğer ifadeyle, yeşil satın alma sürecindeki değişimin %55,7’ si yenilikçi teknolojiler tarafından açıklanmaktadır. Durbin- Watson değeri (2,370) ise modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 54: Yeşil Satın Alma Varyans Analizi Tablosu

	Model	Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	11,768	1	11,768	60,369	,000
	Residual	9,357	48	,195		
	Toplam	21,125	49			

Tablo 54’ te görüleceği üzere $p < 0,05$ olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır ($p=0,00$).

Tablo 55: Yeşil Satın Alma Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	,769	,382		2,010	,050					
	Yenilikçi teknolojiler	,716	,092	,746	7,770	,000	,746	,746	,746	1,000	1,000

Modelin parametre değerleri Tablo 55’ te yer almaktadır. Tabloya göre, sabit terim 0,769 olarak bulunmuştur. ($p < 0,05$ olduğundan, yenilikçi teknolojilerin yeşil satın alma üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Bir başka ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin yeşil satın alma üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojiye bir birimlik artış, yeşil satın almayı 0,716 birim artırmaktadır.

“H₈: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil satın alma arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul etmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin yeşil tasarım üzerindeki etkisine ilişkin test sonuçları ise aşağıda yer almaktadır.

Tablo 56: Yeşil Tasarım Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin-Watson
					R ² Değişikliği	F Değişikliği	sd1	sd2	Sig. F Değişikliği	
1	,710	,504	,494	,47372	,504	48,767	1	48	,000	2,188

Tablo 56’da yer alan R² değerine göre, bağımlı değişkendeki değişimin %50,4 ‘lük kısmı bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır. Bir diğer ifadeyle, yeşil tasarım sürecindeki değişimin %50,4’ ü yenilikçi teknolojiler tarafından açıklanmaktadır. Durbin- Watson değeri (2,188) ise modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 57: Yeşil Tasarım Varyans Analizi Tablosu

Model		Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	10,944	1	10,944	48,767	,000
	Residual	10,772	48	,224		
	Toplam	21,716	49			

Tablo 57’ de görüleceği üzere p <0,05 olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır (p=0,00).

Tablo 58: Yeşil Tasarım Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	1,070	,410		2,609	,012					
	Yenilikçi teknolojiler	,690	,099	,710	6,983	,000	,710	,710	,710	1,000	1,000

Modelin parametre değerleri Tablo 58’ de yer almaktadır. Tabloya göre, sabit terim 1,070 olarak bulunmuştur. $(p) < 0,05$ olduğundan, yenilikçi teknolojilerin yeşil tasarım üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Bir diğer ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin yeşil tasarım üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojideki bir birimlik artış, yeşil tasarımı 0,690 birim artırmaktadır.

“H₉: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tasarım arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Daha sonra, yenilikçi teknolojilerin yeşil üretim üzerindeki etkisi test edilmiştir.

Tablo 59: Yeşil Üretim Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin-Watson
					R ² Değişikliği	F Değişikliği	sd1	sd2	Sig. F Değişikliği	
1	,635	,404	,391	,48812	,404	32,499	1	48	,000	2,370

Tablo 59’ da yer alan sonuçlara göre modelin R² değeri 0,404 olarak bulunmuştur. Bu durum, yenilikçi teknolojilerin yeşil üretim sürecindeki değişimin %40,4’ ünü açıkladığını göstermektedir. Durbin- Watson değeri (2,370), modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 60: Yeşil Üretim Varyans Analizi Tablosu

Model		Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	7,743	1	7,743	32,499	,000
	Residual	11,437	48	,238		
	Toplam	19,180	49			

Tablo 60’ a bakıldığında $p=0,00$ olduğu görülmektedir. Bu durumda, $p < 0,05$ olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır.

Tablo 61: Yeşil Üretim Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	1,417	,423		3,352	,002					
	Yenilikçi teknolojiler	,580	,102	,635	5,701	,000	,635	,635	,635	1,000	1,000

Tablo 61, modelin parametre değerlerini göstermektedir. Tabloya göre, sabit terim 1,417 olarak bulunmuştur. $(p) < 0,05$ olduğundan, yenilikçi teknolojilerin yeşil üretim üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Başka bir ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin yeşil üretim üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojideki bir birimlik artış, yeşil üretimi 0,580 birim artırmaktadır.

“H₁₀: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil üretim arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin yeşil paketleme üzerindeki etkisini test etmek amacıyla yapılan regresyon analizi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 62: Yeşil Paketleme Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin-Watson
					R ² Değişikliği	F Değişikliği	sd1	sd2	Sig. F Değişikliği	
1	,452	,204	,187	,71248	,204	12,303	1	48	,001	2,473

Tablo 62’ de yer alan sonuçlara göre modelin R² değeri 0,204 olarak bulunmuştur. Bu durum, yenilikçi teknolojilerin yeşil paketleme sürecindeki değişimin %20,4’ ünü açıkladığını göstermektedir. Durbin- Watson değeri (2,473), modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 63: Yeşil Paketleme Varyans Analizi Tablosu

Model		Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	6,245	1	6,245	12,303	,001
	Residual	24,366	48	,508		
	Toplam	30,611	49			

Tablo 63' e bakıldığında $p=0,01$ olduğu görülmektedir. Bu durumda, $p < 0,05$ olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır.

Tablo 64: Yeşil Paketleme Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	1,520	,617		2,463	,017					
	Yenilikçi teknolojiler	,521	,149	,452	3,508	,001	,452	,452	,452	1,000	1,000

Tablo 64, modelin parametre değerlerini göstermektedir. Tabloya göre, sabit terim 1,520 olarak bulunmuştur. $(p) < 0,05$ olduğundan, yenilikçi teknolojilerin yeşil paketleme üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,01$). Başka bir ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin yeşil paketleme üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojiye bir birimlik artış, yeşil paketlemeyi 0,521 birim artırmaktadır.

“H₁₁: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil paketleme arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Ardından, yenilikçi teknolojilerin yeşil pazarlama üzerindeki etkisi test edilmiştir.

Tablo 65: Yeşil Pazarlama Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin-Watson
					R ² Değişikliği	F Değişikliği	sd1	sd2	Sig. F Değişikliği	
1	,573	,328	,314	,58473	,328	23,467	1	48	,000	2,601

Tablo 65’ te yer alan R² değerine göre, bağımlı değişkendeki değişimin %32,8 ‘lik kısmı bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır. Bir diğer ifadeyle, yeşil pazarlama sürecindeki değişimin %32,8’ i yenilikçi teknolojiler tarafından açıklanmaktadır. Durbin- Watson değeri (2,601) modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 66: Yeşil Pazarlama Varyans Analizi Tablosu

Model		Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	8,024	1	8,024	23,467	,000
	Residual	16,412	48	,342		
	Toplam	24,436	49			

Tablo 66’ da görüleceği üzere p=0,00 olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır (p<0,05).

Tablo 67: Yeşil Pazarlama Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	1,233	,506		2,434	,019					
	Yenilikçi teknolojiler	,591	,122	,573	4,844	,000	,573	,573	,573	1,000	1,000

Modelin parametre değerleri Tablo 67’ de yer almaktadır. Tabloya göre, sabit terim 1,233 olarak bulunmuştur. (p)< 0,05 olduğundan, yenilikçi teknolojilerin yeşil

pazarlama üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Bir diğer ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin yeşil pazarlama üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojideki bir birimlik artış, yeşil pazarlamayı 0,591 birim artırmaktadır.

“H₁₂: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil pazarlama arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin yeşil dağıtım üzerindeki etkisini test etmek amacıyla yapılan regresyon analizi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 68: Yeşil Dağıtım Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin-Watson
					R ² Değişikliği	F Değişikliği	sd1	sd2	Sig. F Değişikliği	
1	,577	,333	,319	,56167	,333	23,942	1	48	,000	2,348

Tablo 68’ de yer alan R² değerine göre, bağımlı değişkendeki değişimin %33,3 ‘lük kısmı bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, yeşil dağıtım sürecindeki değişimin %33,3 ü yenilikçi teknolojiler tarafından açıklanmaktadır. Durbin- Watson değeri (2,348) ise modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 69: Yeşil Dağıtım Varyans Analizi Tablosu

Model		Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	7,553	1	7,553	23,942	,000
	Residual	15,142	48	,315		
	Toplam	22,695	49			

Tablo 69’ da görüleceği üzere $p=0,00$ olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Tablo 70: Yeşil Dağıtım Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	1,492	,486		3,066	,004					
	Yenilikçi teknolojiler	,573	,117	,577	4,893	,000	,577	,577	,577	1,000	1,000

Tablo 70, modelin parametre değerlerini göstermektedir. Tabloya göre, sabit terim 1,492 olarak bulunmuştur. $p=0,00$ olduğundan, yenilikçi teknolojilerin yeşil dağıtım üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Başka bir ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin yeşil dağıtım üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojideki bir birimlik artış, yeşil dağıtımını 0,573 birim artırmaktadır.

“H₁₃: Yenilikçi teknolojiler ile yeşil dağıtım arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Son olarak, yenilikçi teknolojilerin tersine lojistik üzerindeki etkisi test edilmiştir.

Tablo 71: Tersine Lojistik Regresyon Analizi Sonucu Model Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Değişkenlik İstatistikleri					Durbin-Watson
					R ²	F	sd1	sd2	Sig. F	
					Değişikliği	Değişikliği			Değişikliği	
1	,508	,258	,243	,62733	,258	16,720	1	48	,000	2,417

Tablo 71’ de yer alan R² değerine göre, bağımlı değişkendeki değişimin %25,8 ‘lik kısmı bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, tersine lojistik sürecindeki değişimin %25,8’ i yenilikçi teknolojiler tarafından açıklanmaktadır. Durbin- Watson değeri (2,417) ise modelde otokorelasyon olmadığını göstermektedir.

Tablo 72: Tersine Lojistik Varyans Analizi Tablosu

Model		Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p
1	Regression	6,580	1	6,580	16,720	,000
	Residual	18,890	48	,394		
	Total	25,470	49			

Tablo 72’ de görüleceği üzere $p=0,00$ olduğundan model bir bütün olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Tablo 73: Tersine Lojistik Katsayılar Tablosu

Model		Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Edilmiş Katsayılar	t	p	Korelasyon			Doğrusallık İstatistikleri	
		B	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
1	Sabit	1,718	,543		3,162	,003					
	Yenilikçi teknolojiler	,535	,131	,508	4,089	,000	,508	,508	,508	1,000	1,000

Modelin parametre değerleri Tablo 73’ te yer almaktadır. Tabloya göre, sabit terim 1,718 olarak bulunmuştur. $p=0,00$ olduğundan, yenilikçi teknolojilerin tersine lojistik üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Diğer bir ifadeyle, yenilikçi teknolojilerin tersine lojistik üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi vardır. Yenilikçi teknolojideki bir birimlik artış, tersine lojistik faaliyetlerini 0,535 birim artırmaktadır.

“H₁₄: Yenilikçi teknolojiler ile tersine lojistik arasında doğrusal bir ilişki vardır.” hipotezi kabul edilmiştir.

Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan regresyon analizi sonuçları doğrultusunda H₈, H₉, H₁₀, H₁₁, H₁₂, H₁₃ ve H₁₄ hipotezlerinin kabul/red durumu Tablo 74’ te verilmiştir.

Tablo 74: Regresyon Analizine İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu

Hipotezler	B	p	Kabul/ Red
H ₈ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil satın alma arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,716	,000	Kabul
H ₉ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tasarım arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,690	,000	Kabul
H ₁₀ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil üretim arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,580	,000	Kabul
H ₁₁ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil paketleme arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,521	,001	Kabul
H ₁₂ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil pazarlama arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,591	,000	Kabul
H ₁₃ : Yenilikçi teknolojiler ile yeşil dağıtım arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,573	,000	Kabul
H ₁₄ : Yenilikçi teknolojiler ile tersine lojistik arasında doğrusal bir ilişki vardır.	,535	,000	Kabul

4.5.8. Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way Anova)

Tek yönlü varyans analizi, ikiden fazla bağımsız grubun ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ancak, tek yönlü varyans analizi grupların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bilgisini verse de bu farkın hangi grupların farklılığından kaynaklandığı sonucunu vermemektedir. Eğer varyans tablosuna göre grupların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna varılmışsa ($p < 0,05$), farkın hangi gruplardan kaynaklandığını öğrenmek için Post- hoc karşılaştırma testi yapılmalıdır (Cevahir, t.y., s. 54).

Tek yönlü varyans analizinde, varyans homojenliği (bağımlı değişkene ilişkin varyanslar tüm gruplar arasında eşittir) varsayımı oldukça önemlidir. Çünkü Anova analizi, homojenlik varsayımı ihlaline karşı dirençli olmadığından bu durumda yapılan test sonuçları güvenilir olmamaktadır (Cevahir, t.y., ss. 53-54). Dolayısıyla, Anova analizi yapılırken varyansların homojenliği de test edilmelidir.

Post-hoc testi, varyansların homojen olup olmamasına göre belirlenmektedir. Anova analizinde öncelikle “Varyansların homojenliği” testi yapılır ve Levene testi ile grupların homojenliğine karar verilir. Levene testinde, $p > 0,05$ olduğunda varyansların homojen olduğu kabul edilmektedir (Cevahir, t.y., s. 57).

Araştırmada yapılan tek yönlü varyans analizinde öncelikle, varyansların homojenliği testi ve Tukey karşılaştırma testi kullanılmıştır. Homojenlik sağlanmadığında ($p < 0,05$) ise Brown-Forsythe testi ile devam edilmiş ve çoklu karşılaştırma için Tamhane testi kullanılarak karar verilmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin sektör, faaliyet yılı, çalışan sayısı ve yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanımına göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla tek yönlü varyans (F testi) analizi sonuçları aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir.

Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımının sektörler arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 75’ te gösterilmiştir.

Tablo 75: Teknoloji Kullanımının Sektörlere İlişkin Varyans Analizi (F Testi) Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	1,580	5	44	,186	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	4,136	5	,827	1,931	,108
Gruplar içinde	18,846	44	,428		
Toplam	22,982	49			

Tablo 75’ te Levene testi sonucunun $p > 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,186$). Bu durumda, gruplar arası varyansın eşit olduğu görülmektedir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 75’te varyans analizine bakıldığında, $F = 1,931$ ve $p = 0,108$

olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımında sektörler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, gruplar arası varyans eşittir ancak grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₁₅: Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı sektöre göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımının faaliyet yılı arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 76’ da gösterilmiştir.

Tablo 76: Teknoloji Kullanımının Faaliyet Yılına İlişkin Varyans Analizi (F Testi) Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	2,677	2	47	,079	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	1,033	2	,516	1,106	,339
Gruplar içinde	21,949	47	,467		
Toplam	22,982	49			

Tablo 76’ da Levene testi sonucunun $p > 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,079$). Bu durumda, gruplar arası varyansın eşit olduğu görülmektedir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 76’da varyans analizine bakıldığında, $F = 1,106$ ve $p = 0,339$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımında faaliyet yılına göre anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, gruplar arası varyans eşittir ancak grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₁₆: Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı faaliyet yılına göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımının çalışan sayısı arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 77’ de gösterilmiştir.

Tablo 77: Teknoloji Kullanımının Çalışan Sayısına İlişkin Varyans Analizi (F Testi) Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	3,641	3	46	,019	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	,970	3	,323	,676	,571
Gruplar içinde	22,012	46	,479		
Toplam	22,982	49			

Tablo 77’ de Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,019$). Bu durumda gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 77’ de varyans analizine bakıldığında, $F = 0,676$ ve $p = 0,571$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımında çalışan sayısına göre anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, gruplar arası varyans eşittir ancak grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₁₇: Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı çalışan sayısına göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Sonuçlara göre, sektör, faaliyet yılı ve çalışan sayısı yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımına ilişkin anlamlı farklılık göstermemektedir. Buna göre sektör, faaliyet yılı ve çalışan sayısına ilişkin hipotezlere ait sonuçlar Tablo 78’ de verilmiştir.

Tablo 78: Sektör, Faaliyet Yılı ve Çalışan Sayısına İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu

Hipotezler	F	p	Kabul/ Red
H ₁₅ : Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı sektöre göre farklılık göstermektedir.	1,931	,108	Red
H ₁₆ : Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı faaliyet yılına göre farklılık göstermektedir.	1,106	,339	Red
H ₁₇ : Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımı çalışan sayısına göre farklılık göstermektedir.	,676	,571	Red

Araştırmada yer alan katılımcıların nesnelerin interneti kullanımının yeşil tedarik zincirinin süreçleri arasında anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığı test etmek amacıyla tek yönlü varyans (F testi) analizi uygulanmıştır. Nesnelerin interneti kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans analizine ait sonuçlar Tablo 79’ da gösterilmiştir.

Tablo 79: Nesnelerin İnterneti (IoT) ‘ nin YTZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	21,019	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	5,109	6	,851	4,887	,000
Gruplar içinde	59,760	343	,174		
Toplam	64,869	349			

Tablo 79’ da Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-

Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 79’ da varyans analizine bakıldığında, $F= 4,887$ ve $p=0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₁₈: Nesnelerin interneti kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 80: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Nesnelerin İnterneti (IoT) Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	,120	,093	,991	-,17	,41
	Y. üretim	-,060	,099	1,000	-,37	,25
	Y. paketlenme	,140	,092	,950	-,15	,43
	Y. pazarlama	,200	,088	,426	-,08	,48
	Y. dağıtım	,220	,087	,241	-,05	,49
	Tersine lojistik	,320*	,077	,002	,08	,56
Yeşil tasarım	Y. satın alma	-,120	,093	,991	-,41	,17
	Y. üretim	-,180	,095	,728	-,47	,11
	Y. paketlenme	,020	,087	1,000	-,25	,29
	Y. pazarlama	,080	,083	1,000	-,18	,34
	Y. dağıtım	,100	,082	,995	-,15	,35
	Tersine lojistik	,200	,071	,125	-,02	,42
Yeşil üretim	Y. satın alma	,060	,099	1,000	-,25	,37
	Y. tasarım	,180	,095	,728	-,11	,47
	Y. paketlenme	,200	,094	,527	-,09	,49
	Y. pazarlama	,260	,090	,094	-,02	,54
	Y. dağıtım	,280*	,088	,042	,01	,55
	Tersine lojistik	,380*	,079	,000	,13	,63
Yeşil paketlenme	Y. satın alma	-,140	,092	,950	-,43	,15
	Y. tasarım	-,020	,087	1,000	-,29	,25
	Y. üretim	-,200	,094	,527	-,49	,09

	Y. pazarlama	,060	,082	1,000	-,20	,32
	Y. dağıtım	,080	,080	1,000	-,17	,33
	Tersine lojistik	,180	,070	,221	-,04	,40
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	-,200	,088	,426	-,48	,08
	Y. tasarım	-,080	,083	1,000	-,34	,18
	Y. üretim	-,260	,090	,094	-,54	,02
	Y. paketleme	-,060	,082	1,000	-,32	,20
	Y. dağıtım	,020	,076	1,000	-,22	,26
	Tersine lojistik	,120	,065	,764	-,08	,32
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,220	,087	,241	-,49	,05
	Y. tasarım	-,100	,082	,995	-,35	,15
	Y. üretim	-,280*	,088	,042	-,55	-,01
	Y. paketleme	-,080	,080	1,000	-,33	,17
	Y. pazarlama	-,020	,076	1,000	-,26	,22
	Tersine lojistik	,100	,062	,919	-,10	,30
Tersine lojistik	Y. satın alma	-,320*	,077	,002	-,56	-,08
	Y. tasarım	-,200	,071	,125	-,42	,02
	Y. üretim	-,380*	,079	,000	-,63	-,13
	Y. paketleme	-,180	,070	,221	-,40	,04
	Y. pazarlama	-,120	,065	,764	-,32	,08
	Y. dağıtım	-,100	,062	,919	-,30	,10

*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Aralarında farklılık olan gruplar * ile gösterilmiştir.

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre nesnelerin interneti kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 80’de gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil satın alma sürecinde nesnelerin interneti kullanımı ile tersine lojistik sürecinde nesnelerin interneti kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=0,002$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,320 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil satın alma sürecinde nesnelerin interneti kullanımının ortalaması tersine lojistik sürecinde nesnelerin interneti kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Yeşil üretim sürecinde nesnelerin interneti kullanımı ile yeşil dağıtım sürecinde nesnelerin interneti kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=0,042$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) 0,280 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, yeşil üretim sürecinde nesnelerin interneti kullanımı ile tersine lojistik sürecinde nesnelerin

interneti kullanımı arasında da anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p=0,00$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,380 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, yeşil üretimde nesnelerin interneti kullanımının ortalaması, yeşil dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde nesnelerin interneti kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Robotik kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 81’ de gösterilmiştir.

Tablo 81: Robotik Teknolojisinin YTZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	64,267	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	9,617	6	1,603	16,540	,000
Gruplar içinde	33,240	343	,097		
Toplam	42,857	349			

Tablo 81’ de Levene testi sonucunun $p<0,05$ olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 81’ de varyans analizine bakıldığında, $F= 16,540$ ve $p=0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₁₉: Robotik kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 82: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Robotik Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,120	,065	,764	-,32	,08
	Y. üretim	-,440*	,079	,000	-,69	-,19
	Y. paketleme	-,160	,068	,367	-,37	,05
	Y. pazarlama	,040	,039	1,000	-,08	,16
	Y. dağıtım	,040	,039	1,000	-,08	,16
	T. lojistik	,060	,034	,839	-,05	,17
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,120	,065	,764	-,08	,32
	Y. üretim	-,320*	,090	,013	-,60	-,04
	Y. paketleme	-,040	,081	1,000	-,29	,21
	Y. pazarlama	,160	,058	,156	-,02	,34
	Y. dağıtım	,160	,058	,156	-,02	,34
	T. lojistik	,180*	,055	,040	,00	,36
Yeşil üretim	Y. satın alma	,440*	,079	,000	,19	,69
	Y. tasarım	,320*	,090	,013	,04	,60
	Y. paketleme	,280	,093	,066	-,01	,57
	Y. pazarlama	,480*	,074	,000	,24	,72
	Y. dağıtım	,480*	,074	,000	,24	,72
	T. lojistik	,500*	,071	,000	,27	,73
Yeşil paketleme	Y. satın alma	,160	,068	,367	-,05	,37
	Y. tasarım	,040	,081	1,000	-,21	,29
	Y. üretim	-,280	,093	,066	-,57	,01
	Y. pazarlama	,200*	,062	,045	,00	,40
	Y. dağıtım	,200*	,062	,045	,00	,40
	T. lojistik	,220*	,059	,011	,03	,41
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	-,040	,039	1,000	-,16	,08
	Y. tasarım	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. üretim	-,480*	,074	,000	-,72	-,24
	Y. paketleme	-,200*	,062	,045	-,40	,00
	Y. dağıtım	,000	,028	1,000	-,09	,09
	T. lojistik	,020	,020	1,000	-,04	,08
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,040	,039	1,000	-,16	,08
	Y. tasarım	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. üretim	-,480*	,074	,000	-,72	-,24
	Y. paketleme	-,200*	,062	,045	-,40	,00
	Y. pazarlama	,000	,028	1,000	-,09	,09
	T. lojistik	,020	,020	1,000	-,04	,08

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,060	,034	,839	-,17	,05
	Y. tasarım	-,180*	,055	,040	-,36	,00
	Y. üretim	-,500*	,071	,000	-,73	-,27
	Y. paketlenme	-,220*	,059	,011	-,41	-,03
	Y. pazarlama	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. dağıtım	-,020	,020	1,000	-,08	,04
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre robotik teknolojisi kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 82’ de gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil tasarım sürecinde robotik kullanımı ile tersine lojistik sürecinde robotik kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır ($p=0,040$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,180 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil tasarımda robotik kullanımının ortalaması, tersine lojistikte robotik kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Yeşil üretimde robotik kullanımı ile; yeşil satın alma ($p=,000$ $p<0,05$), yeşil tasarım ($p=,013$ $p<0,05$), yeşil pazarlama ($p=,000$ $p<0,05$), yeşil dağıtım ($p=,000$ $p<0,05$) ve tersine lojistik ($p=,000$ $p<0,05$) süreçlerinde robotik kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır. Yeşil üretim ile diğer değişkenlerin ortalamalarının farkı (I-J) ise sırasıyla şu şekildedir: yeşil üretim ile yeşil satın alma ortalamalarının farkı (I-J) 0,440; yeşil üretim ile yeşil tasarım ortalamalarının farkı (I-J) 0,320; yeşil üretim ile yeşil pazarlama ortalamalarının farkı (I-J) 0,480; yeşil üretim ile yeşil dağıtım ortalamalarının farkı (I-J) 0,480; ve yeşil üretim ile tersine lojistik ortalamalarının farkı (I-J) 0,500 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil üretimde robotik kullanımının ortalaması ilgili süreçlerde robotik kullanımı ortalamasından daha büyüktür.

Yeşil paketlenme sürecinde robotik kullanımı ile yeşil pazarlama sürecinde robotik kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=,045$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) 0,200 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, yeşil paketlenme sürecinde robotik kullanımı ile yeşil dağıtım sürecinde robotik kullanımı arasında

anlamlı bir farklılık vardır ($p=,045$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) 0,200 olarak bulunmuştur. Yeşil paketleme sürecinde robotik kullanımı, son olarak tersine lojistik sürecinde robotik kullanımı ile de anlamlı bir farklılık göstermektedir ($p=,011$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,220 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil paketleme sürecinde robotik kullanımının ortalaması, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde robotik kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

3D/4D katmanlı üretim kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 83' te gösterilmiştir.

Tablo 83: 3D/4D Katmanlı Üretim Teknolojisinin YTZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	38,762	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	2,920	6	,487	7,309	,000
Gruplar içinde	22,840	343	,067		
Toplam	25,760	349			

Tablo 83' te Levene testi sonucunun $p<0,05$ olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 83' te varyans analizine bakıldığında, $F= 7,309$ ve $p=0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₂₀: 3D/4D katmanlı üretim kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 84: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde 3D/4D Katmanlı Üretim Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,180	,061	,085	-,37	,01
	Y. üretim	-,220*	,064	,023	-,42	-,02
	Y. paketleme	-,020	,034	1,000	-,13	,09
	Y. pazarlama	-,040	,039	1,000	-,16	,08
	Y. dağıtım	,020	,020	1,000	-,04	,08
	Tersine lojistik	,020	,020	1,000	-,04	,08
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,180	,061	,085	-,01	,37
	Y. üretim	-,040	,084	1,000	-,30	,22
	Y. paketleme	,160	,064	,259	-,04	,36
	Y. pazarlama	,140	,066	,560	-,07	,35
	Y. dağıtım	,200*	,057	,021	,02	,38
	Tersine lojistik	,200*	,057	,021	,02	,38
Yeşil üretim	Y. satın alma	,220*	,064	,023	,02	,42
	Y. tasarım	,040	,084	1,000	-,22	,30
	Y. paketleme	,200	,067	,081	-,01	,41
	Y. pazarlama	,180	,070	,221	-,04	,40
	Y. dağıtım	,240*	,061	,006	,05	,43
	Tersine lojistik	,240*	,061	,006	,05	,43
Yeşil paketleme	Y. satın alma	,020	,034	1,000	-,09	,13
	Y. tasarım	-,160	,064	,259	-,36	,04
	Y. üretim	-,200	,067	,081	-,41	,01
	Y. pazarlama	-,020	,044	1,000	-,16	,12
	Y. dağıtım	,040	,028	,974	-,05	,13
	Tersine lojistik	,040	,028	,974	-,05	,13
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	,040	,039	1,000	-,08	,16
	Y. tasarım	-,140	,066	,560	-,35	,07
	Y. üretim	-,180	,070	,221	-,40	,04
	Y. paketleme	,020	,044	1,000	-,12	,16
	Y. dağıtım	,060	,034	,839	-,05	,17
	Tersine lojistik	,060	,034	,839	-,05	,17
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. tasarım	-,200*	,057	,021	-,38	-,02

	Y. üretim	-,240*	,061	,006	-,43	-,05
	Y. paketleme	-,040	,028	,974	-,13	,05
	Y. pazarlama	-,060	,034	,839	-,17	,05
	Tersine lojistik	,000	,000	.	,00	,00
Tersine lojistik	Y. satın alma	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. tasarım	-,200*	,057	,021	-,38	-,02
	Y. üretim	-,240*	,061	,006	-,43	-,05
	Y. paketleme	-,040	,028	,974	-,13	,05
	Y. pazarlama	-,060	,034	,839	-,17	,05
	Y. dağıtım	,000	,000	.	,00	,00
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre 3D/4D katmanlı üretim teknolojisi kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 84’te gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil tasarım sürecinde 3D/4D katmanlı üretim kullanımı ile yeşil dağıtım sürecinde 3D/4D katmanlı üretim kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır ($p=,021$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) 0,200 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, yeşil tasarım sürecinde 3D/4D katmanlı üretim kullanımı ile tersine lojistik sürecinde ilgili teknolojinin kullanımı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($p=,021$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,200 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil tasarımda 3D/4D katmanlı üretim kullanımının ortalaması, yeşil dağıtım ve tersine lojistikte 3D/4D katmanlı üretim kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Yeşil üretimde 3D/4D katmanlı üretim kullanımı ile; yeşil satın alma ($p=,023$ $p<0,05$), yeşil dağıtım ($p=,006$ $p<0,05$) ve tersine lojistik ($p=,006$ $p<0,05$) süreçlerinde 3D/4D katmanlı üretim kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır. Yeşil üretim ile diğer değişkenlerin ortalamalarının farkı (I-J) ise sırasıyla şu şekildedir: yeşil üretim ile yeşil satın alma ortalamalarının farkı (I-J) 0,220; yeşil üretim ile yeşil dağıtım ortalamalarının farkı (I-J) 0,240; yeşil üretim ile tersine lojistik ortalamalarının farkı (I-J) 0,240.

Sonuç olarak, yeşil üretimde 3D/4D katmanlı üretim kullanımının ortalaması, yeşil satın alma, yeşil dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde 3D/4D katmanlı üretim kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Kuantum Bilişim kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 85’ te gösterilmiştir.

Tablo 85: Kuantum Bilişim Teknolojisinin YTZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	5,735	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	,177	6	,030	1,325	,245
Gruplar içinde	7,640	343	,022		
Toplam	7,817	349			

Tablo 85’ te Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 85’ te varyans analizine bakıldığında, $F = 1,325$ ve $p = 0,245$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan Kuantum Bilişim kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki kullanımında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₂₁: Kuantum bilişim kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Yapay Zeka kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 86’ da gösterilmiştir.

Tablo 86: Yapay Zeka Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	18,104	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	1,389	6	,231	3,949	,001
Gruplar içinde	20,100	343	,059		
Toplam	21,489	349			

Tablo 86’ da Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 86’ da varyans analizine bakıldığında, $F = 3,949$ ve $p = 0,001$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₂₂: Yapay zeka kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 87: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yapay Zeka Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,100	,057	,838	-,28	,08
	Y. üretim	-,140	,062	,425	-,33	,05
	Y. paketlenme	,020	,034	1,000	-,09	,13
	Y. pazarlama	-,020	,044	1,000	-,16	,12
	Y. dağıtım	,040	,028	,974	-,05	,13
	Tersine lojistik	,020	,034	1,000	-,09	,13
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,100	,057	,838	-,08	,28
	Y. üretim	-,040	,074	1,000	-,27	,19
	Y. paketlenme	,120	,053	,452	-,05	,29
	Y. pazarlama	,080	,060	,987	-,11	,27
	Y. dağıtım	,140	,050	,134	-,02	,30
	Tersine lojistik	,120	,053	,452	-,05	,29
Yeşil üretim	Y. satın alma	,140	,062	,425	-,05	,33
	Y. tasarım	,040	,074	1,000	-,19	,27
	Y. paketlenme	,160	,058	,156	-,02	,34
	Y. pazarlama	,120	,065	,764	-,08	,32
	Y. dağıtım	,180*	,055	,040	,00	,36
	Tersine lojistik	,160	,058	,156	-,02	,34
Yeşil paketlenme	Y. satın alma	-,020	,034	1,000	-,13	,09
	Y. tasarım	-,120	,053	,452	-,29	,05
	Y. üretim	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. pazarlama	-,040	,039	1,000	-,16	,08
	Y. dağıtım	,020	,020	1,000	-,04	,08
	Tersine lojistik	,000	,028	1,000	-,09	,09
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	,020	,044	1,000	-,12	,16
	Y. tasarım	-,080	,060	,987	-,27	,11
	Y. üretim	-,120	,065	,764	-,32	,08
	Y. paketlenme	,040	,039	1,000	-,08	,16
	Y. dağıtım	,060	,034	,839	-,05	,17
	Tersine lojistik	,040	,039	1,000	-,08	,16
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,040	,028	,974	-,13	,05
	Y. tasarım	-,140	,050	,134	-,30	,02
	Y. üretim	-,180*	,055	,040	-,36	,00
	Y. paketlenme	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. pazarlama	-,060	,034	,839	-,17	,05
	Tersine lojistik	-,020	,020	1,000	-,08	,04

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,020	,034	1,000	-,13	,09
	Y. tasarım	-,120	,053	,452	-,29	,05
	Y. üretim	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. paketleme	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. pazarlama	-,040	,039	1,000	-,16	,08
	Y. dağıtım	,020	,020	1,000	-,04	,08
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre yapay zeka kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 87’ de gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil üretimde yapay zeka kullanımı ile yeşil dağıtımda yapay zeka kullanımı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($p=,040$ $p< 0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,180 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil üretimde yapay zeka kullanımının ortalaması, yeşil dağıtımda yapay zeka kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 88’ de gösterilmiştir.

Tablo 88: Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	26,277	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	1,474	6	,246	5,403	,000
Gruplar içinde	15,600	343	,045		
Toplam	17,074	349			

Tablo 88’ de Levene testi sonucunun $p<0,05$ olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-

Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 88’ de varyans analizine bakıldığında, $F= 5,403$ ve $p=0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₂₃: Artırılmış gerçeklik kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.



Tablo 89: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Artırılmış Gerçeklik Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. üretim	-,100	,051	,674	-,26	,06
	Y. paketleme	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. pazarlama	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. dağıtım	,020	,020	1,000	-,04	,08
	Tersine lojistik	,020	,020	1,000	-,04	,08
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,160	,058	,156	-,02	,34
	Y. üretim	,060	,072	1,000	-,16	,28
	Y. paketleme	,160	,058	,156	-,02	,34
	Y. pazarlama	,160	,058	,156	-,02	,34
	Y. dağıtım	,180*	,055	,040	,00	,36
	Tersine lojistik	,180*	,055	,040	,00	,36
Yeşil üretim	Y. satın alma	,100	,051	,674	-,06	,26
	Y. tasarım	-,060	,072	1,000	-,28	,16
	Y. paketleme	,100	,051	,674	-,06	,26
	Y. pazarlama	,100	,051	,674	-,06	,26
	Y. dağıtım	,120	,046	,237	-,03	,27
	Tersine lojistik	,120	,046	,237	-,03	,27
Yeşil paketleme	Y. satın alma	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. tasarım	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. üretim	-,100	,051	,674	-,26	,06
	Y. pazarlama	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. dağıtım	,020	,020	1,000	-,04	,08
	Tersine lojistik	,020	,020	1,000	-,04	,08
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. tasarım	-,160	,058	,156	-,34	,02
	Y. üretim	-,100	,051	,674	-,26	,06
	Y. paketleme	,000	,028	1,000	-,09	,09
	Y. dağıtım	,020	,020	1,000	-,04	,08
	Tersine lojistik	,020	,020	1,000	-,04	,08
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. tasarım	-,180*	,055	,040	-,36	,00
	Y. üretim	-,120	,046	,237	-,27	,03
	Y. paketleme	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. pazarlama	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Tersine lojistik	,000	,000	.	,00	,00

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. tasarım	-,180*	,055	,040	-,36	,00
	Y. üretim	-,120	,046	,237	-,27	,03
	Y. paketlenme	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. pazarlama	-,020	,020	1,000	-,08	,04
	Y. dağıtım	,000	,000	.	,00	,00
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre Artırılmış Gerçeklik kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 89’ da gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil tasarımda artırılmış gerçeklik kullanımı ile yeşil dağıtımda artırılmış gerçeklik kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=,040$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) 0,180 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, Yeşil tasarımda artırılmış gerçeklik kullanımı ile tersine lojistikte artırılmış gerçeklik kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=,040$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,180 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil tasarımda artırılmış gerçeklik kullanımının ortalaması, yeşil dağıtımda ve tersine lojistikte artırılmış gerçeklik kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Blok zincir kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 90’ da gösterilmiştir.

Tablo 90: Blok Zincir Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	3,440	6	343	,003	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	,474	6	,079	,793	,576
Gruplar içinde	34,180	343	,100		
Toplam	34,654	349			

Tablo 90’ da Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,003$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 90’ da varyans analizine bakıldığında, $F = 0,793$ ve $p = 0,576$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan blok zincir kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki kullanımında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₂₄: Blok zincir kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Büyük veri kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 91’ de gösterilmiştir.

Tablo 91: Büyük Veri Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	7,908	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	1,137	6	,190	1,854	,088
Gruplar içinde	35,060	343	,102		
Toplam	36,197	349			

Tablo 91’ de Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 91’ de varyans analizine bakıldığında, $F = 1,854$ ve $p = 0,088$

olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan büyük veri kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki kullanımında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₂₅: Büyük veri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Simülasyon kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 92’ de gösterilmiştir.

Tablo 92: Simülasyon Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	25,157	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	4,137	6	,690	6,108	,000
Gruplar içinde	38,720	343	,113		
Toplam	42,857	349			

Tablo 92’ de Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 92’ de varyans analizine bakıldığında, $F = 6,108$ ve $p = 0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₂₆: Simülasyon kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 93: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Simülasyon Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,260*	,081	,038	-,51	-,01
	Y. üretim	-,120	,073	,900	-,35	,11
	Y. paketleme	,080	,047	,878	-,07	,23
	Y. pazarlama	-,060	,068	1,000	-,27	,15
	Y. dağıtım	,000	,061	1,000	-,19	,19
	Tersine lojistik	,060	,051	,997	-,10	,22
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,260*	,081	,038	,01	,51
	Y. üretim	,140	,091	,940	-,14	,42
	Y. paketleme	,340*	,071	,000	,11	,57
	Y. pazarlama	,200	,086	,382	-,07	,47
	Y. dağıtım	,260*	,081	,038	,01	,51
	Tersine lojistik	,320*	,074	,001	,09	,55
Yeşil üretim	Y. satın alma	,120	,073	,900	-,11	,35
	Y. tasarım	-,140	,091	,940	-,42	,14
	Y. paketleme	,200*	,062	,045	,00	,40
	Y. pazarlama	,060	,079	1,000	-,19	,31
	Y. dağıtım	,120	,073	,900	-,11	,35
	Tersine lojistik	,180	,065	,148	-,03	,39
Yeşil paketleme	Y. satın alma	-,080	,047	,878	-,23	,07
	Y. tasarım	-,340*	,071	,000	-,57	-,11
	Y. üretim	-,200*	,062	,045	-,40	,00
	Y. pazarlama	-,140	,056	,274	-,32	,04
	Y. dağıtım	-,080	,047	,878	-,23	,07
	Tersine lojistik	-,020	,034	1,000	-,13	,09
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	,060	,068	1,000	-,15	,27
	Y. tasarım	-,200	,086	,382	-,47	,07
	Y. üretim	-,060	,079	1,000	-,31	,19
	Y. paketleme	,140	,056	,274	-,04	,32
	Y. dağıtım	,060	,068	1,000	-,15	,27
	Tersine lojistik	,120	,059	,635	-,07	,31
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	,000	,061	1,000	-,19	,19
	Y. tasarım	-,260*	,081	,038	-,51	-,01
	Y. üretim	-,120	,073	,900	-,35	,11
	Y. paketleme	,080	,047	,878	-,07	,23
	Y. pazarlama	-,060	,068	1,000	-,27	,15
	Tersine lojistik	,060	,051	,997	-,10	,22

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,060	,051	,997	-,22	,10
	Y. tasarım	-,320*	,074	,001	-,55	-,09
	Y. üretim	-,180	,065	,148	-,39	,03
	Y. paketleme	,020	,034	1,000	-,09	,13
	Y. pazarlama	-,120	,059	,635	-,31	,07
	Y. dağıtım	-,060	,051	,997	-,22	,10
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre simülasyon kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 93’ te gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil tasarım sürecinde simülasyon kullanımı ile yeşil satın alma ($p=,038$ $p<0,05$), yeşil paketleme ($p=,000$ $p<0,05$), yeşil dağıtım ($p=,038$ $p<0,05$) ve tersine lojistik ($p=,001$ $p<0,05$) süreçlerinde simülasyon kullanımı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Yeşil tasarım ile diğer değişkenlerin ortalamalarının farkı sırasıyla şu şekildedir: yeşil tasarım ile yeşil satın alma ortalamalarının farkı (I-J) 0,260; yeşil tasarım ile yeşil paketleme ortalamalarının farkı (I-J) 0,340; yeşil tasarım ile yeşil dağıtım ortalamalarının farkı (I-J) 0,260; ve yeşil tasarım ile tersine lojistik ortalamalarının farkı (I-J) 0,320. Bu durumda, yeşil tasarımda simülasyon kullanımının ortalaması, ilgili süreçlerde simülasyon kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Yeşil üretimde simülasyon kullanımı ile yeşil paketlemede simülasyon kullanımı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($p=,045$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,200 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil üretimde simülasyon kullanımının ortalaması, yeşil paketlemede simülasyon kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Siber fiziksel sistemler kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 94’ te gösterilmiştir.

Tablo 94: Siber Fiziksel Sistemlerin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	5,976	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	,514	6	,086	1,346	,236
Gruplar içinde	21,840	343	,064		
Toplam	22,354	349			

Tablo 94’ te Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 94’ te varyans analizine bakıldığında, $F = 1,346$ ve $p = 0,236$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan siber fiziksel sistemler kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki kullanımında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₂₇: Siber fiziksel sistemler kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Bulut kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 95’ te gösterilmiştir.

Tablo 95: Bulut Teknolojisinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	10,032	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	1,657	6	,276	2,057	,058
Gruplar içinde	46,060	343	,134		
Toplam	47,717	349			

Tablo 95’ te Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 95’ te varyans analizine bakıldığında $F = 2,057$ ve $p = 0,058$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan bulut kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki kullanımında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₂₈: Bulut kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Konum algılama sistemleri kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 96’ da gösterilmiştir.

Tablo 96: Konum Algılama Sistemlerinin YTZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	11,422	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	1,554	6	,259	2,749	,013
Gruplar içinde	32,320	343	,094		
Toplam	33,874	349			

Tablo 96’ da Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 96’ da varyans analizine bakıldığında, $F = 2,749$ ve $p = 0,013$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₂₉: Konum algılama sistemleri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 97: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Konum Algılama Sistemleri Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	,060	,063	1,000	-,14	,26
	Y. üretim	-,100	,079	,992	-,34	,14
	Yeşil paketleme	,060	,063	1,000	-,14	,26
	Yeşil pazarlama	,080	,060	,987	-,11	,27
	Y. dağıtım	,000	,070	1,000	-,22	,22
	Tersine lojistik	,120	,053	,452	-,05	,29
Yeşil tasarım	Y. satın alma	-,060	,063	1,000	-,26	,14
	Y. üretim	-,160	,072	,468	-,39	,07
	Yeşil paketleme	,000	,055	1,000	-,17	,17
	Yeşil pazarlama	,020	,052	1,000	-,14	,18
	Yeşil dağıtım	-,060	,063	1,000	-,26	,14
	Tersine lojistik	,060	,044	,982	-,08	,20
Yeşil üretim	Y. satın alma	,100	,079	,992	-,14	,34
	Y. tasarım	,160	,072	,468	-,07	,39
	Yeşil paketleme	,160	,072	,468	-,07	,39
	Yeşil pazarlama	,180	,070	,221	-,04	,40
	Yeşil dağıtım	,100	,079	,992	-,14	,34
	Tersine lojistik	,220*	,064	,023	,02	,42
Yeşil paketleme	Y. satın alma	-,060	,063	1,000	-,26	,14
	Y. tasarım	,000	,055	1,000	-,17	,17
	Y. üretim	-,160	,072	,468	-,39	,07
	Yeşil pazarlama	,020	,052	1,000	-,14	,18
	Yeşil dağıtım	-,060	,063	1,000	-,26	,14
	Tersine lojistik	,060	,044	,982	-,08	,20
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	-,080	,060	,987	-,27	,11
	Y. tasarım	-,020	,052	1,000	-,18	,14
	Y. üretim	-,180	,070	,221	-,40	,04
	Yeşil paketleme	-,020	,052	1,000	-,18	,14
	Yeşil dağıtım	-,080	,060	,987	-,27	,11
	Tersine lojistik	,040	,039	1,000	-,08	,16
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	,000	,070	1,000	-,22	,22
	Y. tasarım	,060	,063	1,000	-,14	,26
	Y. üretim	-,100	,079	,992	-,34	,14
	Yeşil paketleme	,060	,063	1,000	-,14	,26
	Yeşil pazarlama	,080	,060	,987	-,11	,27
	Tersine lojistik	,120	,053	,452	-,05	,29

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,120	,053	,452	-,29	,05
	Y. tasarım	-,060	,044	,982	-,20	,08
	Y. üretim	-,220*	,064	,023	-,42	-,02
	Yeşil paketleme	-,060	,044	,982	-,20	,08
	Yeşil pazarlama	-,040	,039	1,000	-,16	,08
	Yeşil dağıtım	-,120	,053	,452	-,29	,05
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre konum algılama sistemleri kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 97’ de gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil üretimde konum algılama sistemleri kullanımı ile tersine lojistikte konum algılama sistemleri kullanımı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($p=,023$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,220 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil üretimde konum algılama sistemleri kullanımının ortalaması, tersine lojistikte konum algılama sistemleri kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Akıllı sensör kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 98’ de gösterilmiştir.

Tablo 98: Akıllı Sensörlerin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	19,173	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	9,869	6	1,645	10,660	,000
Gruplar içinde	52,920	343	,154		
Toplam	62,789	349			

Tablo 98’ de Levene testi sonucunun $p<0,05$ olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-

Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 98’ de varyans analizine bakıldığında, $F= 10,660$ ve $p=0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₃₀: Akıllı sensör kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.



Tablo 99: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Akıllı Sensör Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,120	,083	,968	-,38	,14
	Y. üretim	-,440*	,087	,000	-,71	-,17
	Yeşil paketleme	-,120	,083	,968	-,38	,14
	Yeşil pazarlama	,000	,074	1,000	-,23	,23
	Y. dağıtım	,060	,068	1,000	-,15	,27
	Tersine lojistik	,100	,062	,919	-,10	,30
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,120	,083	,968	-,14	,38
	Y. üretim	-,320*	,095	,022	-,62	-,02
	Yeşil paketleme	,000	,091	1,000	-,28	,28
	Yeşil pazarlama	,120	,083	,968	-,14	,38
	Yeşil dağıtım	,180	,077	,373	-,06	,42
	Tersine lojistik	,220	,073	,068	-,01	,45
Yeşil üretim	Y. satın alma	,440*	,087	,000	,17	,71
	Y. tasarım	,320*	,095	,022	,02	,62
	Yeşil paketleme	,320*	,095	,022	,02	,62
	Yeşil pazarlama	,440*	,087	,000	,17	,71
	Yeşil dağıtım	,500*	,082	,000	,24	,76
	Tersine lojistik	,540*	,078	,000	,30	,78
Yeşil paketleme	Y. satın alma	,120	,083	,968	-,14	,38
	Y. tasarım	,000	,091	1,000	-,28	,28
	Y. üretim	-,320*	,095	,022	-,62	-,02
	Yeşil pazarlama	,120	,083	,968	-,14	,38
	Yeşil dağıtım	,180	,077	,373	-,06	,42
	Tersine lojistik	,220	,073	,068	-,01	,45
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	,000	,074	1,000	-,23	,23
	Y. tasarım	-,120	,083	,968	-,38	,14
	Y. üretim	-,440*	,087	,000	-,71	-,17
	Yeşil paketleme	-,120	,083	,968	-,38	,14
	Yeşil dağıtım	,060	,068	1,000	-,15	,27
	Tersine lojistik	,100	,062	,919	-,10	,30
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,060	,068	1,000	-,27	,15
	Y. tasarım	-,180	,077	,373	-,42	,06
	Y. üretim	-,500*	,082	,000	-,76	-,24
	Yeşil paketleme	-,180	,077	,373	-,42	,06
	Yeşil pazarlama	-,060	,068	1,000	-,27	,15
	Tersine lojistik	,040	,055	1,000	-,13	,21

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,100	,062	,919	-,30	,10
	Y. tasarım	-,220	,073	,068	-,45	,01
	Y. üretim	-,540*	,078	,000	-,78	-,30
	Yeşil paketleme	-,220	,073	,068	-,45	,01
	Yeşil pazarlama	-,100	,062	,919	-,30	,10
	Yeşil dağıtım	-,040	,055	1,000	-,21	,13
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre akıllı sensör kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 99’ da gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil üretimde akıllı sensör kullanımı ile; yeşil satın alma ($p=,000$ $p<0,05$), yeşil tasarım ($p=,022$ $p<0,05$), yeşil paketleme ($p=0,22$ $p<0,05$), yeşil pazarlama ($p=,000$ $p<0,05$), yeşil dağıtım ($p=,000$ $p<0,05$) ve tersine lojistik ($p=,000$ $p<0,05$) süreçlerinde akıllı sensör kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır. Diğer bir ifadeyle, yeşil üretimde akıllı sensör kullanımı ile diğer süreçlerde akıllı sensör kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır. Yeşil üretim ile diğer değişkenlerin ortalamalarının farkı (I-J) ise sırasıyla şu şekildedir: yeşil üretim ile yeşil satın alma ortalamalarının farkı (I-J) 0,440; yeşil üretim ile yeşil tasarım ortalamalarının farkı (I-J) 0,320; yeşil üretim ile yeşil paketleme ortalamalarının farkı (I-J) 0,320; yeşil üretim ile yeşil pazarlama ortalamalarının farkı (I-J) 0,440; yeşil üretim ile yeşil dağıtım ortalamalarının farkı (I-J) 0,500; ve yeşil üretim ile tersine lojistik ortalamalarının farkı (I-J) 0,540. Bu durumda, yeşil üretimde akıllı sensör kullanımının ortalaması, diğer yeşil tedarik zinciri süreçlerinde akıllı sensör kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Sosyal medya kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 100’ de gösterilmiştir.

Tablo 100: Sosyal Medyanın Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	18,213	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	5,657	6	,943	6,007	,000
Gruplar içinde	53,840	343	,157		
Toplam	59,497	349			

Tablo 100’ de Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir. Gruplar arası farklılığın kaynağını bulmak için ise Tamhane testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 100’ de varyans analizine bakıldığında $F = 6,007$ ve $p = 0,00$ olarak bulunmuştur. $p < 0,05$ olduğundan model anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır.

“H₃₁: Sosyal medya kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 101: Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Sosyal Medya Kullanımına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Analizi Tablosu

Tamhane						
(I) YTZ	(J) YTZ	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
Yeşil satın alma	Y. tasarım	-,060	,087	1,000	-,33	,21
	Y. üretim	,000	,084	1,000	-,26	,26
	Yeşil paketleme	,100	,075	,987	-,13	,33
	Yeşil pazarlama	-,260	,093	,121	-,55	,03
	Y. dağıtım	,080	,077	,999	-,16	,32
	Tersine lojistik	,160	,068	,367	-,05	,37
Yeşil tasarım	Y. satın alma	,060	,087	1,000	-,21	,33
	Y. üretim	,060	,087	1,000	-,21	,33
	Yeşil paketleme	,160	,079	,631	-,09	,41
	Yeşil pazarlama	-,200	,096	,574	-,50	,10
	Yeşil dağıtım	,140	,081	,854	-,11	,39
	Tersine lojistik	,220	,073	,068	-,01	,45
Yeşil üretim	Y. satın alma	,000	,084	1,000	-,26	,26
	Y. tasarım	-,060	,087	1,000	-,33	,21
	Yeşil paketleme	,100	,075	,987	-,13	,33
	Yeşil pazarlama	-,260	,093	,121	-,55	,03
	Yeşil dağıtım	,080	,077	,999	-,16	,32
	Tersine lojistik	,160	,068	,367	-,05	,37
Yeşil paketleme	Y. satın alma	-,100	,075	,987	-,33	,13
	Y. tasarım	-,160	,079	,631	-,41	,09
	Y. üretim	-,100	,075	,987	-,33	,13
	Yeşil pazarlama	-,360*	,085	,001	-,63	-,09
	Yeşil dağıtım	-,020	,068	1,000	-,23	,19
	Tersine lojistik	,060	,057	,999	-,12	,24
Yeşil pazarlama	Y. satın alma	,260	,093	,121	-,03	,55
	Y. tasarım	,200	,096	,574	-,10	,50
	Y. üretim	,260	,093	,121	-,03	,55
	Yeşil paketleme	,360*	,085	,001	,09	,63
	Yeşil dağıtım	,340*	,087	,004	,07	,61
	Tersine lojistik	,420*	,079	,000	,17	,67
Yeşil dağıtım	Y. satın alma	-,080	,077	,999	-,32	,16
	Y. tasarım	-,140	,081	,854	-,39	,11
	Y. üretim	-,080	,077	,999	-,32	,16
	Yeşil paketleme	,020	,068	1,000	-,19	,23
	Yeşil pazarlama	-,340*	,087	,004	-,61	-,07
	Tersine lojistik	,080	,060	,987	-,11	,27

Tersine lojistik	Y. satın alma	-,160	,068	,367	-,37	,05
	Y. tasarım	-,220	,073	,068	-,45	,01
	Y. üretim	-,160	,068	,367	-,37	,05
	Yeşil paketleme	-,060	,057	,999	-,24	,12
	Yeşil pazarlama	-,420*	,079	,000	-,67	-,17
	Yeşil dağıtım	-,080	,060	,987	-,27	,11
*. Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.						

Yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre sosyal medya kullanımı farklılığının kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane testi sonuçları Tablo 101’ de gösterilmiştir. İlgili tabloya göre:

Yeşil pazarlamada sosyal medya kullanımı ile yeşil paketlemede sosyal medya kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır ($p=,001$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) 0,360 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, yeşil pazarlamada sosyal medya kullanımı ile yeşil dağıtımda sosyal medya kullanımı arasında anlamlı farklılık vardır ($p=,004$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,340 olarak bulunmuştur. Son olarak, yeşil pazarlamada sosyal medya kullanımı ile tersine lojistik sürecinde sosyal medya kullanımı arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p=,000$ $p<0,05$). Bu iki değişkenin ortalamalarının farkı (I-J) ise 0,420 olarak bulunmuştur. Bu durumda, yeşil pazarlamada sosyal medya kullanımının ortalaması, yeşil dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde sosyal medya kullanımının ortalamasından daha büyüktür.

Otomatik Depolama ve Erişim Sistemleri kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki farklılığına ilişkin tek yönlü varyans (F testi) analizine ait sonuçlar Tablo 102’ de gösterilmiştir.

Tablo 102: Otomatik Depolama ve Erişim Sistemlerinin Y TZ Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Varyans (F testi) Analizi Tablosu

Levene Testi	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p	
	5,764	6	343	,000	
VARYANS TABLOSU					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	,937	6	,156	1,070	,380
Gruplar içinde	50,080	343	,146		
Toplam	51,017	349			

Tablo 102’ de Levene testi sonucunun $p < 0,05$ olduğu görülmektedir ($p = 0,00$). Başka bir ifadeyle, gruplar arası varyansın eşit olmadığı söylenebilir. Bu sebeple, analize Brown-Forsythe testi uygulanarak devam edilmiştir.

Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Tablo 102’ de varyans analizine bakıldığında, $F = 1,070$ ve $p = 0,380$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ olduğundan otomatik depolama ve erişim sistemleri kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki kullanımında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, grupların ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur.

“H₃₂: Otomatik depolama ve erişim sistemleri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.” hipotezi reddedilmiştir.

Yenilikçi teknoloji kullanımının yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla yapılan tek yönlü varyans (F testi) analizi sonuçları doğrultusunda, H₁₈, H₁₉, H₂₀, H₂₁, H₂₂, H₂₃, H₂₄, H₂₅, H₂₆, H₂₇, H₂₈, H₂₉, H₃₀, H₃₁ ve H₃₂ hipotezlerinin kabul/red durumu Tablo 103’ te verilmiştir.

Tablo 103: Yenilikçi Teknolojilerin Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullanım Farklılığına İlişkin Hipotezlerin Kabul/Red Durumu

Hipotezler	F	p	Kabul/ Red
H ₁₈ : Nesnelerin interneti kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	4,887	,000	Kabul
H ₁₉ : Robotik kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	16,540	,000	Kabul
H ₂₀ : 3D/4D katmanlı üretim kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	7,309	,000	Kabul
H ₂₁ : Kuantum bilişim kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	1,325	,245	Red
H ₂₂ : Yapay zeka kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	3,949	,001	Kabul
H ₂₃ : Artırılmış gerçeklik kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	5,403	,000	Kabul
H ₂₄ : Blok zincir kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	,793	,576	Red
H ₂₅ : Büyük veri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	1,854	,088	Red
H ₂₆ : Simülasyon kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	6,108	,000	Kabul
H ₂₇ : Siber fiziksel sistemler kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	1,346	,236	Red
H ₂₈ : Bulut kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	2,057	,058	Red
H ₂₉ : Konum algılama sistemleri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	2,749	,013	Kabul
H ₃₀ : Akıllı sensör kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	10,660	,000	Kabul
H ₃₁ : Sosyal medya kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	6,007	,000	Kabul
H ₃₂ : Otomatik depolama ve erişim sistemleri kullanımı yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre farklılık göstermektedir.	1,070	,380	Red

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Yeşil tedarik zinciri, bir ürünün tasarım sürecinden, hammadde tedariki, üretim faaliyetleri, dağıtım, satış sonrası hizmetler ve ürünün kullanım ömrünün sona ermesi de dahil olmak üzere tüm tedarik zincirine çevreci yaklaşımın entegre edilmesi olarak ifade edilmektedir. Çevreci yaklaşım, işletmeleri yeşil uygulamalara teşvik etmek, ürün yaşam döngüsünün izlenirliğini sağlamak, faaliyetlerin ve süreçlerin verimliliğini iyileştirmek, kaynak verimliliğini artırmak, enerji tüketimi verilerini izlemek gibi amaçları kapsamaktadır.

Teknoloji, tedarik zinciri boyunca zaman, işgücü, enerji ve malzeme kullanımını en aza indirerek atık, hurda, hava/ su kirliliği gibi çevreye verilen zararlardan kaçınılmasına yardımcı olmaktadır. Çevreci yaklaşımın tüm tedarik zincirine entegre edilmesi amacıyla, hammadde temininden nihai ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar tedarik zincirinin tüm süreçleri yeni teknolojiler kullanılarak yeniden tasarlanmaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, yeşil tedarik zincirinde teknoloji kullanımını ele almak ve işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinin teknoloji ile ilişkisini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, Bursa ilinde faaliyet gösteren 50 işletmeden anket yöntemiyle veriler toplanmıştır. Anket formu, işletmelerin genel özellikleri, yenilikçi teknolojiler, yeşil satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama ve tersine lojistik ifadelerini içeren 8 ayrı ölçekten oluşmaktadır. Yeşil tedarik zinciri süreçleri ve yenilikçi teknolojiler arasındaki ilişki korelasyon analizi ile ortaya konulmuştur. Daha sonra, yenilikçi teknoloji kullanımının yeşil tedarik zinciri uygulamaları üzerindeki etkisini test etmek amacıyla bir model oluşturulmuş ve bu model basit doğrusal regresyon analizi ile ölçülmüştür. Yenilikçi teknolojilerin sektör, faaliyet yılı, çalışan sayısı ve yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanımına göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla tek yönlü varyans (F testi) analizi yapılmıştır.

Araştırmada, “yenilikçi teknolojiler” olarak 15 farklı teknoloji (nesnelerin interneti, robotik, 3D/4D katmanlı üretim, kuantum bilişim, yapay zeka, artırılmış gerçeklik, blok zincir, büyük veri, simülasyon, siber fiziksel sistemler, bulut, konum algılama

sistemleri, akıllı sensörler, sosyal medya, otomatik depolama ve erişim sistemleri) ifade edilmiş ve “yeşil tedarik zinciri süreçleri” 7 ayrı süreç (yeşil tedarik, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, tersine lojistik) olarak ele alınmıştır.

Öncelikle işletmelerin genel özellikleri ele alınmıştır. İşletmelerin sektör dağılımına bakıldığında, işletmelerin %38’i otomotiv ve otomotiv yan sanayi, %22’si tekstil, %16’sı elektrik/ elektronik/ makine, %8’i gıda/tarım, %6’sı kimya sektöründe faaliyet göstermektedir. Araştırmada yer alan işletmelerin %10’ u ise bu sektörler dışında faaliyet göstermektedir.

Araştırmada yer alan işletmelerin %84’ ü sektörde 10 yıldan fazladır faaliyet gösterirken %10’ u 5-10 yıl arasında ve %6’ sı 5 yıldan az bir süredir faaliyet göstermektedir. Bununla birlikte, işletmelerin %60’ ının 200’den fazla, %28’ inin 11-100 arası, %8’ inin 1-10 arası ve %4’ ünün 101-200 arası çalışanı bulunmaktadır. Katılımcıların işletmedeki pozisyonlarına göre dağılımı ise sırasıyla %38 orta basamak yönetici, %28 üst düzey yönetici, %24 ilk basamak yönetici ve %10 çalışandır.

İşletmelerin genel özellikleri değerlendirildiğinde, araştırmada en çok %38 ile otomotiv ve otomotiv yan sanayi sektörü, %84 ile 10 yıldan fazla faaliyet gösteren, %60 ile 200’den fazla çalışanı bulunan işletmeler ve %38 ile orta basamak yöneticiler yer almaktadır.

Daha sonra, anket formunun 2.bölümünde yer alan ve katılımcıların yeşil tedarik zinciri süreçlerinde hangi teknolojileri kullandıklarını öğrenmeye yönelik hazırlanan tablodan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Buna göre, katılımcıların %86’sının üretim, %70’inin tasarım, %66’sının pazarlama, %56’sının tedarik, %50’sinin paketleme, %44’ünün dağıtım ve %20’sinin tersine lojistik sürecinde en az bir teknoloji kullandığı sonucuna varılmıştır. İşletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullandıkları yenilikçi teknolojiler tek tek incelendiğinde elde edilen bulguların özeti aşağıda yer almaktadır:

- Katılımcıların yeşil tedarik zinciri sürecinde en çok nesnelerin interneti teknolojisini kullandıkları görülmektedir. Daha sonra bulut, sosyal medya ve otomatik depolama/erişim sistemleri kullanımı yoğundur. Simülasyon, siber fiziksel sistemler, robotik, kuantum bilişim, yapay zeka, 3D/4D katmanlı üretim ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin ise yeşil tedarik sürecinde kullanımının oldukça az olduğu görülmüştür.
- Katılımcıların yeşil tasarım sürecinde en çok simülasyon ve daha sonra akıllı sensörler ile sosyal medyayı kullandıkları görülmektedir. Katılımcıların yeşil tasarımda en az kullandıkları teknolojiler, yapay zeka, büyük veri, siber fiziksel sistemler, blok zincir, konum algılama sistemleri ve kuantum bilişimdir.
- Katılımcılar yeşil üretimde diğer teknolojilerden ziyade yoğun olarak akıllı sensörler, robotik ve nesnelerin interneti kullanmaktadır. Yeşil üretimde yapay zeka, blok zincir, artırılmış gerçeklik ve kuantum bilişim kullanımının ise oldukça az olduğu görülmüştür.
- Katılımcıların yeşil paketleme sürecinde en çok akıllı sensörleri kullandıkları görülmüştür. Bununla birlikte, nesnelerin interneti, robotik ve otomatik depolama/erişim sistemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Blok zincir, büyük veri, bulut, 3D/4D katmanlı üretim, yapay zeka, artırılmış gerçeklik, simülasyon ve siber fiziksel sistemleri teknolojileri oldukça az kullanmaktadır.
- Katılımcıların yeşil pazarlamada en çok kullandığı teknolojinin sosyal medya olduğu görülmektedir. Bu teknolojiyi sırasıyla bulut, nesnelerin interneti, simülasyon, akıllı sensörler, otomatik depolama/erişim sistemleri, blok zincir ve büyük veri izlemektedir. Siber fiziksel sistemler, 3D/4D katmanlı üretim, yapay zeka, konum algılama sistemleri, kuantum bilişim, robotik ve artırılmış gerçeklik kullanımının yeşil pazarlamada oldukça az olduğu görülmektedir.
- Katılımcıların yeşil dağıtımda en çok kullandıkları teknolojinin otomatik depolama/erişim sistemleri olduğu görülmektedir. Bu teknolojiyi, nesnelerin interneti, konum algılama sistemleri ve sosyal medya, blok zincir, bulut, simülasyon, akıllı sensörler ve büyük veri kullanımı takip etmektedir. Katılımcıların yeşil dağıtımda 3D/4D katmanlı üretim, kuantum bilişim, yapay zeka ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini hiç kullanmadıkları anlaşılmaktadır.
- Tersine lojistikte en çok bulut teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, nesnelerin interneti, blok zincir, akıllı sensörler, sosyal medya ve otomatik

depolama/ erişim sistemleri teknolojilerinin aynı oranda kullanımı dikkat çekmektedir. Robotik, 3D/4D katmanlı üretim, kuantum bilişim ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojileri ise katılımcılar tarafından tersine lojistikte hiç kullanılmayan teknolojilerdir.

Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknolojilerin kullanım oranları ortaya koyulduktan sonra yenilikçi teknoloji kullanımının sektör bazlı dağılımı ele alınmıştır. Teknolojilerin sektör bazlı dağılımı incelendiğinde elde edilen bulguların özeti aşağıda verilmiştir:

- IoT teknolojisini en çok kullanan sektörün tekstil olduğu görülmüştür.
- Robotik teknoloji en çok otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve tekstil sektöründe kullanılmaktadır. Kimya sektöründe ise robotik neredeyse hiç kullanılmamaktadır.
- 3D/ 4D katmanlı üretim, otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe oldukça fazla kullanılmaktayken diğer sektörlerde oldukça az kullanılmaktadır.
- Kuantum bilişim kullanımının tüm sektörlerde oldukça az olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, ilgili sektörlerin paketleme, dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde katılımcılar tarafından hiç kullanılmamaktadır.
- Yapay zeka, en çok otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde ise yapay zeka kullanımının oldukça az olduğu görülmüştür. Katılımcılar, ilgili sektörlerin dağıtım sürecinde yapay zeka kullanmamaktadır.
- Artırılmış gerçeklik, otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve elektrik/ elektronik/ makine sektöründe kullanılsa da kullanımı oldukça azdır. Ayrıca, katılımcılar dağıtım ve tersine lojistik süreçlerinde artırılmış gerçeklik kullanmamaktadır.
- Blok zincir, otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve tekstil sektörlerinde aynı derecede kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde ise blok zincir kullanımı oldukça azdır.
- Büyük veri kullanımı en çok otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve daha sonra Tekstil sektöründe kullanılmaktadır. Bu sektörleri sırasıyla gıda/ tarım, elektrik/ elektronik/ makine ve kimya sektörü izlemektedir.
- Simülasyon en çok otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve elektrik/ elektronik/ makine sektöründe kullanılmaktadır. Daha sonra sırasıyla tekstil, gıda/ tarım ve kimya sektöründe kullanıldığı görülmüştür.

- Siber fiziksel sistemler en fazla otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve tekstil sektöründe kullanılmaktadır. Ancak genel kullanıma bakıldığında siber fiziksel sistemlerin kullanımı otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektörü dışında oldukça azdır.
- Bulut en çok otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Bulut kullanımı daha sonra en çok sırasıyla tekstil, elektrik/ elektronik/ makine, kimya ve gıda/ tarım sektöründedir.
- Konum algılama sistemleri en fazla otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Konum algılama sistemlerinin Gıda/ tarım ve Tekstil sektörlerinde kullanımı ise aynı derecededir. Elektrik/ elektronik/ makine sektöründe yer alan katılımcıların ilgili teknolojiyi kullanmadıkları görülmektedir.
- Akıllı sensörlerin en fazla otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve daha sonra Tekstil sektöründe kullanıldığı görülmüştür. Gıda/ tarım, elektrik/ elektronik/ makine, kimya sektörü ve bu sektörler dışında da akıllı sensörlerin kullanıldığı görülmüştür.
- Sosyal medya en çok otomotiv/ otomotiv yan sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Tekstil ise sosyal medyayı en çok kullanan ikinci sektördür. Elektrik/ elektronik/ makine ve gıda/ tarım sektöründeki katılımcılar, aynı derecede sosyal medyayı kullanmaktadır. Sosyal medya, kimya sektöründe yer alan katılımcılar tarafından ise oldukça az kullanılmaktadır. Bu sektörler dışında da sosyal medya kullanımının olduğu görülmektedir.
- Otomatik depolama ve erişim sistemleri en fazla Otomotiv/ otomotiv yan sanayi ve ikinci olarak en çok Tekstil sektöründe kullanılmaktadır. Diğer sektörlerdeki katılımcıların ilgili teknolojiyi oldukça az kullandıkları görülmektedir.

Bu çalışmada, yenilikçi teknolojiler için genel ifadeleri kapsayan ve yeşil tedarik zinciri süreçleri altında yeşil tedarik, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, tersine lojistik ifadelerini kapsayan ölçekler kullanılmıştır. Öncelikle, ölçeklerin Cronbach Alpha ile güvenilirliği test edilmiş ve ölçeklerin güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra ölçeklerde yer alan ifadelerin ortalama ve standart sapma değerleri incelenmiştir.

Yenilikçi teknoloji kullanımına ilişkin genel ifadelerin ortalama ve standart sapma değerleri incelendiğinde, işletmelerin en çok “Yenilikçi teknolojiler, yeşil üretim

üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.” (Ortalama: 4,38 ve Standart sapma: 0,752) ifadesine katıldıkları görülmektedir. Katılımcıların, “Firma, yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamada başarılıdır.” (Ortalama: 3,42 ve Standart sapma: 1,089) karşı ise daha çok kararsız oldukları görülmüştür.

Yeşil satın alma sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadeler verilen cevapların ortalama ve standart sapma değerleri incelendiğinde, katılımcıların en çok “Yenilikçi teknolojiler, tedarikçi tarafından çevresel yönetim standartlarının uygulanmasında önemli bir faktördür.” (Ortalama: 3,96 ve Standart sapma: 0,754) ifadesine katıldıkları görülmüştür. Katılımcıların en az “Tedarikçi denetimleri basitleştirilmiş ve otomatikleştirilmiştir.” (Ortalama: 3,42 ve Standart sapma: 0,835) ifadesine katıldıkları ve bu ifadeye karşı daha çok kararsız olma eğiliminde oldukları görülmüştür.

Yeşil tasarım sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerin ortalama ve standart sapma değerleri ele alındığında, katılımcıların en çok “Ürün tasarımları, tehlikeli ürünlerin ve bunların üretim süreçlerinde kullanımını önleyecek veya azaltacak şekilde yapılmaktadır.” (Ortalama: 4,08 ve Standart sapma: 0,723) ifadesine katılırken en az “Ürünler, malzeme veya bileşen parçaları yeniden kullanılacak ve geri dönüştürülecek şekilde tasarlanmaktadır.” (Ortalama: 3,72 ve Standart sapma: 0,990) ifadesine katıldıkları görülmüştür.

Katılımcıların yeşil üretim sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadeler katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri incelendiğinde, en çok “Kalite sorunları ve ürün arızası azalmıştır.” (Ortalama: 3,98 ve Standart sapma: 0,868) ifadesine katıldıkları görülmüştür. Katılımcılar, “Üretim süreçlerinde, yenilemez enerji tüketimini azaltan yeşil uygulamalar mevcuttur.” (Ortalama: 3,40 ve Standart sapma: 1,030) ifadesine ise katılmama eğilimi göstermişlerdir.

Yeşil paketleme sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerin ortalama ve standart sapma değerleri incelendiğinde, katılımcılar en çok “Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme için daha iyi müşteri işbirliği sağlamaktadır.” ifadesine katılmaktadır. “Paketleme, malzemeleri ve enerjiyi optimize edecek şekilde tasarlanmaktadır.”

(Ortalama: 3,60 ve Standart sapma: 1,069) ifadesi ise katılımcıların en az katıldıkları ifadedir.

Yeşil pazarlama sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerle katılıp katılmama durumlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerlerine bakıldığında, katılımcıların en çok “Teknolojinin sipariş yönetimi sürecine (siparişlerin doğru alınması, sipariş sürecindeki hata oranları açısından) olumlu bir etkisi vardır.” (Ortalama: 4,12 ve Standart sapma: 0,746) ifadesine katılırken, en az ortalama ile “Tüketicilerin ürün alımlarında yeşil ürün seçimlerinin teşvik edilmesine yönelik bilgilendirme yapılmaktadır.” (Ortalama: 3,36 ve Standart sapma: 0,984) ifadesine karşı kararsız oldukları görülmektedir.

Yeşil dağıtım sürecinde teknoloji kullanımına yönelik ifadelerin ortalama ve standart sapma değerlerine bakıldığında, katılımcılar en çok “Teknolojinin, taşıma ve teslimata hız açısından olumlu bir etkisi vardır.” (Ortalama: 4,12 ve Standart sapma: 0,895) ifadesine katılmaktadır. Katılımcıların “Akıllı ulaşım sistemi yönetimi uygulanmaktadır.” (Ortalama: 3,36 ve Standart sapma: 1,156) ifadesine karşı kararsız oldukları görülmüştür.

Tersine lojistik sürecinde teknoloji kullanımına ilişkin ifadelerle verdikleri cevapların ortalama ve standart sapma ele alındığında, katılımcıların “Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca hurda, ıskarta veya kullanılmış malzemelerin kaydedilmesine yardımcı olmakta ve böylece bertarafı için yeşil girişimlerin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır.” (Ortalama: 4,02 ve Standart sapma: 0,844) ifadesine katıldıkları görülmüştür. Katılımcılar en az “Enerji kullanım göstergesi, azaltılmış sera gazı emisyonları, kirlilik ve atık, yenilenemeyen enerji kaynaklarının minimum tüketimi ve bileşenlerini yeniden kullanan ve geri dönüştüren teknolojiler kullanılmaktadır.” (Ortalama: 3,66 ve Standart sapma: 0,981) ifadesine katılma eğilimindedir.

Yenilikçi teknolojiler ile yeşil tedarik zinciri süreçleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla basit korelasyon analizi kullanılmıştır. Yenilikçi teknolojiler ve her bir süreç arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda, yenilikçi teknoloji kullanımı ile yeşil

satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım ve tersine lojistik arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Buna göre, H₁, H₂, H₃, H₄, H₅, H₆ ve H₇ hipotezlerinin hepsi kabul edilmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını test etmek amacıyla basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Burada bahsedilen yenilikçi teknolojiler ankette yer alan 15 farklı teknolojiyi kapsamakta ve bağımsız değişken olarak ele alınmaktadır. Bağımlı değişkenler ise yeşil tedarik zinciri (yeşil satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, tersine lojistik) süreçlerinden oluşmaktadır.

Regresyon analizi sonucunda, yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu görülmüştür. Yenilikçi teknolojilerdeki artış, yeşil tedarik zinciri süreçlerini de artırmaktadır. Bu doğrultuda, yenilikçi teknolojiler ile yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan regresyon analizi sonuçları ele alındığında H₈, H₉, H₁₀, H₁₁, H₁₂, H₁₃ ve H₁₄ hipotezlerinin tümü kabul edilmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin sektör, faaliyet yılı, çalışan sayısı ve yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanımına göre farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla tek yönlü varyans (F testi) analizi yapılmıştır. Sonuçlara göre, sektör, faaliyet yılı ve çalışan sayısı yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknoloji kullanımına ilişkin anlamlı farklılık göstermemektedir. Dolayısıyla H₁₅, H₁₆, H₁₇ hipotezleri reddedilmiştir.

Yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanım farklılığını test etmek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; nesnelerin interneti, robotik, 3D/4D katmanlı üretim, yapay zeka, artırılmış gerçeklik, simülasyon, konum algılama sistemleri, akıllı sensörler ve sosyal medya yeşil tedarik zinciri süreçlerine göre anlamlı bir farklılık gösterirken; kuantum bilişim, blok zincir, büyük veri, siber fiziksel sistemler, bulut ve otomatik depolama ve erişim sistemlerinin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde kullanımı arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durumda,

H₁₈, H₁₉, H₂₀, H₂₂, H₂₃, H₂₆, H₂₉, H₃₀ ve H₃₁ hipotezleri kabul edilmiş, H₂₁, H₂₄, H₂₅, H₂₇, H₂₈ ve H₃₂ hipotezleri reddedilmiştir.

Sonuç olarak, yenilikçi teknolojiler ve yeşil tedarik zinciri süreçleri arasında pozitif bir ilişki olduğu ve yenilikçi teknolojilerin yeşil tedarik zinciri süreçleri üzerinde bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, işletmelerin yeşil tedarik zinciri süreçlerinde en çok kullandıkları yenilikçi teknolojiler sırasıyla nesnelerin interneti, akıllı sensörler, sosyal medya ile otomatik depolama ve erişim sistemleridir. Bulut, robotik, simülasyon, büyük veri, blok zincir ve konum algılama sistemleri kullanmakta oldukları diğer teknolojilerdir. İşletmeler, 3D/4D katmanlı üretim, siber fiziksel sistemler, yapay zeka, artırılmış gerçeklik ve kuantum bilişim teknolojilerini kullanımı ise oldukça azdır.

Yeşil tedarik zinciri süreçlerinde yenilikçi teknolojilerin kullanımına yönelik yapılan bu çalışma bağlamında literatür incelenmiş ve teknolojilerin yeşil tedarik zincirinde kullanımına veya kullanımı etkilerine yönelik çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Çalışmanın literatüre bu açıdan katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, çalışma kapsamında elde edilen veriler ve bulgular, ileride bu konu hakkında yapılacak araştırmalara destek sağlayacaktır.

Çalışma, yenilikçi teknoloji kullanımının çevresel avantajları doğrultusunda uygulanmıştır. Ancak, teknoloji kullanımı doğru şekilde ele alınmazsa, teknolojinin çevresel bozulmaların kaynağı olabileceği ve gelecek nesillerin kaynak ihtiyacını zedeleyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla, bu teknolojilerin üretimi ve kullanımında oluşacak enerji/ malzeme ihtiyacı, teknolojileri kullanacak personelin eğitilmesi ve AR-GE faaliyetleri gibi bu teknolojilerin getirdiği maliyetleri ele alınarak yeşil tedarik zincirinde kullanımı bir sonraki çalışmaların konusu olabilir.

Bu çalışmada, Bursa ilinde faaliyet gösteren işletmelerin yeşil tedarik zincirinde yenilikçi teknoloji kullanımına ilişkin durum analizi yapıldığından elde edilen sonuçlar ülke geneli için yorumlanamamaktadır. Gelecekteki çalışmalarda, örneklem genişletilerek bölge bazlı veya ülke genelini kapsayan bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKÇA

- 75 *Green Supply Chain Partners—Inbound Logistics*. (t.y.). Geliş tarihi 14 Kasım 2021, gönderen <https://www.inboundlogistics.com/cms/article/75-green-supply-chain-partners/>
- Abdel-Baset, M., Chang, V., & Gamal, A. (2019). Evaluation of the green supply chain management practices: A novel neutrosophic approach. *Computers in Industry*, 108, 210-220.
- Ajwani-Ramchandani, R., Figueira, S., Torres de Oliveira, R., Jha, S., Ramchandani, A., & Schuricht, L. (2021). Towards a circular economy for packaging waste by using new technologies: The case of large multinationals in emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125139.
- Akandere, G. (2019). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Unsurlarının İşletme Performansına Etkileri Üzerine Bir Araştırma*. T. C. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı.
- Akıllı Fabrika*. (t.y.). <http://www.akillifabrika.org/>. Geliş tarihi 22 Eylül 2021, gönderen <http://www.akillifabrika.org/>
- AlNuaimi, B. K., & Khan, M. (2019). Public-sector green procurement in the United Arab Emirates: Innovation capability and commitment to change. *Journal of Cleaner Production*, 233, 482-489.
- Alp, T. (2019). *Geleneksel Tedarik Zincirinden Yeşil Tedarik Zincirine Dönüşüm Ve Entegre Et Tesisinde Pilot Bir Uygulama*. Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Amemba, C. S., Nyaboke, P. G., Osoro, A., Mburu, N., & Students, P. (t.y.). *1.1 Green Supply Chain Management*.

- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCallum, P., & Peacock, A. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100, 143-174.
- Antikainen, M., Uusitalo, T., & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*, 73, 45-49.
- Arslan, A., & Delican, Dr. M. (t.y.). *Dördüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 4.0) Emek Piyasaları Üzerindeki Etkileri*. T. C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bag, S., Telukdarie, A., Pretorius, J. H. C., & Gupta, S. (2018). Industry 4.0 and supply chain sustainability: Framework and future research directions. *Benchmarking: An International Journal*, 41.
- Bag, S., Wood, L. C., Mangla, S. K., & Luthra, S. (2020). Procurement 4.0 and its implications on business process performance in a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 152, 104502.
- Bag, S., Yadav, G., Dhamija, P., & Kataria, K. K. (2021). Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125233.
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: An overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245-1252.
- Beldek, T. (2015). *Green Supply Chain Management For Construction Waste: Case Study For Turkey*. Istanbul Technical University- Graduate School Of Science Engineering And Technology.

- Birkel, H. S., & Müller, J. M. (2020). Potentials of Industry 4.0 for Supply Chain Management within the Triple Bottom Line of Sustainability – A Systematic Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, 125612.
- Bozdam, Ş. (2019). *Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamalarının Tedarik Zinciri Ve İşletme Performansı Üzerine Etkisi*. T.C. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bressanelli, G., Adrodegari, F., Perona, M., & Saccani, N. (2018). Exploring How Usage-Focused Business Models Enable Circular Economy through Digital Technologies. *Sustainability*, 10, 639.
- Burhandağ, O. (2018). *Yeşil Tedarik Zinciri Değişkenleri Ve Türkiye Uygulamaları: Yönetici Algıları Üzerine Bir Araştırma*. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı Lojistik Yönetimi Programı.
- Buttle, F., & Maklan, S. (2015). *Customer Relationship Management: Concepts and Technologies*.
- Büyüközkan, G., & Vardaloğlu, Z. (t.y.). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi*. 15.
- Calza, F., Parmentola, A., & Tutore, I. (2020). Big data and natural environment. How does different data support different green strategies? *Sustainable Futures*, 2, 100029.
- Centobelli, P., Cerchione, R., & Esposito, E. (2020). Pursuing supply chain sustainable development goals through the adoption of green practices and enabling technologies: A cross-country analysis of LSPs. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119920.
- Cevahir, E. (t.y.). *SPSS ile Nicel Veri Analizi Rehberi*. 169.

- Chalmeta, R., & Santos-deLeón, N. J. (2020). Sustainable Supply Chain in the Era of Industry 4.0 and Big Data: A Systematic Analysis of Literature and Research. *Sustainability*, 12(10), 4108.
- Chen, C.-C., Shih, H.-S., Shyr, H.-J., & Wu, K.-S. (2012). A business strategy selection of green supply chain management via an analytic network process. *Computers & Mathematics with Applications*, 64(8), 2544-2557.
- Cheung, K.-F., Bell, M. G. H., & Bhattacharjya, J. (2021). Cybersecurity in logistics and supply chain management: An overview and future research directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 146, 102217.
- ClearChain Technology Suite. (2016, Eylül 7). Penske Logistics. <https://www.penskelogistics.com/technology/clearchain-technology-suite>
- Cloud Computing Supply Chain Management. (t.y.). DB Schenker. Geliş tarihi 14 Kasım 2021, gönderen <https://www.dbschenker.com/global/industry-solutions/cloud-computing-logistics>
- Coşkun, S. (2017). *Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları Üzerine Kimya Sektöründe Bir Alan Araştırması*. Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çalıcı, S. (2019). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: Mersin İli Örneği*. Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Çapan, A. (2008). *An Analytic Model Proposal For Environmentally Conscious Supply Chain Management*. Galatasaray University, Master of Science.
- Demiryolu Sektör Raporu 2018 (s. 91). (2018).

- Dev, N. K., Shankar, R., & Qaiser, F. H. (2020). Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104583.
- Dev, N. K., Shankar, R., & Swami, S. (2020). Diffusion of green products in industry 4.0: Reverse logistics issues during design of inventory and production planning system. *International Journal of Production Economics*, 223, 107519. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107519>
- Duarte, S., & Cruz-Machado, V. (2017). *An investigation of lean and green supply chain in the Industry 4.0*. 11.
- Ellingsen, O., & Aasland, K. E. (2019). Digitalizing the maritime industry: A case study of technology acquisition and enabling advanced manufacturing technology. *Journal of Engineering and Technology Management*, 54, 12-27.
- Enyoghasi, C., & Badurdeen, F. (2021). Industry 4.0 for sustainable manufacturing: Opportunities at the product, process, and system levels. *Resources, Conservation and Recycling*, 166, 105362.
- Ergülen, A., & Büyükkelik, A. (2014). Çevre Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu*, 10(1-2), 33-50.
- Esmaeilian, B., Sarkis, J., Lewis, K., & Behdad, S. (2020). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, 105064.
- Fiore, M., Silvestri, R., Contò, F., & Pellegrini, G. (2017). Understanding the relationship between green approach and marketing innovations tools in the wine sector. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4085-4091.

- Folke, C., Polasky, S., Carpenter, S., Stuart, F., Chapin III, F. S., Gaffney, O., Galaz, V., Hoff, H., Lamont, M., Österblom, H., Rockström, J., Scheffer, M., & Westley, F. (2020). *Our Future in the Anthropocene Biosphere: Global sustainability and resilient societies*.
- Gartner Top 8 Supply Chain Technology Trends for 2018. (t.y.). Geliş tarihi 21 Şubat 2021, gönderen [//www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-8-supply-chain-technology-trends-for-2018/](http://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-8-supply-chain-technology-trends-for-2018/)
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869.
- Ghobakhloo, M., Tang, S. H., Zulkifli, N., & Ariffin, M. K. A. (2013). An Integrated Framework of Green Supply Chain Management Implementation. *International Journal of Innovation*, 4(1), 4.
- Ginocchio, D., Gyimah-Concepcion, M., Liotine, M., Moon, S., Ozdogru, U., Pagano, A. M., Stillman, W. E., & Verdin, J. (2019). *Technology in Supply Chain Management and Logistics*. Elsevier.
- Govil, M., & Proth, J.-M. (2002). 2—Definition Of A Supply Chain. İçinde M. Govil & J.-M. Proth (Ed.), *Supply Chain Design and Management* (ss. 7-16). Academic Press. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780122941511500023>
- Görücü, M. (2019). *Bir Sağlık İşletmesinde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerinin Değerlendirilmesi*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Grant, D. B., Trautrim, A., & Wong, C. Y. (2017). *Sustainable Logistics and Supply Chain Management: Principles and Practices for Sustainable Operations and Management* (2. bs, s. 290). Kogan Page.

- Grant, J. (2008). Green marketing. *Strategic Direction*.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02580540810868041/full/html>
- Greeff, G., & Ghoshal, R. (Ed.). (2004). 6—Enterprise planning and supply-chain interaction. İçinde *Practical E-Manufacturing and Supply Chain Management* (ss. 146-184). Newnes.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750662727500099>
- Green excellence—Lufthansa Cargo*. (t.y.). Geliş tarihi 14 Kasım 2021, gönderen <https://lufthansa-cargo.com/-/green-excellence>
- Gunal, M. M. (2019). *Simulation for Industry 4.0: Past, Present, and Future*. Springer.
- Güleş, H. K., Öğüt, A., & Paksoy, T. (t.y.). İşletmelerde Tedarik Zinciri Yönetim Sistemi Etkinliğinin Artırılmasında Kurumsal Kaynak Planlaması'nın Rolü. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16.
- Günday, A. H. (2018). *Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamalarının İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Kimya Sektöründe Görgül Bir Analiz*. T.C. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güner, H. M. (2018). *Tedarik Zinciri Çevikliğinin Firma Performansı Üzerine Etkisi Ve Teknoloji Belirsizliği*.
- Gürler, T. (2019). *Yeşil Pazarlama Çerçevesinde Lise Ve Üniversite Öğrencilerinin Çevreye Duyarlı Ürünlere Eğilimlerinin Karşılaştırılması Üzerine Bir Uygulama*. T.C Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güzel, D. (2011). *Tedarik Zinciri Bütünleşmesi, Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları ve İşletme Performansı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Güzel, D. (2016). Tedarik Zinciri Bütünleşmesi, Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları ve İşletme Performansı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma. *Karabuk University Journal of Institute of Social Sciences*, 6(6-2), 354-354. <https://doi.org/10.14230/joiss131>
- Hervani, A. A., Helms, M. M., & Sarkis, J. (2005). Performance measurement for green supply chain management. *Benchmarking: An International Journal*, 12(4), 330-353.
- Hugos, M. H. (2018). *Essentials of Supply Chain Management* (4. bs). John Wiley & Sons, Incorporated.
- Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. (2020, Ağustos 19). BCG Global. https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
- Ishii, N., & Ohba, M. (2018). A supply chain analysis and design method based on the value of information. İçinde M. R. Eden, M. G. Ierapetritou, & G. P. Towler (Ed.), *Computer Aided Chemical Engineering* (C. 44, ss. 1591-1596). Elsevier. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444642417502603>
- İnce, M. E. (t.y.). *Yeşil Tedarik Zinciri Yaklaşımı Ve Örnekleri* (s. 14).
- Jasiulewicz - Kaczmarek, M., & Gola, A. (2019). Maintenance 4.0 Technologies for Sustainable Manufacturing—An Overview. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 91-96.
- Karli, H., & Tanyaş, M. (2020). Lojistik Yönetiminin Dijital Dönüşümü: Akıllı Lojistik Üzerine Sistemik Literatür Haritalaması. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 613-632.

- Kayapınar, S. (2017). *The Past, Present And Future Of Industry 4.0: Logistics Sector Endüstri 4.0' In Dünü, Bugünü Ve Yarını: Lojistik Sektörü*.
- Kazancoglu, Y., Kazancoglu, I., & Sagnak, M. (2018). A new holistic conceptual framework for green supply chain management performance assessment based on circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 195, 1282-1299.
- Kelleci, E. (2018). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Tersine Lojistik, İstaç A.Ş. 'De Bir Uygulama*. T.C. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kiel, D., Müller, J., Arnold, C., & Voigt, K.-I. (2017, Haziran 18). *Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0 [rewarded with ISPIM Best Student Paper Award]*.
- Koçoğlu, İ. (2010). *Tedarik zinciri yönetiminde yenilik ve bilgi paylaşımının önemi*. T.C. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. *Sustainability*, 10(10), 3652.
- Kumar, P., Singh, R. K., & Kumar, V. (2021). Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105215.
- Lambert, D. M. (2008). *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*. Supply Chain Management Inst.
- Lau, Y., Ng, K. Y. A., Ng, A. K. Y., & Acevedo Alarid, J. (2019). *Principles of Global Supply Chain Management* (Sayı Maritime Transport and Logistics). Anthem Press.
- Liu, B., & Giovanni, P. de. (2019). Green process innovation through Industry 4.0 technologies and supply chain coordination. *Annals of Operations Research*, 36.

- Lummus, R. R., & Vokurka, R. J. (1999). Defining supply chain management: A historical perspective and practical guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 99(1), 11-17.
- 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.
- Machado, C. G., Winroth, M. P., & Silva, E. H. D. R. da. (2020). Sustainable manufacturing in Industry 4.0: An emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1462-1484.
- Majeed, A., Zhang, Y., Ren, S., Lv, J., Peng, T., Waqar, S., & Yin, E. (2021). A big data-driven framework for sustainable and smart additive manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 67, 102026.
- Making Green Supply Chain with AI and IoT Solutions*. (t.y.). Innovecs. Geliş tarihi 14 Kasım 2021, gönderen <https://innovecs.com/blog/green-supply-chain/>
- 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.
- Mao, S., Wang, B., Tang, Y., & Qian, F. (2019). Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence for Green Manufacturing in the Process Industry. *Engineering*, 5(6), 995-1002.
- Mastos, T. D., Nizamis, A., Vafeiadis, T., Alexopoulos, N., Ntinis, C., Gkortzis, D., Papadopoulos, A., Ioannidis, D., & Tzovaras, D. (2020). Industry 4.0 sustainable supply chains: An application of an IoT enabled scrap metal management solution. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122377.

- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Soonhoong Min, Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: Past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43(1), 231-249.
- Min, S., Zacharia, Z. G., & Smith, C. D. (2019). Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future. *Journal of Business Logistics*, 40(1), 44-55.
- Muthukumarasamy, K., Balasubramanian, P., Marathe, A., & Awwad, M. (2018, Eylül 27). *Additive Manufacturing-A Future Revolution in Supply Chain Sustainability and Disaster Management*.
- Müller, J. (2020). *Sustainable Industrial Value Creation – An Analysis of Industry 4.0 with Special Regard to SMEs (The Crest of the Innovation Management Research Wave)* (ss. 211-227).
- Nadeem, A. (2018). *Analyze The Green Supply Chain And Firm Performance: Evidence From Manufacturing Industry*. Yaşar University Graduate School Of Social Sciences Business Administration Programme.
- Nalbantçılar, A. B. (t.y.). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Alıcı- Tedarikçi İlişkileri Ve Makine Tedarikçisi Seçimi Probleminin Ahp İle Çözümlemesi*. 183.
- 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.

- Nawrocka, D. (2011). *Iso 14001 As A Tool For Environmental Supply Chain Engagement – What Is In The Way? İçinde Supply-chain Management: Theories, Activities/functions and Problems* (s. 13). Nova Science Publishers, Inc.
- Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K., & Pilada, W. (2010). The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics Industry. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, 3.
- Oğuz, H. (2019). *Environmental Performance Evaluation Of Suppliers: A Case Study On White Goods Industry*. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ortiz, J. H., Carvalho, A. C. P., Carvalho, A. P. P., Carvalho, N. G. P., Marroquin, W. G., Cifuentes, L. Z., Oztemel, E., Gursev, S., Spoettl, G., & Chromjakova, F. (2020). *Industry 4.0—Current Status and Future Trends*. IntechOpen.
- Öçlü, B. (2015). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Ve İşletme Performansı Arasındaki İlişki: Bir Araştırma*. T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Öz, M., & Sayın, A. A. (2019). *Küresel pazarlama lojistik ve tedarik zinciri yönetimi* (1.). Eğitim Yayınevi.
- Özdemir, A. İ. (2004a). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 87-96.
- Özdemir, A. İ. (2004b). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 87-96.
- Özesen, E. (2009). *Yeşil tedarik zinciri yönetimi ve ambalaj sanayiinde bir uygulama*.
- Özkoyuncu, F. (2010). *Sosyal Medya- Halkla İlişkiler Ve Tanıtım*. İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.

- Öztürk, D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi*, 6, 17-24.
- Pagano, A. M., & Liotine, M. (2020). Chapter 2—Technologies In Supply Chain Management And Logistics. İçinde A. M. Pagano & M. Liotine (Ed.), *Technology in Supply Chain Management and Logistics* (ss. 7-35). Elsevier. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128159569000028>
- Petit, O., Velasco, C., & Spence, C. (2019). Digital Sensory Marketing: Integrating New Technologies Into Multisensory Online Experience. *Journal of Interactive Marketing*, 45, 42-61.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2017). A Framework of Energy Consumption Modelling for Additive Manufacturing Using Internet of Things. *Procedia CIRP*, 63, 307-312.
- Ramirez-Peña, M., Sánchez Sotano, A. J., Pérez-Fernandez, V., Abad, F. J., & Batista, M. (2020). Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4.0 perspective. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118789.
- Rane, S. B., & Thakker, S. V. (2019). Green procurement process model based on blockchain–IoT integrated architecture for a sustainable business. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 31(3), 741-763.
- Ross, J. (2018). *Fundamentals of Supply Chain Management: An Essential Guide*. White Press Academics.
- RUAN. (t.y.). *Ruan Transportation Management Systems* | Ruan. Geliş tarihi 14 Kasım 2021, gönderen <https://www.ruan.com/>
- Russell, S. H. (2007). Supply Chain Management: More Than Integrated Logistics. (Cover story). *Air Force Journal of Logistics*, 31(2), 56-63.

- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., & Harnisch, M. (t.y.). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. 14.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135.
- Sadia Samar Ali, Rajbir Kaur, & Jose Antonio Marmolejo Saucedo. (2019). *Best Practices in Green Supply Chain Management: A Developing Country Perspective*. Emerald Publishing Limited.
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 11(4), 397-409. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00062-8)
- Sarkis, J., Kouhizadeh, M., & Zhu, Q. S. (2020). Digitalization and the greening of supply chains. *Industrial Management & Data Systems*, ahead-of-print(ahead-of-print).
- SCM Definitions and Glossary of Terms*. (t.y.). Geliş tarihi 28 Ekim 2020, gönderen https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921
- Scott, C., Lundgren, H., & Thompson, P. (2011). Introduction to Supply Chain Management. *Guide to Supply Chain Management*, 1-8. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17676-0_1
- Shan, W., & Wang, J. (2018). Mapping the Landscape and Evolutions of Green Supply Chain Management. *Sustainability*, 10(597), 23.

- Shecterle, R., & Senxian, J. (t.y.). *Building a Green Supply Chain: Social Responsibility for Fun and Profit*. 27.
- Sony, M. (2019). Green Supply Chain Management Practices and Digital Technology: A Qualitative Study. *İçinde Technology Optimization and Change Management for Successful Digital Supply Chains* (ss. 233-254). IGI Global.
- Srivastava, S. K. (2007a). *Greedy Supply-Chain Management: A State-Of-The-Art Literature Review*.
- Srivastava, S. K. (2007b). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80.
- Sunil, D., & Narwal, M. S. (2016). Drivers And Barriers In Green Supply Chain Management Adaptation: A State Of Art Review. *Uncertain Supply Chain Management*, 4(1), 61-76.
- Şahbaz, O. (2016). *Bütünleşik Tedarik Zinciri Yönetimi*. T.C. Bahçeşehir Üniversitesi.
- Şen, S. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi Sistemine Ait Bir Karar Destek Modeli Geliştirilmesi Ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tabaa, M., Monteiro, F., Bensag, H., & Dandache, A. (2020). Green Industrial Internet of Things from a smart industry perspectives. *Energy Reports*, 6, 430-446.
- Tan, Y., Ng, Y., & Low, J. S. C. (2017). Internet-of-Things Enabled Real-time Monitoring of Energy Efficiency on Manufacturing Shop Floors. *Procedia CIRP*, 61, 376-381.
- Tanrıverdi, K. (2018). *Yeşil Lojistik Yönetimi Uygulamalarının Çevresel Performansla Olan İlişkisi Üzerine Bir Araştırma*. T. C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ulaştırma Ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı.

- Tanyaş, M. (t.y.). *Kümeler için Tedarik Zinciri Yönetimi Kılavuzu* (s. 44). T.C Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*. <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.26466/opus.479123>
- Tedarik Zinciri Yönetimi*. (t.y.). KOBİTEK. Geliş tarihi 01 Nisan 2020, gönderen <https://kobitek.com//tedarik-zinciri-yonetimi>
- Terzi, B. T. (2016). *Yeşil Lojistik Yönetiminde Dengelenmiş Skorkart İle Lojistik Performansı Ölçümü: İntermodal Lojistik Sektöründe Bir Uygulama*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı.
- The 2018 MHI annual industry report—Overcoming barriers to NextGen supply chain innovation*. (2018). MHI& Deloitte. https://translogconnect.eu/uploaded/BLOG/_MHI_industry-report-2018.pdf
- Timur, M. N., Başkol, M., Çekerol, G. S., & Suvacı, B. (2013). *Tedarik Zinciri Yönetimi* (1. bs). Anadolu Üniversitesi Yayınları. <https://docplayer.biz.tr/16413667-Tedarik-zinciri-yonetimi.html>
- Tseng, M.-L., Islam, M. S., Karia, N., Fauzi, F. A., & Afrin, S. (2019). A literature review on green supply chain management: Trends and future challenges. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 145-162.
- Ufuk, M. (2019). *İmalat Sektöründe Faaliyet Gösteren Kobi'lerde Yeşil Tedarik Zinciri Yaklaşımının Uygulanması: Bursa İlinde Bir Araştırma*. T. C. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.

- van Erp, 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.
- Van Hoek, R. I. (1999). From Reversed Logistics To Green Supply Chains. *Supply Chain Management*, 4(3), 129-134.
- van Lopik, K., Schnieder, M., Sharpe, R., Sinclair, M., Hinde, C., Conway, P., West, A., & Maguire, M. (2020). Comparison of in-sight and handheld navigation devices toward supporting industry 4.0 supply chains: First and last mile deliveries at the human level. *Applied Ergonomics*, 82, 102928.
- Vrchota, J., Pech, M., Rolínek, L., & Bednář, J. (2020). Sustainability Outcomes of Green Processes in Relation to Industry 4.0 in Manufacturing: Systematic Review. *Sustainability*, 12(15), 5968.
- Walker, H., Di Sisto, L., & McBain, D. (2008). Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: Lessons from the public and private sectors. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 14(1), 69-85.
- Wang, Z. (John). (2017). Chapter 3—Supply Chain and Supply Chain Cases. İçinde Z. (John) Wang (Ed.), *Supply Chain Management for Collection Services of Academic Libraries* (ss. 21-35). Chandos Publishing. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081020319000037>
- Wisner, J. D., Tan, K.-C., & Leong, G. K. (2014). *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*. Cengage Learning.
- Yachai, K., Kongboon, R., Gheewala, S. H., & Sampattagul, S. (2021). Carbon footprint adaptation on green supply chain and logistics of papaya in Yasothon Province

- using geographic information system. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125214.
- Yaprak, İ., & Doğan, N. Ö. (2019). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: İlgili Literatüre Dayalı Bir Mevcut Durum Analizi. *International Journal of Management Economics & Business / Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(4), 1143-1165.
- Yarlıkaş, S., & Can, Z. V. (2019). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimini Etkileyen Faktörlerin Önem Sıralamalarının SWARA ve Copeland Yöntemleri ile Belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(3), 899-924.
- Yelok, Y. (2017). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Ve Çevresel Sürdürülebilirlik Olgusuna İlişkin Farkındalık Düzeyinin Ölçülmesi: Mersin İli Örneği*. T.C. Toros Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret Ve Lojistik Bölümü.
- Yıldız, D., & Uzunsakal, E. (t.y.). *Alan Araştırmalarında Güvenilirlik Testlerinin Karşılaştırılması Ve Tarımsal Veriler Üzerine Bir Uygulama*. 15.
- Ying, J., & Li-jun, Z. (2012). Study on Green Supply Chain Management Based on Circular Economy. *Physics Procedia*, 25, 1682-1688.
- Yücel, M., & Ekmekçiler, Ü. S. (2008). Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım; Temiz Üretim Sistemi, Eko-Etiket, Yeşil Pazarlama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(26), 320-333.
- Zheng, J., Chen, A., Zheng, W., Zhou, X., Bai, B., Wu, J., Ling, W., Ma, H., & Wang, W. (2020). Effectiveness analysis of resources consumption, environmental impact and production efficiency in traditional manufacturing using new

technologies: Case from sand casting. *Energy Conversion and Management*, 209, 112671.



EKLER

Ek-1: Anket Formu

ANKET FORMU

Sayın Katılımcı,

Bu anket çalışması Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı’nda yürütülen “Yenilikçi Teknolojilerin Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Kullanımı” konulu tez çalışması için hazırlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen bilgiler hiçbir kurum veya kuruluş ile paylaşılmayacak, firmanız ve sizin hakkınızdaki bilgiler saklı tutularak yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Çalışmanın doğru sonuçlanması için anket formunu size en uygun olan seçeneği işaretleyerek doldurmanızı ve dosyayı kaydederek aşağıda verilen elektronik posta adresine iletmenizi rica ederiz. Araştırmaya yaptığınız değerli katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi: “Ürün tasarımı, malzeme seçimi ve tedariki, üretim süreçleri, nihai ürünün müşterilere teslim edilmesi ve kullanım ömrü sonrasında ürünün yönetimi de dahil olmak üzere çevresel düşüncüyü tedarik zinciri yönetimine entegre etmektir.”

Fatmanur TORUN ŞAŞMAZ

Uludağ Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Öğrencisi

fatmanurtorunn@gmail.com

İŞLETMEYE AİT GENEL BİLGİLER

Firmanızın bulunduğu sektör: Elektrik/ Elektronik/ Makine () Otomotiv ve otomotiv yan sanayi () Gıda/tarım () Tekstil () Kimya () Diğer () Belirtiniz:.....

Firmanız sektörde kaç yıldır faaliyet göstermektedir: <5 () 5-10 () >10 ()

Firmanızın çalışan sayısı: 1-10 () 11-100 () 101-200 () +200 ()

Firmadaki pozisyonunuz: İlk basamak yönetici () Orta düzey yönetici () Üst düzey yönetici () Çalışan ()

Lütfen ilgili süreçlerinizde kullanılan teknolojileri işaretleyiniz.

	Tedarik	Tasarım	Üretim	Paketleme	Pazarlama	Dağıtım	Tersine lojistik
Nesnelerin İnterneti (IoT)							
Robotik							
3D/4D/ Eklemeli (katmanlı) üretim							
Kuantum bilişim							
Yapay zeka (AI)							
Artırılmış gerçeklik (AR)							
Blok zincir							
Büyük veri							
Simülasyon							
Siber fiziksel sistemler (CPS)							
Bulut							
Konum algılama sistemleri							
Akıllı sensörler							
Sosyal medya							
Otomatik depolama ve erişim sistemleri							

Lütfen size en uygun seçeneği işaretleyiniz.

(1: Kesinlikle Katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle Katılıyorum)

1. GENEL	1	2	3	4	5
A: Yenilikçi teknolojiler, yeşil satın alma üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
B: Yenilikçi teknolojiler, yeşil tasarım üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
C: Yenilikçi teknolojiler, yeşil üretim üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
D: Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
E: Yenilikçi teknolojiler, yeşil dağıtım üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
F: Yenilikçi teknolojiler, yeşil pazarlama üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
G: Yenilikçi teknolojiler, tersine lojistik üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir.					
H: Yeşil tedarik zinciri yönetiminde kullanılan teknolojiler, yeşil tedarik zincirini olumlu yönde etkiler.					
I: Yeşil tedarik zinciri yönetimi gereklidir.					
İ: Firma, yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamada başarılıdır.					
J: Firma içinde çevreye verilebilecek olumsuz etkileri kontrol eden bir sistem mevcuttur.					
2. YEŞİL SATIN ALMA	1	2	3	4	5
A: Yenilikçi teknolojiler, firmanın yeşil satın almayı başarılı bir şekilde uygulamasını sağlamaktadır.					
B: Yenilikçi teknolojiler, firmayı, müşterilerin ve hükümetin çevresel beklentilerini karşılaması ve hatta aşması için tedarikçilerini ve alıcılarını süreçlerine dahil etmeye teşvik etmektedir.					
C: Yenilikçi teknolojiler, yeşil tedarikçi seçimine yardımcı olmaktadır.					
D: Yenilikçi teknolojiler, tedarikçi tarafından çevresel yönetim standartlarının uygulanmasında önemli bir faktördür.					
E: Yenilikçi teknolojiler, tedarikçilerin çevresel hedeflerine ulaşmasını sağlamaktadır.					
F: Yenilikçi teknolojiler, satın alınan malzemelerin yeşil nitelikler					

İçerdiğinden emin olmaya yardımcı olmaktadır.					
G: Çevresel kriterlere göre tedarikçi veya taşeron seçimi yapılırken yenilikçi teknolojilerden yararlanılmaktadır.					
H: Firma, tedarikçilere ve taşeronlara çevresel kriterleri karşılamalarına yardımcı olmak için çevresel teknik tavsiyelerde bulunmaktadır.					
I: Firma, tedarik kararları alırken yenilikçi teknolojilerden yararlanmaktadır.					
İ: Firmanın tedarikçileri dijital dönüşüm sürecine dahildir.					
J: Satın alma departmanı, satın alma eylemlerini planlamada yenilikçi teknolojileri kullanmaktadır.					
K: Tedarikçi denetimleri basitleştirilmiş ve otomatikleştirilmiştir.					
3. YEŞİL TASARIM	1	2	3	4	5
A: Yenilikçi teknolojiler, çevre dostu tasarım uygulamalarında müşteri işbirliği için bilgi alışverişini mümkün kılmaktadır.					
B: Yenilikçi teknolojiler, çevre dostu ürünler tasarlamak için malzeme ve enerjinin akıllıca kullanılmasına yardımcı olmaktadır.					
C: Ürün tasarımında azaltılmış malzeme/enerji tüketimi için yenilikçi teknolojiler kullanılmaktadır.					
D: Ürünler, malzeme veya bileşen parçaları yeniden kullanılacak ve geri dönüştürülecek şekilde tasarlanmaktadır.					
E: Ürün tasarımları, tehlikeli ürünlerin ve bunların üretim süreçlerinde kullanımını önleyecek veya azaltacak şekilde yapılmaktadır.					
F: Tedarikçiler, erken ürün tasarımı ve geliştirmeye katılmaya teşvik edilmektedir.					
G: Çevresel riskler önceden belirlenebilmektedir.					
4. YEŞİL ÜRETİM	1	2	3	4	5
A: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinde daha temiz üretim stratejileri sağlamada müşteri işbirliği için bilgi alışverişini sağlamaktadır.					
B: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinin tüm unsurlarında farkındalık yaratarak tehlikeli maddelerin üretim sürecinde kullanımının azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır.					
C: Üretim süreçlerinde, yenilemez enerji tüketimini azaltan yeşil uygulamalar mevcuttur.					
D: Üretimde toksik ve tehlikeli kimyasalların azaltılmasına ve yeşil malzeme kullanımına önem verilmektedir.					
E: Bilgi sistemleri kullanılarak üretimde enerji tüketimi etkin bir şekilde azaltılmaktadır.					
F: Kalite sorunları ve ürün arızası azalmıştır.					

G: Teknoloji, çevresel açıdan sürdürülebilir üretim uygulamalarının tüm potansiyelini ortaya çıkarabilir.					
H: Gerçek zamanlı tüketim verilerine dayalı akıllı üretim planlaması uygulanmaktadır.					
5. YEŞİL PAKETLEME	1	2	3	4	5
A: Yenilikçi teknolojiler, yeşil paketleme için daha iyi müşteri işbirliği sağlamaktadır.					
B: Çevre dostu ambalaj tasarlamak veya geliştirmek için yenilikçi teknolojilerden yararlanılmaktadır.					
C: Paketleme, temiz üretim teknolojileri ve en iyi uygulamalar kullanılarak yapılmaktadır.					
D: Paketleme, malzemeleri ve enerjiyi optimize edecek şekilde tasarlanmaktadır.					
6. YEŞİL PAZARLAMA	1	2	3	4	5
A: Tüketicilerin ürün alımlarında yeşil ürün seçimlerinin teşvik edilmesine yönelik bilgilendirme yapılmaktadır.					
B: Müşteriler, erken ürün tasarımı ve geliştirmeye katılmaya teşvik edilmektedir.					
C: Teknolojinin sipariş yönetimi sürecine (siparişlerin doğru alınması, sipariş sürecindeki hata oranları açılarından) olumlu bir etkisi vardır.					
7. YEŞİL DAĞITIM/ LOJİSTİK	1	2	3	4	5
A: Nakliye masraflarının azaltılmasında bilgi teknolojileri etkin biçimde kullanılmaktadır.					
B: Yenilikçi teknolojiler, çevresel bilginin takip edilmesine yardımcı olmaktadır.					
C: Bilgi sistemleri ile emisyon ve atık üretimi izlenmektedir.					
D: Akıllı ulaşım sistemi yönetimi uygulanmaktadır.					
E: Güvenli bilgi akışı yönetimi uygulanmaktadır.					
F: Teknoloji kullanımı depo kapasitesinin etkin kullanımıyla ilgili olumlu bir etki sağlamıştır.					
G: Teknoloji ile yakıt tüketiminde tasarruf sağlanmaktadır.					
H: Teknolojinin, taşıma ve teslimata hız açısından olumlu bir etkisi vardır.					
I: Dağıtımlarda kullanılan araçlar, verimli ve daha az kirli teslim için iyileştirilmektedir.					
8. TERSİNE LOJİSTİK	1	2	3	4	5
A: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca hurda, ıskarta veya kullanılmış malzemelerin kaydedilmesine yardımcı olmakta ve böylece					

bertarafı için yeşil girişimlerin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır.					
B: Yenilikçi teknolojiler, tedarik zinciri boyunca malzeme ve bileşen parçalarının yeniden kullanılmasına, geri dönüştürülmesine, geri kazanılmasına yardımcı olmaktadır.					
C: Enerji kullanım göstergesi, azaltılmış sera gazı emisyonları, kirlilik ve atık, yenilenemeyen enerji kaynaklarının minimum tüketimi ve bileşenlerini yeniden kullanan ve geri dönüştüren teknolojiler kullanılmaktadır.					
D: Teknolojinin iş enerji talebi ve CO2 emisyonlarının azalması üzerinde olumlu bir etkisi vardır.					



Ek-2 Etik Kurul Raporu



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULLARI
(Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)
TOPLANTISI

OTURUM TARİHİ
25 Şubat 2022

OTURUM SAYISI
2022-02

KARAR NO 32: Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan İşletme Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi 701914007 numaralı Fatmanur TORUN' un Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP'ın danışmanlığında "Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yenilikçi Teknolojilerin Kullanımı" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak ölçek sorularının değerlendirilmesine geçildi.

Yapılan görüşmeler sonunda; Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi 701914007 numaralı Fatmanur TORUN' un Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP'ın danışmanlığında "Yeşil Tedarik Zinciri Süreçlerinde Yenilikçi Teknolojilerin Kullanımı" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak ölçek sorularının fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğu başvurusu ait olmak üzere uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.