



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Hayrullah ALTINOK

LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİDE YEŞİL
İNOVASYONUN ROLÜ: OECD ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2025



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Hayrullah ALTINOK

LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİDE YEŞİL
İNOVASYONUN ROLÜ: OECD ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2025

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Hayrullah ALTINOK'un bu çalışması, jürimiz tarafından Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı Doktora Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA (İmza)

Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT (İmza)

Üye : Prof. Dr. Şerife Gözde YİRMİBEŞOĞLU (İmza)

Üye : Prof. Dr. Celil AYDIN (İmza)

Üye : Prof. Dr. Fahriye MERDİVENÇİ (İmza)

Tez Başlığı:	Lojistik Performans ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişkide Yeşil İnovasyonun Rolü: OECD Ülkeleri Örneği
--------------	---

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi: 16/06/2025

Mezuniyet Tarihi:26/06/2025

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Lojistik Performans ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişkide Yeşil İnovasyonun Rolü: OECD Ülkeleri Örneği” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Hayrullah ALTINOK





T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



17 / 06 / 2025

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU BEYAN BELGESİ

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Hayrullah ALTINOK
Öğrenci Numarası	202152691001
Anabilim Dalı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Programı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik Doktora Programı
Danışman Öğretim Üyesi Bilgileri	
Unvanı, Adı-Soyadı	Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT
Doktora Tez Başlığı	Lojistik Performans ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişkide Yeşil İnovasyonun Rolü: OECD Ülkeleri Örneği
Turnitin Bilgileri	
Ödev Numarası	2700985162
Rapor Tarihi	17/06/2025
Benzerlik Oranı	Alıntılar hariç: % 4 Alıntılar dahil: % 4
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE, Yukarıda bilgileri bulunan öğrenciye ait tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 145 sayfalık kısmına ilişkin olarak Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarında belirlenen filtrelemeler uygulanarak yukarıdaki detayları verilen ve ekte sunulan rapor alınmıştır. Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir: (X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylarım. () Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esaslarında öngörülen yüzdelerle sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.	
Gerekçe:	
Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlere uygun olarak tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.	
Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT	
İmza	

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLOLAR LİSTESİ	v
GRAFİKLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	xi
TEŞEKKÜR.....	xiii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE YEŞİL İNOVASYONA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Lojistik Performans	5
1.1.1. Lojistik Performansın Ülkeler İçin Önemi	8
1.1.2. Lojistik Performans Endeksi	9
1.1.3. Lojistik Performans Endeksi Bileşenleri	10
1.1.3.1. Gümrük ve Gümrük Süreçlerinin Verimliliği	11
1.1.3.2. Altyapı Kalitesi.....	12
1.1.3.3. Uluslararası Sevkiyat.....	13
1.1.3.4. Lojistik Hizmetlerinin Kalitesi, Yeterliliği ve Yetkinliği.....	15
1.1.3.5. İzlenebilirlik/ Takip Edilebilirlik.....	16
1.1.3.6. Zamanında Teslimat	17
1.2. Çevre Kirliliği.....	18
1.2.1. Çevre Kirliliğinin Önemi	19
1.2.2. Çevre Kirliliği Türleri ve Diğer Çevre Sorunları	19
1.2.2.1. Hava Kirliliği	19
1.2.2.2. Toprak Kirliliği.....	22
1.2.2.3. Su Kirliliği	22
1.2.2.4. Gürültü Kirliliği.....	24
1.2.2.5. Görüntü Kirliliği	25
1.2.2.6. Işık Kirliliği	26

1.2.2.7. Katı Atıklardan Kaynaklanan Kirlilik	27
1.2.2.8. Biyoçeşitliliğin Azalması	28
1.2.2.9. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği.....	29
1.2.3. Çevresel Sorunların Nedenleri.....	29
1.2.3.1. Fosil Enerji Kullanımından Vazgeçememe	30
1.2.3.2. Eğitim Seviyesi.....	30
1.2.3.3. Kentleşme ve Hızlı Nüfus Artışı.....	31
1.2.3.4. Sanayileşme ve Ekonomik Büyüme	32
1.2.3.5. Teknolojik Gelişmeler	32
1.2.3.6. Silahlanma ve Savaşlar	33
1.2.3.7. Küreselleşme.....	34
1.3. Yeşil İnovasyon	34
1.3.1. Yeşil İnovasyon Türleri	35
1.3.2. Yeşil İnovasyon Uygulamaları	38

İKİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE YEŞİL İNOVASYON İLİŞKİSİ

2.1. Çevre Kirliliği ve Lojistik Performans İlişkisi	40
2.2. Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyon İlişkisi	52
2.3. Lojistik Performans ve Yeşil İnovasyon İlişkisi.....	54
2.4. Lojistik Performans, Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyon İlişkisi	55
2.4.1. Lojistik Performans, Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyona İlişkin Bibliyometrik Analiz	58
2.4.1.1. Araştırma Metodolojisi	59
2.4.1.2. Veri Toplama	60
2.4.1.3. Tanımlayıcı İstatistikler	62
2.4.1.4. Etkili Yazarlar, Kurumlar ve Ülkelerin İstatistikleri	65
2.4.1.5. Anahtar Kelimelerin ve Atıfların İstatistikleri.....	67
2.4.1.6. Bilimsel Ağ Performans Analizi ve Tematik Haritalar	76
2.4.1.7. Tematik Evrim Analizi	82
2.4.1.8. Bulguların Özeti ve Sonuçlar.....	83

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİDE YEŞİL İNNOVASYONUN ROLÜ: OECD ÜLKELERİNİN GYGPR YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

3.1. Araştırmanın Önemi	84
3.2. Araştırmanın Kapsamı ve Amacı	86
3.3. Araştırmanın Örneklemi	88
3.4. Araştırmada Kullanılan Veri Seti	89
3.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	91
3.6. Araştırmanın Modeli ve Hipotezleri.....	93
3.6.1. Araştırmanın Modeli.....	93
3.6.2. Araştırmanın Hipotezleri	95
3.6.2.1. Model (I)'in Hipotezleri	97
3.6.2.2. Model (II)'nin Hipotezleri	99
3.7. Araştırmanın Yöntemi	100
3.7.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi	100
3.7.2. Panel Birim Kök Testleri	103
3.7.3. Eşbütünleşme Testleri.....	104
3.7.4. Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Regresyon Modeli	105
3.8. Analiz Sonuçları	108
3.8.1. Tanımlayıcı İstatistikler	108
3.8.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	111
3.8.3. Birim Kök Test Sonuçları.....	111
3.8.4. Eşbütünleşme Testleri.....	112
3.8.5. Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Regresyon Tahmin Sonuçları	113
3.8.5.1. Model I.....	114
3.8.5.2. Model II	122
SONUÇ VE ÖNERİLER	134
KAYNAKÇA.....	144
ÖZGEÇMİŞ.....	174

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Lojistik Performans Ölçütlerinin Tarihsel Gelişimi	7
Şekil 1.2 İşletme Lojistiği Performansı ve Küresel Lojistik Performansı Arasındaki Fark	8
Şekil 1.3 Görüntü Kirliliğinin İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri	26
Şekil 2.1 Makale Seçim Metodolojisi.....	61
Şekil 2.2 En Fazla Yayın Yapılan Dergiler	64
Şekil 2.3 Kaynak, Yayın ve Anahtar Kelimeler Arası Ağı Gösteren Üç Alan Grafiği	64
Şekil 2.4 Yazarlara Göre Yayın Yapan Ülkeler ve Sıklıkları.....	66
Şekil 2.5 Anahtar Kelimelerin Kelime Bulutu	68
Şekil 2.6 Özete Ait Tekli Kelime Bulutu	70
Şekil 2.7 Özete Ait Çiftli Kelime Bulutu	71
Şekil 2.8 Özete Ait Üçlü Kelime Bulutu	73
Şekil 2.9 Ortak Yazarlara İlişkin Bilimsel Ağlar	77
Şekil 2.10 Ortak Yazar Bağlamında Ülkelere ilişkin Bilimsel Ağlar	78
Şekil 2.11 Ortak Yazar Bağlamında Kurumlara İlişkin Bilimsel Ağlar.....	78
Şekil 2.12 Yazarların Belirttiği Anahtar Kelimelere İlişkin Tematik Haritalar	79
Şekil 2.13 Özetler Kapsamında Tekli Grup Anahtar Kelimelere Ait Tematik Haritası.....	80
Şekil 2.14 Özetler Kapsamında Anahtar Kelimelerin Çitli Kelime Gruplarına Ait Tematik Haritası	81
Şekil 2.15 Özetler Kapsamında Anahtar Kelimelerin Üçlü Kelime Gruplarına Ait Tematik Haritası	81
Şekil 2.16 Yıllara Göre Tematik Evrim Analizi.....	82
Şekil 3.1 Lojistik Performansa Dair Model I’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden Tahmini Geçiş Fonksiyonu	117
Şekil 3.2 Lojistik Performansa Dair Model I’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra Tahmini Geçiş Fonksiyonu (Kontrol Değişkenleri Dahil)	120
Şekil 3.3 Lojistik Performansa Dair Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden Tahmini Geçiş Fonksiyonu.....	126
Şekil 3.4 Lojistik Performansa Dair Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra Tahmini Geçiş Fonksiyonu.....	129

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Lojistik Performans Endeksinde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye.....	10
Tablo 1.2 Lojistik Performans Endeksi Gümrük Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye	12
Tablo 1.3 Lojistik Performans Endeksi Altyapı Kalitesi Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye.....	13
Tablo 1.4 Lojistik Performans Endeksi Uluslararası Sevkiyat Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye.....	14
Tablo 1.5 Lojistik Performans Endeksi Lojistik Hizmetlerinin Kalitesi, Yeterliliği ve Yetkinliği Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye.....	15
Tablo 1.6 Lojistik Performans Endeksi İzlenebilirlik/ Takip Edilebilirlik Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye	16
Tablo 1.7 Lojistik Performans Endeksi Zamanında Teslimat Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye.....	17
Tablo 1.8 Temiz Havada Atmosferde Bulunması Gereken Gaz ve Madde Oranları	20
Tablo 1.9 2018 Yılı Karbon Salınımı En Yüksek 50 Ülke Listesi	20
Tablo 1.10 Önemli Su Kirleticileri ve Kaynakları	23
Tablo 1.11 2019 Yılında En Fazla Çevresel Patenti Kabul Edilen 50 Ülke İstatistikleri.....	36
Tablo 1.12 Yeşil İnovasyon Uygulamaları: Bakış Açıları, Alt Boyutları ve Tanımları (Çeviri)	38
Tablo 2.1 Lojistik Performans ve Çevre Kirliliği İlişkisini İnceleyen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması	47
Tablo 2.2 Lojistik Performans, Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyon İlişkisini İnceleyen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması	56
Tablo 2.3 Verilerle İlgili Genel Bilgiler	62
Tablo 3.1 Araştırmada İncelenen OECD Ülkeleri.....	89
Tablo 3.2 Araştırmada Kullanılan Veri Seti ve Özellikleri	91
Tablo 3.3 Tanımlayıcı istatistikler.....	109
Tablo 3.4 Yatay Kesit bağımlılığı	111
Tablo 3.5 Moon ve Perron (2004) Panel Birim Kök Test Sonuçları	112
Tablo 3.6 Panel eşbütünleşme testi sonuçları	113
Tablo 3.7 Model I Doğrusallık Testi Sonuçları	115
Tablo 3.8 Model I Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması.....	115

Tablo 3.9 Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden GYGPR Model I Tahmin Sonuçları.....	116
Tablo 3.10 2018 Yılı Verilerine Göre Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden Model I’de Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu.....	118
Tablo 3.11 Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra GYGPR Model I Tahmin Sonuçları	119
Tablo 3.12 2018 Yılı Verilerine Göre Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra Model I’de Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu.....	122
Tablo 3.13 Model II Doğrusallık Testi Sonuçları.....	123
Tablo 3.14 Model II Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması	124
Tablo 3.15 Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden GYGPR Model II Tahmin Sonuçları	124
Tablo 3.16 2018 Yılı Verilerine Göre Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmediğinde Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu.....	127
Tablo 3.17 Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra GYGPR Model II Tahmin Sonuçları	128
Tablo 3.18 2018 Yılı Verilerine Göre Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edildiğinde Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu.....	130
Tablo 3.19 Hipotez Testi Sonuçları.....	131

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2.1 Yıllara göre makale sayıları ve artış eğilimi	63
Grafik 2.2 En Fazla Katkıda Bulunan 20 Yazar ve İstatistikleri	65
Grafik 2.3 Sorumlu Yazar Olarak En Fazla Yayın Yapan İlk 20 Ülke ve Sıklıkları	66
Grafik 2.4 En Fazla Yayın Yapan Kurumlara Ait İstatistikler	67
Grafik 2.5 Anahtar Kelimelere Ait Ağaç Haritası	69
Grafik 2.6 Özete Ait Tekli Ağaç Haritası	70
Grafik 2.7 Özete Ait Çiftli Ağaç Haritası	72
Grafik 2.8 Özete Ait Üçlü Ağaç Haritası	73
Grafik 2.9 En Fazla Atıf Alan Çalışmalar	74
Grafik 2.10 Atıf Yapılabilir Yıllara Göre En Fazla Atıf Alan 20 Çalışma (Ortalama)	75
Grafik 2.11 En Fazla Atıf Alan Ülkeler	76
Grafik 3.1 2018 Yılında Ülkelere Göre Ekolojik Ayak İzi ve Lojistik Performans Endeksi. 110	

KISALTMALAR LİSTESİ

3PL	Üçüncü Parti Lojistik	GYGPR	Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon
AB	Avrupa Birliği	IND	İnşaat Dahil Endüstri
ABD	Amerika Birleşik Devletleri	JIT	Tam Zamanında Üretim
Akt.	Aktaran	KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
ANOVA	Varyans Analizi	LP	Lojistik Performans
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme	LPI	Lojistik Performans Endeks
ASEAN	Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği	MENA	Orta Doğu ve Kuzey Afrika
BKBY	Bir Kuşak Bir Yol	OBOR	One Belt One Road
Bkz.	Bakınız	OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
BRICS	Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika	OSB	Organize Sanayi Bölgesi
EDI	Elektronik Veri Değişimi	TES	Toplam Enerji Arzı
EF	Ekolojik Ayak İzi	TKY	Toplam Kalite Yönetimi
FDI	Doğrudan Yabancı Yatırımlar	TO	Ticari Açıklık
GDP	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
GMM	Momentler Regresyon Yöntemi	UND	Uluslararası Nakliyeciler Derneği
GP	Yeşil Patent	UP	Kentsel Nüfus
		YEM	Yapısal Eşitlik Modellemesi

ÖZET

İnsan yaşamını yakından etkileyen çevre kirliliğinin önemi giderek artmaktadır. Çevre kirliliğini etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerden birisi de lojistik sektörüdür. Çevre kirliliğinin tüm alt türleri lojistik operasyonlarının sonuçlarından etkilenmektedir. Lojistik operasyonların etkinliğini, etkililiğini ve verimliliğini ölçen lojistik performansın çevre kirliliğine olan etkisinin literatürde karmaşık bir sonuca sahip olduğu görülmüştür. Bu durum lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinin doğrusal olmayan ve diğer faktörlerden etkilendiğini gösterir. Dolayısıyla bu ilişkinin incelenmesi önem arz etmektedir.

Çevre kirliliğini azaltmaya yönelik yapılan yenilikler yeşil inovasyon olarak değerlendirilmektedir. Yeşil inovasyonunun lojistik performans ile karşılıklı teşvik edici bir ilişkisi bulunmaktadır. Bu durum yeşil inovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisini etkileyebileceğini göstermektedir. Lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyonun rolünü inceleyen çalışmalar kısıtlıdır.

Bu kapsamda çalışmanın amacı lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyonun rolünü tespit etmektir. Çalışmada öncelikle konuya ilişkin literatür taraması gerçekleştirilmiş ve bibliyometrik analiz ile yayınlarla ilgili sayısal analizler gerçekleştirilmiştir. Sonrasında STIRPAT modeli kapsamında model oluşturulmuş ve GYGPR yöntemi ile veriler analiz edilmiştir. OECD ülkeleri üzerine yapılan incelemede 2007-2018 dönemi verileri kullanılmıştır. Çalışmada lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinin doğrusal olup olmadığı, lojistik performans ve yeşil inovasyona dair eşik varlığı ve varsa ilişkinin bu eşik seviyelerinin altında ve üstünde nasıl gerçekleştiğini tespit etmek için iki model kurulmuştur. Elde edilen bulgular lojistik performansın çevre kirliliği ile ilişkisinin doğrusal olmadığını kanıtlar niteliktedir. Bu ilişkide lojistik performansla dair bir eşik değerinin varlığı tespit edilmiş ve her iki rejimde de lojistik performans artışının çevre kirliliğini azalttığı görülmüştür. Yeşil inovasyonunun ise bu ilişkide lojistik performansı destekleyerek çevre kirliliğinin azaltılmasında olumlu bir rol oynadığı tespit edilmiştir. İkinci olarak lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyona dair bir eşik değerinin varlığı tespit edilmiştir. Lojistik performans artışının, yeşil inovasyon bu eşik değerinin hem altında hem de üstündeyken çevre kirliliğini azalttığı tespit edilmiştir. Yeşil inovasyonun bu ilişkide yine lojistik performansı desteklediği görülmüştür. Ayrıca modele STIRPAT modeli kapsamında dahil edilen kontrol değişkenlerinden GSHY, ticari açıklık, enerji arzı ve kentleşmenin çevre kirliliğini artırdığı, sanayileşmenin ise azalttığı görülmüştür. Tüm sonuçlar literatürdeki ilgili

alışmalarla karşılaştırılmıştır. Sonuçta benzer bulgular elde eden çalışmalar olduğu tespit edilmiştir. Son olarak politika yapıcılara evre kirliliğinin azaltılmasında fayda sağlayabilecek öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: evre Kirliliği, Lojistik Performans, Yeşil İnovasyon, Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü



SUMMARY

THE ROLE OF GREEN INNOVATION IN THE RELATIONSHIP BETWEEN LOGISTICS PERFORMANCE AND ENVIRONMENTAL POLLUTION: THE CASE OF OECD COUNTRIES

The importance of environmental pollution, which closely affects human life, is increasing. There are many factors affecting environmental pollution. One of these factors is the logistics sector. All subtypes of environmental pollution are affected by the consequences of logistics operations. The effect of logistics performance, which measures the success of logistics operations, on environmental pollution has been seen to have a complex result in the literature. This shows that the relationship between logistics performance and environmental pollution is non-linear and affected by other factors. Therefore, it is important to examine this relationship.

Innovations aimed at reducing environmental pollution are considered green innovations. Green innovation has a mutually encouraging relationship with logistics performance. This shows that green innovation can affect the relationship between logistics performance and environmental pollution. Studies examining the role of green innovation in the relationship between logistics performance and environmental pollution are limited.

In this context, the aim of the study is to determine the role of green innovation in the relationship between logistics performance and environmental pollution. In the study, firstly, a literature review on the subject was carried out and numerical analysis on the publications were carried out with the help of bibliometric analysis. Afterwards, the model was created within the scope of the STIRPAT model, and the data was analyzed with the GPSTR method. In the study conducted on OECD countries, data for the period 2007-2018 were used. In the study, two models were established to determine whether the relationship between logistics performance and environmental pollution is linear, the existence of a threshold for logistics performance and green innovation, and if so, how the relationship occurs above and below these threshold levels. The findings prove that the relationship between logistics performance and environmental pollution is not linear. In this relationship, the existence of a threshold value for logistics performance was determined and it was observed that the increase in logistics performance reduced environmental pollution in both regimes. It has been determined that green innovation plays a positive role in reducing environmental pollution by supporting logistics performance in this relationship. Secondly, the existence of a threshold value for green innovation in the

relationship between logistics performance and environmental pollution was determined. It has been found that the increase in logistics performance reduces environmental pollution when green innovation is both below and above this threshold value. It has been observed that green innovation supports logistics performance in this relationship as well. In addition, it was observed that GDP, trade openness, energy supply and urbanization, which are among the control variables included in the model within the scope of the STIRPAT model, increase environmental pollution, while industrialization decreases it. All results were compared with the relevant studies in the literature. As a result, it was determined that there were studies that obtained similar results. Finally, suggestions were given that may be beneficial to policy makers in reducing environmental pollution are presented.

Keywords: Environmental Pollution, Logistics Performance, Green Innovation, Generalized Panel Smooth Transition Regression, Organisation for Economic Co-operation and Development

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitime ilk atıldığım günden itibaren bana bilgi ve birikimlerini aktararak alanda uzmanlık ve doktora eğitimimde bana yardımcı olan, başarılarını ve azmini kendime örnek aldığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT'a,

Tezimin başından sonuna kadar bana içtenlikle yardımcı olan, kıymetli bilgilerini benimle paylaşan, Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Celil AYDIN'a, ailesine ve tüm diğer eğitimimde veya çalışma hayatımda emeği geçen kıymetli hocalarıma,

Doktora Tez İzleme Komitesinde yer alan Sayın Prof. Dr. Şerife Gözde YİRMİBEŞOĞLU'na ve tez çalışmamın değerlendirilmesinde jüri üyesi olarak yer alan değerli hocalarıma,

Değerli katkılarından dolayı teşekkür eder, saygılar sunarım.

Doktora ders dönemimde tanıştığım ve bu süreçte mutlu bir evliliğe yelken açtığım, tez dönemimde beni sonuna kadar destekleyen, anlayışla karşılayan ve elinden gelen bütün yardımları yapan biricik eşim Uz. Öğr. Leyla ALTINOK'a,

Hayatımın bugünlerine kadar olan süreçte tüm destek ve sevgisini esirgemeyen, her türlü ilgiyi gösteren, her koşulda yanımda olan, hayatımın yaşam kaynakları olan sevgili babam Bekir ALTINOK, canım annem Sebaye ALTINOK, sevgili ağabeyim Ali ALTINOK ve ailesi, kardeşim Samet ALTINOK ve tüm diğer aile fertlerime saygı ve sevgilerimi sunar, sonsuz teşekkür eder, sizleri çok sevdiğimi bilmenizi isterim

Saygılarımla...

Öğr. Gör. Hayrullah ALTINOK

GİRİŞ

Çevre kirliliği insan sağlığını, yaşam koşullarını ve refahını ciddi derecede etkileyen en önemli alanlardandır. İnsanların faaliyetleri sonucu doğanın hali hazırda var olan bileşen düzeni değişmektedir. Olumsuz değişimler insanların hastalanmasına veya kronik rahatsızlık oluşmasına etki etmektedir (Akram vd., 2023; Larson, 2021). Ayrıca gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakmayı da engellemektedir (Loucanova vd., 2024; Rehman vd., 2022). Bundan dolayı insan faaliyetlerinin çevreye olan etkisi tespit edilmeli ve çevre kirliliğini azaltıcı önlemler alınmalıdır. Çevre kirliliğine etki eden birçok sektör ve alan bulunmaktadır. Bu alanlardan biri de lojistik alanıdır. Lojistik insan yaşamının hemen her noktasında yer alır ve her operasyonda çevre kirliliğine yol açar. Lojistik operasyonlar gerçekleştirilirken yüksek miktarda fosil yakıt kullanımı, verimsiz faaliyetler sonucu israfın artması, kaynakların gereksiz kullanımı ve önemli ölçüde atık oluşumu çevre kirliliğini en fazla artıran durumlardandır (Aydin vd., 2022; Khan vd., 2019). Lojistik faaliyetlerin ve operasyonların etkililiği, etkinliği, çevikliği, esnekliği ve verimliliğini ölçmeye lojistik performans adı verilmektedir (Erturgut, 2016). Lojistik performansın ve çevre kirliliği üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında karmaşık bir sonuç elde edilmektedir. Bazı araştırmacılar lojistik performansın çevre kirliliğini artırdığını (Gu vd., 2022; Larson, 2021; Liu vd., 2018; Magazzino vd., 2021; Wan vd., 2022) savunurken bazı araştırmacılar ise tersi olarak azalttığını (Anser vd., 2020; Cheng vd., 2024; Karaduman vd., 2020; Liu vd., 2023; Randrianarisoa ve Gillen, 2022; Shamout, 2024; Shamout vd., 2024; Sikder vd., 2024; Song vd., 2024) savunmaktadır. Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki bu ilişkinin farklılık göstermesi bu ilişkinin yeniden incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu ilişkinin doğrusal olmadığını ve diğer alanların etkisinin de bu ilişkide önemli olduğunu savunan çalışmalarda mevcuttur (Anser vd., 2020; Aydin vd., 2022; Ding vd., 2023; Godil vd., 2021; Khan vd., 2019; Khan ve Qianli, 2017; Larson, 2021; Magazzino vd., 2022; Song vd., 2024; Wan vd., 2022; Yu vd., 2021). Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiye etki eden en önemli alanlardan biri de çevresel inovasyonlardır. Bununla ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde genellikle yeşil inovasyon çevre kirliliğini azaltırken lojistik performans üzerine etkisi ve çevre kirliliği ile olan ilişkisine etkisi farklı sonuçlar ortaya koyabilmektedir (Al-Ali vd., 2022; Anser vd., 2020; Bahn vd., 2021; Das, 2023; Ding vd., 2023; Godil vd., 2021; Ibrahim vd., 2024; Kalpande ve Toke, 2021; Liu vd., 2023; Loucanova vd., 2024; Magazzino vd., 2021; Mesjasz-Lech, 2019; Mihoub vd., 2024; Moroni vd., 2022; Nguyen ve Le, 2024; Qin vd., 2021; Udeagha ve Ngepah, 2023; Wan

vd., 2022; Xin, 2010; Zhou vd., 2023). Dolayısıyla yeşil inovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisindeki rolünün yeniden incelenmesi önem kazanmaktadır.

Bu kapsamda bu çalışmada Çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki ilişkide yeşil inovasyonun rolü Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli (GYGPR) kapsamında incelenmektedir. Ayrıca STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology) Modeli kapsamında belirlenen kontrol değişkenlerinin çevre kirliliğine olan etkisi de araştırılacaktır. Çalışmada hedef çevre kirliliğini artırıcı veya azaltıcı faktörlerden biri olabilecek lojistik performansın etkisini tespit etmek, yeşil inovasyonun bu ilişkiye bir etkisinin olup olmadığını belirlemek ve çıkan sonuçlara göre politika yapıcılara bu kapsamda öneriler sunarak yardımcı olmaktır. Çalışmada çevre kirliliğini temsilen ekolojik ayak izi (EF) verileri kullanılmaktadır. Ekolojik ayak izi insan faaliyetleri sonucu meydana gelen çevre kirliliğinin karşılanması veya nötrleştirerek etkisiz hale getirilmesi için gereken toprak ve su gibi doğal oluşumların tespitini yapmak olarak kısaca özetleyebiliriz. İnsan faaliyetlerinden birisi ve en önemlilerinden olan lojistik performansın elbette buraya etkisi bulunmaktadır. Lojistik performansın bu etkisini ölçmek için temsilen lojistik performans endeksi (LPI) kullanılmaktadır. Lojistik performans endeksi ilk modelde hem bağımsız hem de eşik değişkeni olarak ele alınacaktır. Burada iki sonuç ortaya çıkaracaktır. İlki lojistik performansı belirli bir eşiğin altında olan ülkelerde lojistik performanstaki bir artış çevre kirliliğini nasıl etkilemektedir. İkinci olarak lojistik performansı belirli bir eşik seviyesinin üstünde olan ülkelerde lojistik performanstaki bir artış çevre kirliliğini nasıl etkileyecektir. İkinci model de ise lojistik performans bağımsız bir değişken olarak yer alacaktır.

Lojistik performans endeksi ülkelerin lojistik operasyonlarının performansını inceleyen en önemli performans ölçümlerinden biridir. Lojistik operasyonların çevreye verdiği açık belirlidir. Fakat bu operasyonları gerçekleştirmemek mümkün değildir. İnsan yaşamının devamlılığı için lojistik operasyonları gerçekleştirme zorunluluğu vardır. Dolayısıyla lojistik operasyonları durdurarak çevreye verdiği zararı sıfıra indirmek mümkün değildir. Bunun yerine çevreye verilen zararı azaltacak faktörlerin tespit edilmesi ve zararı sağlayan faktörlere önlemler alınması daha yerinde olacaktır. Verilen zararı azaltacak birisinin yeşil inovasyon olduğu düşünülmektedir. Buradan yola çıkarak yeşil inovasyonun bu etkide bir rolünün olup olmadığının araştırılması önem kazanmaktadır. Yeşil inovasyonu temsilen çevre alanında yapılan patent başvuruları (GP) ele alınacaktır. Yeşil inovasyon kısaca çevresel kirliliği azaltıcı inovasyonların veya büyük geliştirmelerin yapılması olarak söylenebilir.

Yeşil inovasyon çalışmada birinci modelde lojistik performansla çarpılarak kontrol değişkeni olarak kullanılacaktır. Buradan şu sonuçlar elde edilecektir: Yeşil inovasyonun

lojistik performansın eşik olduğu bir durumda lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide bir rolünün olup olmadığıdır. İkinci modelde ise hem eşik hem de lojistik performans ile çarpılarak kontrol değişkeni olarak kullanılacaktır. Buradan üç sonuca ulaşılabacaktır. Birinci sonuç yeşil inovasyonu belirli bir eşik seviyesinin altında olan ülkelerde lojistik performans artışı çevre kirliliğini nasıl etkileyecektir. İkinci sonuç yeşil inovasyonu belirli bir eşik seviyesinin üstünde olan ülkelerde lojistik performanstaki bir artış çevre kirliliğini nasıl etkileyecektir. Son sonuç ise yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda; yeşil inovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkideki rolünü tespit etmektir.

Çevre kirliliğini sadece lojistik performans etkilememektedir. Ekonomik ve sosyal birçok faktör daha çevre kirliliğini etkilemektedir. Dolayısıyla bu çalışmada STIRPAT modelinden yola çıkarak farklı kontrol değişkenleri analize dahil edilecektir. Bu kontrol değişkenlerinden ilki ticari açıklıktır (TO). Uluslararası ticaret miktarı arttıkça genel olarak daha fazla yakıt kullanımı ve hammadde kullanımı artacağı düşünülmektedir. Bununda çevreye verilen zararı artıracığı düşünülmektedir. Burada kontrol değişkeni olarak kullanılarak lojistik performansın ve yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda ticari açıklığın çevre kirliliğine etkisinin ne olduğu tespit edilecektir.

İkinci kontrol değişkeni enerji tedarigiğidir. Enerji tedarigini temsilen toplam enerji tedarigi (TES) verileri incelenecektir. Enerji tedarigi günümüzde hala büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlardan oluştuğu için çevreye zarar verdiği bilinmektedir. Bu çalışmada lojistik performansın ve yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda enerji tedariginin çevre kirliliğine etkisi incelenecektir.

Üçüncü olarak sanayileşme kontrol değişkeni ele alınmıştır. Sanayileşmeyi temsilen inşaat dahil endüstri (IND) verileri kullanılmıştır. Genel olarak bakıldığında sanayileşmenin çevre kirliliğine diğer koşullar sabit kaldığında üretimi desteklediği ve üretiminde doğal kaynak, fosil yakıt kullanımı gibi gereklilikleri olduğu için çevreye verilen zararı artırdığı ifade edilmektedir. Bu çalışmada sanayileşmenin kontrol değişkeni olarak kullanılması sonucu lojistik performansın ve yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda sanayileşmenin çevre kirliliğine olan etkisi araştırılacaktır.

Dördüncü kontrol değişkeni olarak kentleşme değerlendirilecektir. Kentleşmenin çevre kirliliğine etkisine bakıldığında genel olarak üretimi ve tüketimi daha fazla artıracığından dolayı çevreye verilen zararı artıracığı düşünülmektedir. Kentleşmeyi temsilen çalışmada kentsel nüfusun toplam nüfus içerisindeki oranı (UP) kullanılacaktır. Sonucunda ise lojistik performansın ve yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda kentleşmenin çevre kirliliğine olan etkisi tespit edilmeye çalışılacaktır.

Daha sonra modele dahil edilen kontrol değişkeni ise yabancı yatırımlardır. Yabancı yatırımları temsilen doğrudan yabancı yatırım girişleri (FDI) ele alınacaktır. Genel olarak bakıldığında ülkeye yabancı yatırım girişinin artması üretimi artıracaktır ve ekonomik büyüme ile pozitif bir ilişkiye sahip olarak çevreye kirliliğini artıracaktır. Yabancı yatırımlar çalışmaya kontrol değişkeni olarak dahil edilerek lojistik performansın ve yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda yabancı yatırımın çevre kirliliğini etkileme durumu tespit edilmeye çalışılacaktır.

Son olarak ise ekonomik büyüme (GDP) modele dahil edilecektir. Ekonomik büyüme genellikle tüketimi ve üretimi artırdığından çevre kirliliğini artırmaktadır. Ekonomik büyüme çalışmaya kontrol değişkeni olarak dahil edilerek lojistik performansın ve yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda ekonomik büyümenin çevre kirliliğini etkileme durumu tespit edilmeye çalışılacaktır.

Elbette kontrol değişkenlerinin çevreye verilen zararı artırdığı düşüncesi diğer faktörler değerlendirmeden yapılmış bir yorumdur. Enerji verimliliği, alternatif enerji kullanımı, kaynak verimliliği gibi faktörler ele alındığında bu ilişkinin farklılaşabildiği görülebilir. Fakat bu durum bu çalışmanın konuları arasında değildir.

Çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekilde tasarlanmıştır: Birinci bölümde lojistik performans, çevre kirliliği ve yeşil inovasyon hakkında teorik bilgi verilecektir. İkinci bölümde lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki, lojistik performans ve yeşil inovasyon arasındaki, yeşil inovasyon ve çevre kirliliği arasındaki, lojistik performans, çevre kirliliği ve yeşil inovasyon arasındaki üçlü ilişki tanımlanacak ve bu ilişkilere ait literatür taraması gerçekleştirilecektir. Sonrasında ise üçlü ilişkiye ait bibliyometrik bir analiz yapılacaktır. Üçüncü ve son bölümde ise GYGPR tahmin modeli ile lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişki incelenecek ve bu ilişkide yeşil inovasyonun rolüne değinilecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE YEŞİL İNOVASYONA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Lojistik Performans

İnsan yaşamının devam etmesi için insanların ihtiyaç duyduğu ürünleri tedarik etmesi gerekmektedir. Giderek artan insan ihtiyaçlarını karşılamak oldukça güçtür. Bunun en temel sebebi olarak üretim faktörlerinin dünya üzerinde homojen dağılmaması gösterilebilir. Lojistik işte tam olarak burada devreye girmektedir. İnsanlarla ihtiyaçları arasında bir aracı rolü üstlenmektedir. Lojistiğin genel olarak tanımlarına bakıldığında ilk kaynaktan nihai tüketiciye ileri ve geri yönlü bir akıştan bahsedilmesi bu rolünü açıkça ortaya koymaktadır (Bowersox vd., 2002; Erturgut, 2016; Veecken ve Rutten, 1998). İnsanların ihtiyaçlarını kendisi karşılayamadığı zamandan beri var olan lojistik yirminci yüzyılın sonlarına doğru kavramsallaştı. Öncelikle askeri alanda kavramsallaştırılan lojistik daha sonra işletme lojistiğine evrim geçirmiştir (Erturgut, 2016). İşletmeler gelişen teknoloji ve artan rekabet ile kaliteli ve üretim maliyeti düşük ürünler üretmeye başlamıştır. Rekabet avantajı elde etmek isteyen bu işletmelerin ürün kalitesi ve maliyetinden sonra geliştirebilecekleri en önemli alan lojistikdir (Bowersox vd., 2002). Lojistik, işletmelerde ürün birim maliyetini en fazla etkileyen girdilerdendir. Ürün tedarik zincirinde daha hammaddeye kadar her noktada lojistik faaliyetleri görmektedir. İşletmeler için lojistik faaliyetlerin kullanımı zorunludur ve bu da birim maliyetin artmasına neden olur (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015). Bunun yanında lojistik, ürünün kalitesinden sonra müşteri memnuniyetini etkileyen en önemli unsurlardandır. Aynı kalitede ürünler farklı lojistik kalite seviyeleriyle sunulduğunda lojistik kalite seviyesi en iyi olan ürünler daha fazla rekabet avantajı sağlamaktadır (Novack, 1989).

Artan rekabet ve sürekli gelişen teknoloji karşısında organizasyonların yaşam döngüsünü devam ettirebilmesi için faaliyetlerini, sistemlerini ve süreçlerini ölçmesi gerekmektedir. Bu ölçümler genellikle üretim ve maliyet üzerine yoğunlaşsa da son zamanlarda hizmetlerin performansının da önemi ortaya çıkmış ve ölçülmesi için çalışmalar yapılmıştır (Gümüş, 2009). Lojistik hizmetler birim maliyetin en büyük etkeni, ürün yaşam döngüsündeki yeri, üretim dışında en önemli faaliyetlerin başında yer alması ve müşteriye teslim süresine(zaman) doğrudan etki etmesi açısından önemini net bir şekilde ortaya koyduğu için ölçülmesi gereken en önemli hizmettir. Lojistik hizmetlerinin ne kadar etkin, etkili ve verimli

yapılabildiğinin tespit edilebilmesi için lojistik performans ölçümü gerçekleştirilmektedir (Erturgut, 2016).

Lojistik performans ilk olarak organizasyonların lojistik hizmet düzeylerini belirlemeye yönelik olarak ortaya çıksa da günümüzde ülkelerin lojistik hizmet düzeyini belirlemek için de kullanılmaktadır (Aydın vd., 2022). Bu sınıflandırmayı anlamak için öncelikle lojistik performansı iyi anlamak gerekir. Önemli bir konu olmasına rağmen lojistik performansın tanımında literatürde bir bütünlük bulunmamaktadır. Bunun temel sebebi olarak birden fazla ve farklı hedeflerin olmasıdır. Bazı çalışmalar kâr açısından incelerken bazıları ise müşteri hizmetleri ve satış maksimizasyonu açısından incelemektedir (Chow vd., 1994). En genel tanım ise “lojistik hizmetlerin kalitesi ve yeterliliği ile, ürünlerin lojistik prensipler dahilinde alıcıya yüksek memnuniyet düzeyi ile ulaştırılmasını ifade” etmektedir (Erturgut, 2016). Tanımdan yola çıkarsak lojistik performansı lojistiğin yedi doğrusuna (doğru fiyat, doğru ürün, doğru miktar, doğru koşullar/şartlar, doğru yer, doğru zaman, doğru tüketici/müşteri (Banomyong ve Supatn, 2011)) ne derece ulaşıldığını gösteren en önemli gösterge veya ulaşma yeteneği olarak söyleyebiliriz.

Genel olarak bakıldığında lojistik organizasyonlarda performans ölçümü amaçların yerine getirilmesini kontrol etmek, malzemelerin doğrudan akışını sağlamak, lojistik faaliyetlerin üstün ve zayıf yönlerini göstermek ve yeni hedefler belirlemek için önemlidir (Andersson vd., 1989). 1960’lı yıllarda daha çok lojistik faaliyetlerin bir tanesinin maliyetleri için performans ölçümü yapılırken 2000’li yıllara doğru lojistiğin entegre bir süreç olduğu göz önünde bulundurularak süreçte yer alan bütün lojistik faaliyetlerin performans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu entegre sürecin performansının ölçülmesinde ise tarihsel olarak bakıldığında çıktı olarak maliyetten müşteri hizmet düzeyine doğru bir gelişim olduğu görülmüştür (Gümüş, 2009).



Şekil 1.1 Lojistik Performans Ölçütlerinin Tarihsel Gelişimi

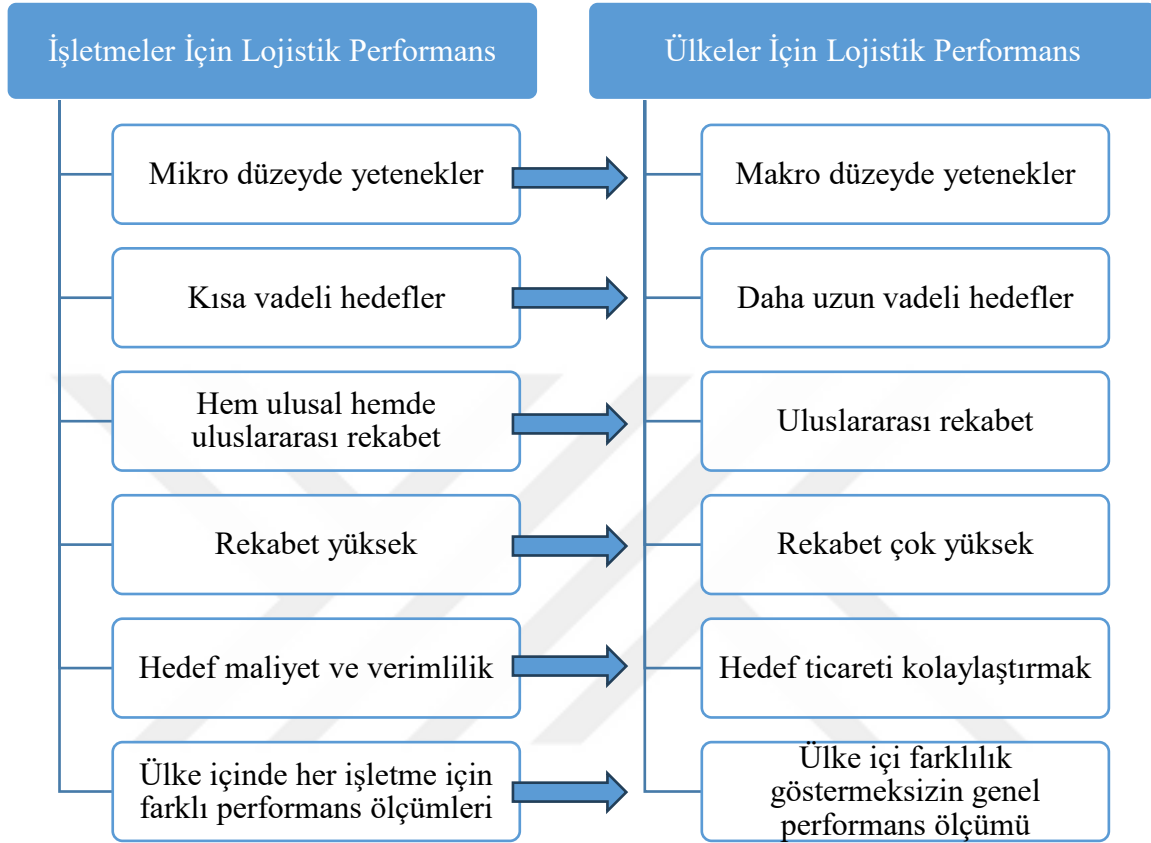
Kaynak: (Andersson vd., 1989).

İşletmeler için lojistik performansın ölçümü genellikle geleneksel verimlilik ölçümleri üzerinden evrilmiştir. Bu aslında işletme performansı ile aynı sonuçlara vurgu yaptığının bir göstergesidir. Lojistik performans konusunda yapılan ilk çalışmalarda üretkenlik üzerinden yapılmış verimlilik ölçümleri öne çıkmaktadır (Kearney, 1984). Verimlilik ölçümleri yapılırken en önemli nokta olarak işletmelerin geçmiş finansal göstergeleri ele alınmıştır. Sonraki çalışmalarda pek çok ölçüm aracı geliştirilmiştir. Bu ölçüm araçlarında verimlilikle beraber etkinlik, etkililik, farklılaşma, çeviklik ve esneklikte yer almıştır. Genel olarak bu ölçümlerin hedefine bakıldığında optimum lojistik hizmeti sağlamak yer almaktadır (Coşkun ve Erturgut, 2022).

Ülkeler için lojistik performans ölçümü işletmelerin lojistik performans ölçümünden farklılık göstermektedir. En bariz fark işletme lojistiğinde daha çok işletme içi konularla ilgilenilirken ülkeler için lojistik performansta daha çok işletme dışı konularla ilgilenilmektedir.

İşletme lojistik performansı ve ülke lojistik performansı arasındaki en önemli fark perspektif farkıdır. İşletmeler için lojistik performansta daha çok maliyeti azaltarak verimliliği

artırmak amacıyla işletme içi faaliyetler ele alınırken küresel lojistikte altyapı, yasal düzenlemeler gibi ticareti kolaylaştırıcı faktörler ele alınıyor. Bunun yanında işletme lojistik performansı her sektör ve işletme için değişkenlik gösterebilirken küresel lojistik performansta sektör ayırımı olmadığından tek performans sonucu var.



Şekil 1.2 İşletme Lojistiği Performansı ve Küresel Lojistik Performansı Arasındaki Fark

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

1.1.1. Lojistik Performansın Ülkeler İçin Önemi

Lojistik, işletmelerde olduğu gibi ülkeler içinde önemli bir sektördür. Lojistiğin ülkelere sağladığı avantajlar arasında sürdürülebilir büyüme, ticaret yapma kolaylığı, refah artışı, ülkeler arası ilişki ve iş birliği artışı, rekabet gücü artışı, (Rashidi ve Cullinane, 2019)

Lojistik performansın ülkeler için en önemli avantajı ticareti kolaylaştırmasıdır. Ülkelerin ekonomik olarak gelişebilmesi ve refah artışı için diğer ülkelerle ticaret yapması gerekmektedir. Bunun temel nedeni üretim faktörleri olan doğal kaynak, emek, sermaye ve girişimcinin ülkelere homojen dağılmamasıdır. Dolayısıyla bunlardan bir tanesi eksik olan bir ülke diğer ülkelerle ticaret yaparak bu eksikliği gidermek ve tamamı bir ülkede olsa dahi talebi artırarak daha fazla kar elde etmek içi ticaret yapmak durumundadır. Böylelikle insanların ihtiyaçlarını giderebileceklerdir. İnsan ihtiyaçlarının giderilmesi refahın yükselmesinin en

önemli yoludur. Ayrıca karşılıklı ticaret yapma ekonomik olarak ülkelere pozitif katkı, avantajlı olduğu sektörlerde uzmanlaşma, ülkeler arası ilişki ve iş birliği gibi avantajlar sağlamaktadır. Ülkeler arasında ticaretin gelişebilmesi için ise lojistiğin ve dolayısıyla lojistik performansın geliştirilmesi gerekmektedir. Lojistik performans iyileştirildiğinde ülkeler arası ticaret yapmak daha da kolay hale gelmektedir.

Lojistik performansı yüksek olan ülkelerin taşımacılık, depolama, lojistik bilişim sistemleri (talep tahmin sistemleri, sipariş işleme sistemleri vb. faaliyetler dahil) gibi lojistik altyapıları da güçlüdür. Bunların sağladığı en önemli avantaj zaman avantajıdır. Lojistik altyapılar güçlü olduğunda işlem süreleri kısalır, süreçler hızlanır ve dolayısıyla ticaret hızlanır. Taşımacılık altyapısı olarak karayolu altyapısı gelişmiş olan bir ülkede bir noktadan başka bir noktaya (ör. üretim yerinden depoya) ürün daha hızlı ulaşabilir. Ürün daha gideceği yere ulaşmadan önce lojistik bilişim altyapısı sayesinde iletişime geçilerek ulaştırıldığı zaman uygulanacak süreçler öncesinden planlanabilir.

Bunun yanında dış ticarete yer alan gümrük işlemleri süresi ve prosedürleri de azalır. Gümrük işlemleri günümüzde zaman konusunda ticareti zorlayan en önemli unsurdur. Karmaşık bir yapıya sahiptir. Bazı durumlarda hem ürünlerin kontrolü hem de belgelerin kontrolü gerekmektedir. Buda zaman olarak olumsuz bir sonuç ortaya koymaktadır. Lojistik performansı artırma ülkelerin gümrük prosedürlerini azaltmasına, bilişim sistemlerini etkin şekilde kullanmasına, gümrük planlamasının hızlanmasına fayda sağlayacaktır.

1.1.2. Lojistik Performans Endeksi

Lojistik performans endeksi Dünya Bankası (World Bank) tarafından 2007'den itibaren hazırlanmaya başlanan ülkelerin lojistikte karşılaştıkları zorlukları fırsatları değerlendirerek performanslarını kıyaslamaya yardımcı olur. Yayınlandığı her dönemde bir rapor olarak ülkelerin performanslarını iyileştirebilmeleri için gerekenlerin yer aldığı ve büyük veri kümelerinde türetilen ülke performans skorlarıdır. Ayrıca lojistik performans endeksi lojistik alanında yapılmış ülkeler için ilk performans ölçme tekniğidir. Dünya çapında lojistik alanında yapılan en kapsamlı endeks olarak 139 ile 160 ülke arasında bir genişliğe sahiptir. Veriler yaklaşık 1000 lojistik profesyonellerine yapılan anketlerden elde edilmektedir. Verilere göre ülkelere en zayıf olan 1 ve en güçlü olan 5 değerleri arasında bir performans skoru verilmektedir (Arvis vd., 2018).

İlk olarak 2007'de yayınlanan endeks daha sonra 2 yıllık periyotlarla 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve son olarak 5 yıl arayla 2023 yılında yayınlanmıştır. Yayınlanma yıllarına bakıldığında düzensiz bir periyoda sahip olduğu görülmektedir. Genellikle 2 yılda bir

yayınlanan endeks küresel algin olan pandemi döneminde kesintiye uğramıştır. Pandeminin ardından 5 yıl sonra yeniden yayınlanmaya başlayan endekse yeni güncellemeler yapılmış bundan sonra daha düzenli yapılacağı da belirtilmektedir. Önceki yıllarda yalnızca lojistik profesyonellerinden elde edilen bilgiler neticesinde ülkelerin performansını ölçen endeks 2023 yılında konteyner taşımacılığı, hava kargo ve posta lojistiği verilerini de dahil ederek uluslararası sevkiyat izleme verilerinden yararlandı. Böylelikle uluslararası tedarik zinciri bağlantılarını ve hızını ölçen kapsamlı bir endeks haline geldi (Arvis vd., 2024). Bu güncellemelerle lojistik performans endeksi 2 ana ölçüm faktörüne sahip olmuştur. Bunlardan ilki küresel forwarderlara ve düzenli taşımacılara sunulan anketlerdir. İkincisi ise deniz, hava ve posta taşımacılığı verileridir.

Tablo 1.1 Lojistik Performans Endeksinde İlk 10'da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Singapur	4,30	1	4,00	7	4,14	5	4,00	5	4,13	1	4,09	2	4,19	1
Finlandiya	4,20	2	3,97	10	3,92	15	3,62	24	4,05	3	3,89	12	3,82	15
Danimarka	4,10	3	3,99	8	3,82	17	3,78	17	4,02	6	3,85	16	3,86	13
Almanya	4,10	3	4,20	1	4,23	1	4,12	1	4,03	4	4,11	1	4,10	3
Hollanda	4,10	3	4,02	6	4,19	4	4,05	2	4,02	5	4,07	4	4,18	2
İsviçre	4,10	3	3,90	13	3,99	11	3,84	14	3,80	16	3,97	7	4,02	7
Avusturya	4,00	7	4,03	4	4,10	7	3,65	22	3,89	11	3,76	19	4,06	5
Belçika	4,00	7	4,04	3	4,11	6	4,00	3	3,98	7	3,94	9	3,89	12
Kanada	4,00	7	3,73	20	3,93	14	3,86	12	3,85	14	3,87	14	3,92	10
Hong Kong	4,00	7	3,92	12	4,07	9	3,83	15	4,12	2	3,88	13	4,00	8
İsveç	4,00	7	4,05	2	4,20	3	3,96	6	3,85	13	4,08	3	4,08	4
Birleşik Arap Emirlikleri	4,00	7	3,96	11	3,94	13	3,54	27	3,78	17	3,63	24	3,73	20
Türkiye	3,40	38	3,15	47	3,42	34	3,50	30	3,51	27	3,22	39	3,15	34

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global> -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.1.3. Lojistik Performans Endeksi Bileşenleri

Lojistik Performans Endeksi, altı bileşenin ağırlıklandırılmış ortalamasıdır:

- Gümrükleme sürecinin etkinliği
- Ticaret ve ulaştırma ile ilgili altyapının kalitesi
- Rekabetçi fiyatlı uluslararası gönderileri düzenlemenin kolaylığı
- Lojistiğin yeterliliği ve kalitesi

- Gönderileri takip etme ve izleme yeteneği
- Gönderilerin planlanan veya beklenen teslimat süresi içerisinde alıcıya ulaşma sıklığı

1.1.3.1. Gümrük ve Gümrük Süreçlerinin Verimliliği

Gümrük sevkiyatı, uluslararası ticaretin merkezinde yer alan, malların sınırlar arasında hareketliliği görevini yerine getiren, yasalarla kontrol altında tutulan önemli ve karmaşık bir süreçtir. Bu süreç içerisinde ülkelere göre değişiklik gösterebilen ticaret mevzuatının uygulanmasını sağlayan, idari ve düzenleyici işlemlerin tamamını kapsamaktadır. Bu sürecin verimliliği konusunda öncelikle hız konusu ele alınır. Hız konusu genellikle gümrük sürecinin ilk aşaması olan ticaret beyanından başlayarak ve son aşaması olan serbest dolaşıma giriş arasındaki aşamaların hızıyla ilgilidir. Gümrük süreçlerinin basitleştirilmesi işletmelerin bekleme sürelerini azaltır ve üretim için gerekli hammadde ve yarı mamul girdilerini zamanında teslim almalarına ve nihai ürünleri müşterilere daha hızlı ulaştırmalarına fayda sağlar. Gümrüklerde yaşanan krizler, tedarik zincirinde darboğazlara, artan stok bulundurma maliyetine ve rekabetin yoğun olduğu günümüz ticaretinde rekabet gücünde azalmaya yol açabilir. Bunun yanında gümrük verimliliği kaynakların etkin kullanılmasını, gereksiz bürokrasiyi ortadan kaldırmayı, ticareti kolaylaştırmayı, karmaşıklığı azaltmayı ve personel, altyapı ve teknoloji gibi bu sürecin girdilerini etkili bir şekilde kullanmayı da sağlar (Arvis vd., 2007; Aydın vd., 2023; Ertugut ve Altınok, 2020; Martí vd., 2014).

İşletmeler ve özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler), uluslararası ticaret yapmayı gümrük prosedürlerinden kaygı duyduğu için gerçekleştirmek konusunda çekinceli davranmaktadır. Karmaşık ve belirsiz gümrük gereksinimleri işletmeleri hata yapmaya, ticareti gerçekleştirmekten vazgeçmeye hatta ticareti gerçekleştirmediği için tedarik zincirinde darboğazlar oluşturmaya zorlayabilir. Bundan dolayı bu süreci herkesin rahat bir şekilde anlayabilmesi için basitleştirmek ve daha şeffaf bir hale getirmek önemlidir. Bu sayede belirsizlikler de azalma gerçekleşerek ticaret yapan her paydaş prosedürleri, gereken zamanı, maliyetleri ve değişiklikleri daha doğru tahmin edebilir (Arvis vd., 2007; Martí vd., 2014).

Sonuç olarak uluslararası ticaretin hızını ve sürekliliğini, işletmelerin rekabet gücünü ve insanların refah düzeylerini doğrudan etkileyebilen gümrük; tedarik zincirinde darboğazlar oluşturabilecek kadar önemli ve karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin verimliliği hız, basitlik, şeffaflık ve doğru tahmin konusunda fayda sağlamaktadır. Verimli bir gümrük süreci prosedürleri azaltır, ticareti kolaylaştırır, ekonomik büyümeye ve refahın yükselmesine katkı sağlar. Bu sebeple gümrük süreçlerinin verimliliğini ölçmek önemlidir.

Tablo 1.2 Lojistik Performans Endeksi Gümrük Bileşeninde İlk 10'da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Singapur	4,20	1	3,89	6	4,18	1	4,01	3	4,10	1	4,02	2	3,9	3
Danimarka	4,10	2	3,92	4	3,82	14	3,79	13	3,93	4	3,58	19	4,0	2
İsviçre	4,10	2	3,63	16	3,88	10	3,92	7	3,88	5	3,73	12	3,9	5
Finlandiya	4,00	4	3,82	8	4,01	4	3,89	8	3,98	2	3,86	7	3,7	14
Kanada	4,00	4	3,60	18	3,95	6	3,61	20	3,58	17	3,71	13	3,8	9
İsveç	4,00	4	4,05	2	3,92	8	3,75	15	3,68	12	3,88	5	3,9	6
Almanya	3,90	7	4,09	1	4,12	2	4,10	2	3,87	6	4,00	3	3,9	4
Hollanda	3,90	7	3,92	5	4,12	3	3,96	4	3,85	8	3,98	4	4,0	1
Belçika	3,90	7	3,66	14	3,83	13	3,80	11	3,85	7	3,83	9	3,6	16
Japonya	3,90	7	3,99	3	3,85	11	3,78	14	3,72	11	3,79	10	3,8	11
Güney Kore	3,90	7	3,40	25	3,45	26	3,47	24	3,42	23	3,33	26	3,2	27
Türkiye	3,00	47	2,71	58	3,18	36	3,23	34	3,16	32	2,82	46	3,0	33

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global>) -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.1.3.2. Altyapı Kalitesi

Lojistik performans indeksinde altyapı kalitesi bir ülkenin temel ulaşım ve telekomünikasyon altyapısının genel kalitesini ve yeterliliğini değerlendirerek malların ve bilgilerin hareketini sağlayan fiziksel ve teknolojik yapıyı inceler. Bu fiziksel ve teknolojik yapıda taşıma türlerinin altyapısı olan yollar (kara, demir ve su), terminal ve istasyonlar, limanlar, havaalanları, telekomünikasyon ağları, dijital altyapı ve güvenilirliği, teknolojik gelişmişlik ve entegrasyon yer alır(Arvis vd., 2010; Martí vd., 2014).

Altyapı kalitesi mal hareketliliğini doğrudan etkilemesinden dolayı önemlidir. Yükselen bir altyapı kalitesi sonucu hammadde ve nihai müşteri arasındaki sürecin akışı hızlanır, taşıma maliyetleri azalır, hasar ve belirsizlikler azalır. Bunun yanında gelişmiş iletişim ağları ile lojistik operasyonlarının verimliliği artırılır. İletişim tedarik zinciri boyunca her aşamada önemlidir. Paydaşlar arası iletişimi kolaylaştırır, etkili envanter yönetimi sağlar, gelişmiş izleme ve takip imkânı sunar, elektronik veri alışverişini ve e-ticareti destekler. Aynı zamanda taşımacılığın başından sonuna kadar koordineli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak değişen pazar taleplerinde hızlı yanıt verilmesini (esneklik) sağlar. Altyapı kalitesi yalnızca bir ülkenin fiziksel ve teknolojik varlıklarının değil, aynı zamanda ticaret ve ekonomik kalkınma için elverişli ortamın da değerli bir göstergesidir. Sürekli izlenmesi ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir

ekonomik büyümeyi teşvik etmek ve bir ülkenin küresel tedarik zincirindeki konumunu iyileştirmek için esastır(Arvis vd., 2007; Martí vd., 2014).

Tablo 1.3 Lojistik Performans Endeksi Altyapı Kalitesi Bileşeninde İlk 10’da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Singapur	4,60	1	4,06	6	4,20	6	4,28	2	4,15	2	4,22	4	4,27	2
İsviçre	4,40	2	4,02	9	4,19	7	4,04	11	3,98	13	4,17	6	4,13	4
Kanada	4,30	3	3,75	21	4,14	9	4,05	10	3,99	12	4,03	11	3,95	12
Almanya	4,30	3	4,37	1	4,44	1	4,32	1	4,26	1	4,34	1	4,19	3
Finlandiya	4,20	5	4,00	11	4,01	16	3,52	28	4,12	6	4,08	8	3,81	17
İsveç	4,20	5	4,24	3	4,27	3	4,09	9	4,13	5	4,03	10	4,11	5
Hollanda	4,20	5	4,21	4	4,29	2	4,23	3	4,15	3	4,25	2	4,29	1
Japonya	4,20	5	4,25	2	4,10	11	4,16	7	4,11	9	4,19	5	4,11	6
Danimarka	4,10	9	3,96	17	3,75	24	3,82	17	4,07	10	3,99	15	3,82	14
Belçika	4,10	9	3,98	14	4,05	14	4,10	8	4,12	8	4,01	12	4,00	11
Güney Kore	4,10	9	3,73	22	3,79	29	3,79	18	3,74	22	3,62	23	3,44	25
Birleşik Arap Emirlikleri	4,10	9	4,02	10	4,07	13	3,70	21	3,84	17	3,81	17	3,80	18
Avustralya	4,10	9	3,97	16	3,82	18	4,00	12	3,83	18	3,78	18	3,65	20
Türkiye	3,40	43	3,21	33	3,49	31	3,53	27	3,62	25	3,08	39	2,94	39

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global> -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.1.3.3. Uluslararası Sevkiyat

Uluslararası sevkiyat bir ülkenin uluslararası ticaretinde karmaşık mal hareketliliğini kontrol altına alabilme ve bu süreci en uygun maliyetle yönetme yeteneğini ifade etmektedir. Bu yetenek hem ihracat hem de ithalat süreçlerinde karşılaşılan lojistik engelleri en aza indirerek rekabetçi fiyatlarla gönderi sağlamayı ve bunu kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Uluslararası sevkiyat kolaylığı ve maliyetleri pazar baskılarına, rakip faaliyetlerine, değişen müşteri beklentilerine göre şekillenmektedir. Temelde nakliye sistemlerinin verimliliği, sektörün hem bir bütün hem de bireysel olarak karlılığı ve uluslararası ticaretle uğraşan kişilerin kolay ve uygun maliyetli sevkiyat yapabilmesi temel hedefler arasında yer almaktadır. Bu hedefler kapsamında basitleştirilmiş süreçler, rekabetçi hizmet fiyatları beraberinde verimli nakliye sistemleri ve daha düşük nakliye maliyetleri gerçekleştirilmeye çalışılmalıdır (Alnıpak vd., 2023; Arvis vd., 2010).

Lojistik hizmet sağlayıcıların sevkiyat maliyetlerini düşürmesi ve basitleştirerek kolay erişilebilir bir hale getirmesi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Bunlardan bazıları rekabet düzeyi, esneklik, kalite, erişilebilirlik, standardizasyon olarak söylenebilir. Lojistik servis sağlayıcılar arasında rekabetin yüksek olması fiyatların düşmesi, erişilebilirliğin artması ve işlerin daha basitleşmesi konusunda işletmelere baskı kurar. Müşteri ihtiyaçları günümüzde daha fazla değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenliğe duyarlılık ve hızlı uyum sağlamak esnek maliyet yönetiminin unsurlarından biridir. Sunulan sevkiyat hizmetlerinin kalitesi de maliyetini ve rekabet düzeyini etkilemektedir. Son olarak kolay sevkiyat herkes tarafından uygun fiyattan erişilebilir ve bir standardı olmalıdır. Sevkiyatta standartlık maliyet, hız, kalite gibi kriterlerde öngörülebilirliği artırır. Bu sayede sevkiyat hizmeti alacak kişi daha doğru tahminlerde bulunarak fiyat ayarlamasını optimize edebilir (Alnıpak vd., 2023; Arvis vd., 2010; Martí vd., 2014).

Tablo 1.4 Lojistik Performans Endeksi Uluslararası Sevkiyat Bileşeninde İlk 10'da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Finlandiya	4,10	1	3,56	16	3,51	30	3,52	20	3,85	4	3,41	19	3,30	30
Singapur	4,00	2	3,58	15	3,96	5	3,70	6	3,99	2	3,86	1	4,04	2
Hong Kong	4,00	2	3,77	8	4,05	2	3,58	14	4,18	1	3,67	6	3,78	7
Belçika	3,80	4	3,99	1	4,05	3	3,80	2	3,73	6	3,31	26	3,65	17
Birleşik Arap Emirlikleri	3,80	4	3,85	5	3,89	7	3,20	43	3,59	15	3,48	14	3,68	13
Avusturya	3,80	4	3,88	3	3,85	9	3,26	40	3,71	7	3,78	4	3,97	3
Yunanistan	3,80	4	3,30	35	2,97	64	2,97	62	2,69	87	2,85	73	3,11	37
Almanya	3,70	8	3,86	4	3,86	8	3,74	4	3,67	11	3,66	9	3,91	4
Hollanda	3,70	8	3,68	11	3,94	6	3,64	11	3,86	3	3,61	11	4,05	1
Fransa	3,70	8	3,55	17	3,64	20	3,68	7	3,73	5	3,30	28	3,63	18
İspanya	3,70	8	3,83	6	3,63	22	3,51	21	3,68	10	3,11	48	3,45	23
Tayvan, Çin	3,70	8	3,48	24	3,57	28	3,71	5	3,58	16	3,64	10	3,65	16
Malezya	3,70	8	3,35	32	3,48	32	3,64	10	3,40	26	3,50	13	3,36	26
Türkiye	3,40	26	3,06	53	3,41	35	3,18	48	3,38	30	3,15	44	3,07	41

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global> -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.1.3.4. Lojistik Hizmetlerinin Kalitesi, Yeterliliği ve Yetkinliği

Bir ülkede gerçekleştirilen lojistik faaliyetlerinin dış paydaşlara göre kalitesini, yeterliliğini ve yetkinliğini ölçmeyi hedeflemektedir. Bu boyut altyapı ve prosedürel verimliliği ele almak yerine hammadde, ürün, bilgi ve sermaye akışının yönetiminde yer alan lojistik hizmet sağlayıcıların (birey, kurum ve sistemlerin) profesyonellik, bilgi ve etkinlik düzeyini göstermektedir. Burada lojistik hizmet sağlayıcıların (lojistik departmanları, taşımacılık şirketleri, depolama operatörleri, yük iletilicileri, gümrük komisyoncuları ve üçüncü taraf lojistik sağlayıcıları gibi) nasıl davrandıkları, gerçekleştirmeleri gereken rolleri nasıl yaptıkları anlaşılmaya çalışılmaktadır(Arvis vd., 2010; Erturgut, 2016).

Bir ülkenin lojistik hizmetinin kalitesi, yeterliliği ve etkinliği lojistik hizmet sağlayıcılar tarafından gerçekleştirilen faaliyetlerin müşteri beklentilerini karşılama düzeyiyle ölçülür. Bu anlamda önde olan ülkelerde doğru sipariş, gecikmesiz (zamanında) teslimat, uygun koşullarda (paketli, hasarsız, güvenli) mal sunma, müşteri ile etkili iletişim, müşterinin beklediği yerde teslim, sürekli iyileştirilen süreçler, kalite yönetim sistemi uygulamaları ve müşteri tarafından öngörülebilir süreçler (standart ve tutarlı hizmet) konularında daha iyilerdir. Dolayısıyla performansı yüksek ve daha rekabetçi olurlar(Alnıpak vd., 2023; Erturgut, 2016).

Tablo 1.5 Lojistik Performans Endeksi Lojistik Hizmetlerinin Kalitesi, Yeterliliği ve Yetkinliği Bileşeninde İlk 10'da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Singapur	4,40	1	4,10	3	4,09	5	3,97	8	4,07	6	4,12	6	4,21	2
İsviçre	4,30	2	3,97	11	3,95	14	3,75	16	3,71	18	4,32	1	4,00	8
Finlandiya	4,20	3	3,89	15	3,88	16	3,72	19	4,14	1	3,92	10	3,85	13
Belçika	4,20	3	4,13	2	4,07	6	4,11	4	3,98	8	4,13	5	3,95	10
Almanya	4,20	3	4,31	1	4,28	1	4,12	3	4,09	4	4,14	4	4,21	3
Hollanda	4,20	3	4,09	5	4,22	3	4,13	2	4,05	7	4,15	3	4,25	1
Kanada	4,20	3	3,90	14	3,90	15	3,94	10	3,85	13	3,99	8	3,85	12
İsveç	4,20	3	3,98	10	4,25	2	3,98	6	3,90	12	4,22	2	4,06	6
Danimarka	4,10	9	4,01	9	4,01	9	3,74	18	4,14	2	3,83	15	3,83	15
Japonya	4,10	9	4,09	4	3,99	12	3,93	11	3,97	9	4,00	7	4,12	5
Türkiye	3,50	38	3,05	51	3,31	36	3,64	22	3,52	26	3,23	37	3,29	30

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global> -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.1.3.5. İzlenebilirlik/ Takip Edilebilirlik

Tedarik zinciri hammadde ve nihai müşteri arasında ileri ve geri yönlü faaliyetlerden oluşmaktadır. Bu uzun, yüksek belirsizlik içeren ve karmaşık süreç içerisinde ilerlemeyi izlemek ve sevkiyatların yerlerini belirlemek için çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Bu boyut bu sistemlerin yeteneklerine ve etkinliğine odaklanmaktadır. Günümüzde yalnızca sevkiyatın gönderilmesinin bilinmesi yeterli olmamaktadır. Tedarik zinciri içerisindeki sevkiyatın bütün paydaşları kesin yerini ve rotasını, süreç içerisindeki her aşamayı ihtiyaç duyduğu yer ve zamanda kolayca ve gerçek zamanlı bilmek ister. Bu bilgiye ihtiyaç duyulmasının sebebi olarak üretici açısından üretim planlamasının planlamasında bu bilgilerin kullanılmasını, tüketici açısından ürünün teslim tarihini bilerek hareket etmeyi, perakendeci veya toptancı için pazarlama planı oluşturulmasında kullanılmasını, filo yönetimi açısından daha etkili rota planlaması yapılabilmesini, stok yönetimi açısından depo ve elleçleme ekipmanlarının planlanması aşamasında kullanılmasını örnek olarak gösterebiliriz. Burada ilgili paydaşlar ayrıntılı ve gerçek zamanlı bilgi ile karar alma ve olası kesintileri önleme avantajı elde ederler. Kısaca bunu diğer süreçlerin planlanmasında ve uygulanmasında gönderilerin konumunun önemi ile açıklayabiliriz (Arvis vd., 2007; Beysenbaev ve Dus, 2020; Erturgut, 2016).

Gelişmiş görünürlük seviyesi yüksek olan ülkeler izlenebilirlik performansları yüksek olanlardır. Varış zamanın tahmin edilmesi, daha iyi envanter yönetimi, beklenmeyen gecikmelerin önlenmesi ve olası risklere karşı önlem almayı mümkün kılmak bu performansta etkilidir. Bu bütün paydaşlar açısından kaynakların etkin kullanımı, memnuniyet ve operasyonel verim artışına katkıda bulunur (Beysenbaev ve Dus, 2020; Tseng vd., 2013).

Tablo 1.6 Lojistik Performans Endeksi İzlenebilirlik/ Takip Edilebilirlik Bileşeninde İlk 10'da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Singapur	4,40	1	4,08	8	4,05	10	3,90	11	4,07	6	4,15	6	4,25	1
Danimarka	4,30	2	4,18	3	3,74	25	3,36	36	4,10	4	3,94	18	3,76	17
Finlandiya	4,20	3	4,32	1	4,04	11	3,31	39	4,14	1	4,09	11	4,17	2
Avusturya	4,20	3	4,09	7	4,36	2	3,93	10	3,97	11	3,83	22	3,97	13
İsviçre	4,20	3	4,10	5	4,04	12	3,79	18	3,83	15	4,27	1	4,04	9
Tayvan, Çin	4,20	3	3,67	25	3,59	31	3,79	17	3,72	21	4,04	12	3,60	24
Almanya	4,20	3	4,24	2	4,27	3	4,17	1	4,05	7	4,18	4	4,12	5
Hong Kong	4,20	3	3,92	15	4,03	14	3,87	13	4,09	5	3,94	17	4,06	8
Hollanda	4,20	3	4,02	11	4,17	6	4,07	6	4,12	2	4,12	9	4,14	4

Amerika Birleşik Devletleri	4,20	3	4,09	6	4,20	5	4,14	2	4,11	3	4,17	5	4,01	10
Türkiye	3,50	37	3,23	45	3,39	43	3,77	19	3,54	29	3,09	56	3,27	34

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global> -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.1.3.6. Zamanında Teslimat

İşletmeler depo ve stok maliyetlerini en aza indirmek için stok miktarını düşük ve stok devir hızını yüksek tutmayı hedefler. Bu hedefe ulaşabilmenin en önemli yolu zamanında teslimatı sağlayabilmek ve yönetebilmektir. Bu alt boyut teslimat sürelerinin standartlığı ve dakikliğini ölçmekte ve tüm tedarik zinciri sürecinde kararlaştırılan sürelerle uyma ve teslimat anlaşmalarını yerine getirme konusunda güvenilirliği ve verimliliği yansıtmaktadır. Kısaca önceden belirlenmiş teslimat sürelerine uyma derecesini ölçmektedir (Beysenbaev ve Dus, 2020).

Müşterilerin hızlı ve güvenilir hizmet beklentisinin yüksek, rakiplerin çok yoğun rekabette ve yükselen bir trende sahip e-ticaretin olduğu günümüzde teslimat zamanına uyulmaması ciddi lojistik performans düşüklüğüne sebebiyet verecektir. Geç teslimatlar müşteri ve marka değeri kaybı, üretimde aksama gibi çok ciddi sonuçlara yola açabilir (Arvis vd., 2007, 2010).

Zamanında teslimat kriteri kapsamında özellikle bilgisayar sistemleri sayesinde paydaşlara hızlı ve doğru bilgi sunabilmek mümkündür. Nesnelerin interneti, GPS, RFID gibi cihazlar ve Depo Yönetim Sistemi, Taşıma Yönetim Sistemi, rota planlama yazılımları sayesinde optimize edilmiş gönderi teslimi gerçekleştirilebilir (Erturgut, 2016).

Tablo 1.7 Lojistik Performans Endeksi Zamanında Teslimat Bileşeninde İlk 10'da Yer Alan Ülkeler ve Türkiye

Ülkeler	2023		2018		2016		2014		2012		2010		2007	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Singapur	4,30	1	4,32	6	4,40	6	4,25	9	4,39	1	4,23	14	4,53	1
Finlandiya	4,30	1	4,28	8	4,14	16	3,80	38	4,10	15	4,08	25	4,18	14
Avusturya	4,30	1	4,25	12	4,37	7	4,04	23	3,79	31	4,08	23	4,44	3
İsviçre	4,20	4	4,24	13	4,24	14	4,06	21	4,01	24	4,20	15	4,48	2
Belçika	4,20	4	4,41	1	4,43	4	4,39	2	4,20	9	4,29	12	4,25	10
İsveç	4,20	4	4,28	7	4,45	3	4,26	8	4,26	5	4,32	11	4,43	4
Birleşik Arap Emirlikleri	4,20	4	4,38	4	4,13	18	3,92	32	4,10	13	3,94	33	4,12	17

İspanya	4,20	4	4,06	20	4,00	26	4,07	17	4,02	22	4,12	21	3,86	29
Tayvan, Çin	4,20	4	3,72	35	4,25	12	4,02	25	4,10	14	3,95	30	4,18	15
Almanya	4,10	10	4,39	3	4,45	2	4,36	4	4,32	2	4,48	3	4,33	8
Kanada	4,10	10	3,96	22	4,01	25	4,18	11	4,31	3	4,41	5	4,19	13
Danimarka	4,10	10	4,41	2	3,92	30	4,39	3	4,21	7	4,38	7	4,11	19
Hong Kong	4,10	10	4,14	15	4,29	9	4,06	18	4,28	4	4,04	26	4,33	7
Fransa	4,10	10	4,15	14	4,25	13	4,17	13	4,02	23	4,37	9	4,02	23
Estonya	4,10	10	3,80	30	4,08	20	3,55	49	3,23	75	3,68	53	3,35	53
Bahreyn	4,10	10	3,29	68	3,58	51	2,80	119	3,42	60	3,85	39	3,00	84
Türkiye	3,60	35	3,63	44	3,75	40	3,68	41	3,87	27	3,94	31	3,38	52

Not: 2023 yılı verileri baz alınmıştır.

Kaynak: Dünya Bankası (<https://lpi.worldbank.org/index.php/international/global>) -Erişim Tarihi: 20.07.2024)

1.2. Çevre Kirliliği

Hem canlı hem de cansız bileşenleri içeren çevre birbiriyle etkileşime girebilen bu varlıkların bütün fiziksel sisteminin yer aldığı ortamdır(Garg vd., 2024). Bu bileşenlerden en zekisi olan insan çevreyi koruyarak yaşamının devamlılığını sağlamaya çalışmalıdır. Sınırsız ihtiyaç sahibi insanlar ve sınırlı kaynaklara sahip doğa arasında sürekli bir etkileşim vardır. İnsan, ihtiyaçlarını karşılamak için doğaya bağımlıdır. Fakat bu bağımlılığın yanında insan faaliyetleri doğayı farklı yönlerden olumsuz etkilemektedir. Bu etki yıllara göre giderek artmakta ve bunun sonucu olarak çevreye verilen zararın insan üzerindeki etkisi de artmaktadır (Harrison, 2001).

Çevre kirliliği en basit tanımıyla insan faaliyetlerinin doğada yarattığı olumsuz etkilerdir (Ukaogo vd., 2020). Bu faaliyetler insan ihtiyaçlarını gidermeye çalışan tedarik zincirinin her noktasında görülebilir. Doğal kaynak elde etmenin çevreye verdiği zararlar başlayan bu olumsuz etkiler, tüketim sonucu elde edilen atıklarla son bulur (Landrigan vd., 2018).

Çevre kirliliği konuları 19 yüzyıldan önce gündemde yer almayan bir konuydu. Hatta bu dönemde kirleticilerin ülke gelişmişliğini gösterdiği düşünülmekteydi. Bir ülkede havaya salınan siyah dumanın çokluğu ve kanalizasyondan akan rengi bozuk atığın miktarı ne kadar çok olursa o kadar gelişmiş bir bölge veya ülke olarak değerlendiriliyorlardı. Bunun sebebi bu yoğunluklar üretim miktarının son derece yüksek olduğunu göstermesiydi. Sonraki yıllarda bu durum öncelikle çevredeki diğer canlıların daha sonra da insanların sağlığına ciddi derecede zarar verdiği tespit edildi. Aynı zamanda uzaydan dünyanın fotoğraflarının çekilmeye başlandığı bu yıllarda dünya çevresindeki ciddi değişim tespit edildi. Bu değişimlerle birlikte

evre kirliliği konuları önem kazandı ve azaltmak için politikalar üretilmeye başlandı (Best, 1999).

1.2.1. evre Kirliliğinin nemi

evre kirliliği birçok açıdan canlıları olumsuz etkilemektedir. Bunlardan en önemlisi insan sağlığında yarattığı olumsuz etkilerdir. Birçok insanın yaşamını yitirmesinde ciddi rol oynamakla birlikte birçok insanda da ciddi sağlık problemleri hatta kalıcı sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında diğer canlılarında doğal yaşam koşullarını etkilemekle birlikte yaşamlarını yitirmelerine hatta türlerinin yok olmasına neden olmaktadır. Gelecekte yaşayacak kişilere daha iyi bir yaşam alanı sunmayı hedefleyen sürdürülebilirlik evre kirliliğini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda öncelikle evre kirliliğinin türlerini ve diğer evre sorunlarını bilmek önemlidir.

1.2.2. evre Kirliliği Türleri ve Diğer evre Sorunları

evre kirliliği çok çeşitli şekillerde gerçekleşmektedir. Fakat bir sınıflandırma yapacak olursak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenme olarak sınıflandırabiliriz. Toprak, su ve havanın canlıların yaşamını olumsuz etkileyecek şekilde fiziksel olarak değiştirilmesi, fiziksel kirlenme; kimyasal özelliklerinin değiştirilmesi kimyasal ve mikrobiyolojik olarak kirlenmesi ise biyolojik kirlenme demektir (İbadullayeva vd., 2019).

1.2.2.1. Hava Kirliliği

Hava canlı yaşamının sürdürülebilmesi için gerekli en önemli elementlerdendir. Havanın insan etrafında bulunduğu katmana atmosfer denilmektedir. Atmosferde bulunan gazların belirli seviyeleri bulunmaktadır. Bu gazların seviyelerini değiştirici gaz salınımı hava kirliliği olarak belirtilmektedir. Bu gazlardan bazıları normalde havada bulunmayan gazlardan oluşurken bazıları bulunduğu halde seviyelerinin insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan gazların havaya karışmasıyla değişmesi ve kirlilik yaratmasıdır (Garg vd., 2024; Harrison, 2001).

Havayı en çok kirleten yaygın maddeler;

- Karbon monoksit (CO);
- Azot dioksit (NO₂),
- Kükürt dioksit (SO₂),
- Ozon (O₃),
- Partikül madde (PM),

- Kurşun (Pb)

Tablo 1.8 Temiz Havada Atmosferde Bulunması Gereken Gaz ve Madde Oranları

Gazlar	Atmosferde Bulunan Oran (%)
Azot(N ₂)	78,08
Oksijen (O ₂)	20,946
Argon (Ar)	0,934
Karbondiyoksit (CO ₂)	0,035
Neon (Ne), Metan (CH ₄), Helyum (He), Hidrojen (H ₂), Kripton (Kr)	0,001
Su Buharı	0,25

Kaynak: İbadullayeva vd., 2019; Kardeşoğlu vd., 2011; Sağlık Bakanlığı- <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/ced/hava-kirliligi.html> adresinden 18.10.2024 tarihinde elde edilmiştir.

Hava kirliliği insan sağlığına en çok etki eden kirlilik türüdür. İnsanlarda birçok hastalığa yol açan bu kirlilik solunma yoluyla insan organlarına zarar vermektedir. Özellikle akciğere zarar vererek akciğer kanseri, astım ve koah gibi hastalıklara yol açtığı bilinmektedir. Bunun yanında kalp, beyin, sindirim ve üriner sistem üzerinde de çeşitli hastalıklara yol açtığı geçmiş çalışmalarda tespit edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre her yıl 6.7 milyon insan hava kirliliğine bağlı olarak hayatını kaybediyor (Dünya Sağlık Örgütü, 2024).

Tablo 1.9 2018 Yılı Karbon Salınımı En Yüksek 50 Ülke Listesi

Sıra	Ülkeler	Fosil Enerjiden Kaynaklanan Karbon Salınım Miktarı (Milyon ton CO₂)	Enerjiden Kaynaklanan Karbon Salınım Miktarı (Milyon ton)	Kişi Başına Düşen CO₂
1	Çin	9900,1	10378,3	7,5
2	Amerika Birleşik Devletleri	4987,2	5390,0	15,2
3	Hindistan	2378,1	2469,5	1,8
4	Rusya	1612,7	2124,8	11,5
5	Japonya	1095,5	1100,4	8,8
6	Almanya	704,5	708,9	8,5
7	Kore	610,6	614,1	12,2
8	İran	574,3	757,2	7,8
9	Kanada	567,0	629,4	15,7
10	Endonezya	547,2	660,0	2,2
11	Suudi Arabistan	502,4	578,9	15,5
12	Güney Afrika	438,6	471,6	7,5
13	Brezilya	427,6	462,5	2,1
14	Meksika	423,8	467,1	3,6
15	Avustralya	390,9	448,1	15,5

16	Türkiye	378,6	Veri Yok	5,0
17	Birleşik Krallık	357,6	365,8	5,4
18	İtalya	322,8	327,6	5,4
19	Polonya	311,5	313,1	8,2
20	Fransa	306,7	308,5	4,6
21	İspanya	252,4	Veri Yok	5,5
22	Tayland	246,8	261,1	3,7
23	Vietnam	241,5	259,9	3,0
24	Malezya	230,5	247,7	7,8
25	Mısır	215,3	243,3	2,5
26	Kazakistan	211,4	272,4	11,9
27	Pakistan	184,5	198,0	0,9
28	Ukrayna	183,6	189,9	4,2
29	Arjantin	173,3	200,3	4,0
30	Birleşik Arap Emirlikleri	166,4	201,8	18,4
31	Hollanda	152,8	153,0	8,8
32	Irak	131,5	225,6	4,2
33	Filipinler	130,9	132,3	1,3
34	Özbekistan	107,9	129,0	3,4
35	Çek Cumhuriyeti	102,8	Veri Yok	9,5
36	Bangladeş	92,4	98,7	0,5
37	Belçika	92,3	Veri Yok	8,2
38	Kuveyt	90,4	116,8	22,1
39	Şili	87,8	88,3	4,6
40	Katar	83,6	113,7	31,1
41	Kolombiya	75,7	100,7	1,6
42	Romanya	73,5	80,0	3,9
43	Umman	69,2	93,2	15,7
44	Avusturya	63,0	Veri Yok	7,1
45	Yunanistan	62,5	Veri Yok	6,1
46	İsrail	60,3	60,9	6,9
47	Türkmenistan	59,1	175,0	12,5
48	Belarus	57,8	Veri Yok	6,2
49	Portekiz	48,1	Veri Yok	4,8
50	Macaristan	46,6	Veri Yok	4,7

Kaynak: IEA-International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)

Hava kirliliğini oluşturan en önemli etken fosil enerji yanması sonucu havaya salınan karbon salınımıdır. Fosil yakıtların yanması sonucu hava kirliliğine en fazla sebep olan ülkeler arasında ekonomik olarak en yüksek ülkeler genellikle başı çekmektedir. Özellikle ilk 5 ülkenin

çevreye yaydığı karbon salınımı ile diğer ülkeler arasında yadsınamaz bir fark mevcuttur. Bu beş ülke toplam karbon salınımının büyük bir çoğunluğuna neden olmaktadır.

1.2.2.2. Toprak Kirliliği

Toprak bütün canlılar için yaşamının her noktasında etkileşim halinde olduğu bir bileşendir. Bitkilerin büyümesi ve besin maddesi sağlaması, hayvanların yaşam ortamı ve besin kaynağını sağladığı alan ve insanların hem ihtiyaçlarını gidermek için doğrudan kullandığı hem de burada yetişen diğer canlıları ihtiyaçları doğrultusunda kullandığı ekosistem bileşenidir (Mishra vd., 2016). Dünya kara alanının kullanım amacına bakıldığında; yaklaşık %11'i bitki ekimi için, %25'i mera olarak, %34 orman ve ormanlık alan ve geriye kalan %30'luk kısmı ise insanların yaşama, üretme ve tüketme için kullandığı diğer alanlardır (Estes, 1994; Harrison, 2001).

Toprak kirliliği toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin zarar görmesi ve üretkenliğinin azalmasıdır. Bu durum kısa süreli olup tekrar eski haline dönebildiği gibi kalıcı olarak da gerçekleşebilir. Aynı zamanda bazıları gözle görünürken bazıları görülemeyebilir. Görülemeyen noktada gizli bir tehlikenden bahsetmek mümkündür (Eugenio vd., 2018). Atılan yiyecekler, plastik malzemeler, teneke kutular, camlar, deri ürünleri, gübreler, kimyasallar, radyoaktif maddeler, toprak kirliliğine neden olan bazı atıklardır. Bu atıklar toprağa demir, kurşun, bakır, çinko, alüminyum, cıva, asitler, siyanür ve alkaliler gibi kimyasalları toprağa doğrudan ya da hava olaylarıyla dolaylı geçirir. Toprak bu maddeleri ayrıştırmaya çalışır, fakat çok yavaş gerçekleştiği için bu toprakta birikir ve temel bileşimini değiştirir. Buda bitki üretkenliğini olumsuz etkiler. Aynı zamanda bitkilerde bu kimyasallara toprak yoluyla maruz kalarak içerisinde depolayıp insan veya hayvanlar tarafından tüketildiğinde onlara ulaşır. Daha sonrasında ise insanlarda kalıcı hastalıklara yol açmaya hatta bazı kişilerin hayat kayıplarına kadar ağır sonuçlar doğurabilir (Mishra vd., 2016).

1.2.2.3. Su Kirliliği

Su canlıların hayatta kalabilmesi için en birincil kaynaklardan biridir. İnsanlar, bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar yaşamlarının devamlılığı için suya ihtiyaç duymaktadır. Dünyanın yaklaşık dörtte üçünün su olduğu ve bu sudan beslenen milyonlarca hatta milyarlarca canlı olduğu düşünülmektedir. Dünya üzerindeki suyun yaklaşık %96'sı okyanuslarda bulunmaktadır. İnsanlar için tatlı ve tuzlu su olarak ikiye ayrılan bir sınıflandırma yapılmaktadır. Genellikle insanlar yaşam devamlılığı için tatlı suyu kullanmaktadır. Aynı zamanda insanların birçok faaliyeti ile bu sular kirletilmektedir. Bu faaliyetler sudaki toksik element oranını artırarak ekosistemi ve bu da diğer canlıların yaşamlarını etkilemektedir.

(Jeevanantham vd., 2019). İnsan faaliyetleri suları, doğrudan kirletebildiği gibi toprağın kirlenmesiyle ve daha sonra yağmur veya sızıntı gibi farklı olaylarla ağır metallerin, kimyasalların veya diğer partiküllerin suya karışması sonucu da kirletebilmektedir (Zeliger, 2011).

Su kirliliği insanlara birçok açıdan zarar verebilmektedir. Bunlardan en önemlisi doğrudan kullanım sonucu meydana gelmektedir. İnsanlar suyu içmek, yıkanmak veya kullandığı malzemeleri yıkamak için kullanmaktadır. Bu faaliyetlerde kirli suyu kullanmak doğrudan zarar verebilmektedir. Diğer bir zarar çeşidi de kirli sudan etkilenen canlılarla olan etkileşimden dolayı meydana gelen zarardır. Kirli su diğer canlılara belirli bir türde çok fazla kimyasal madde stoklaması, genetiğini değiştirmesi, insanlar için faydalı özelliklerin kaybı gibi birçok etki yaratmaktadır. Bu canlılarla etkileşime geçen insanlarda bu zararlardan etkilenmektedir. Kısaca su kirliliği insanların besin zincirine girerek sağlık açısından çok kötü sonuçlar doğurmaktadır (Garg vd., 2024; Zeliger, 2011).

Tablo 1.10 Önemli Su Kirleticileri ve Kaynakları

Önemli Su Kirleticileri	Su Kirleticisi Kaynakları
Asenaften	Fosil yakıtların yanması, kömür fırını emisyonları ve araç egzozları
Benzen	Ham petrol, benzin ve sigara dumanı
Karbon tetraklorür	Klorlu hidrokarbonların imalatı, kimyasal ara ürünler
1,2-Dikloroetan	Otomobil döşemeleri, duvar kaplamaları, ev eşyaları ve otomobil parçaları
1,1,2-Trikloroasetat (TCA)	Mumlar, temizleyiciler, fotoğrafik ürünler
Bis(2-kloroetil) eter	Boyalar, vernikler
Kloroform	Su dezenfeksiyonunun yan ürünleri
1,3-Dimetilfenol	İlaçlar, böcek ilaçları, mantar ilaçları, boya maddeleri, kauçuk kimyasalları ve plastikler
2,4-Dinitrotoluen	Sigara içmek ve açık alevler
Floranten	Kömür katranları, antibiyotik kremler, şampuanlar, cilt bakımları
Metil bromür	Bitkisel fümigant ve pestisit imalatı
İzoforon	Metal kaplama endüstrileri
Naftalin	Kömür katranı, ham petrol, petrol ürünleri, güve kovucular ve oda spreyleri
Pirene	Boya imalatı, petrol yanması
Toluen	Çözücüler, yapıştırıcılar, boyalar, vernikler ve reçineler
Antimon	Volkanik patlamalar, deniz püskürmeleri, orman yangınları ve biyojenik
Arsenik	Madencilik, eritme, boyalar, yangına dayanıklı bileşikler
Asbest	Doğal arazi kaynaklarının aşınması, atılan maden ve değirmen atıkları, asbest çimento boruları
Berilyum	İnşaat malzemeleri, yalıtım malzemeleri, kömür yakma

Kadmiyum	Fosil yakıt yakımı, fosfatlı gübreler, doğal kaynaklar, demir- çelik üretimi, çimento üretimi
Krom	Krom kaplama, boyalar, kimyasal üretim
Bakır	Eritme, yıkama ve elektroliz yoluyla cevher ve mineraller
Siyanür	Cevher rafinasyonu, plastiklerin yakılması, elektrokaplama
Kurşun	Boya, benzin, lehim ve tüketici ürünleri
Merkür	Kömür ve petrol
Nikel	Madencilik, eritme, alaşım üretimi
Gümüş	Bakır, bakır-nikel, altın, kurşun ve kurşun-çinko cevherleri, arjantinit ve klorarjirit
Talyum	Çimento fabrikaları, kömür yakıtlı termik santraller ve metal kanalizasyonların gaz emisyonları
Çinko	Madencilik, metal eritme (çinko, kurşun ve kadmiyum gibi) ve çelik üretimi, ayrıca kömür yakma
Fenantren	Motorlu taşıt egzozu, kömür, ham petrol ve doğal gaz işleme, atık yakma ve tütün dumanı

Kaynak: Jeevanantham vd., 2019; Zeliger, 2011

Tablo 9’da belirtilen kirleticilerin suya karışmasıyla birçok açıdan insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Sadece çocuklarda bile her yıl 1,5 milyon çocuk su kaynaklı hastalıklardan yaşamını yitirmektedir (Garg vd., 2024).

1.2.2.4. Gürültü Kirliliği

(Slabbekoorn, 2019)’a göre gürültü kirliliği “*ses üreten insan faaliyetleri nedeniyle doğal ortam gürültü seviyelerinin yükselmesi anlamına gelir ve bu durum insanlar ve hayvanlar için zararlı sonuçlar doğurabilir. Bu tür seslere genellikle antropojenik gürültü denir. Bu seslerden bazıları müzik, sirenler, sismik araştırma sesleri veya askeri sonar gibi kasıtlı ve istenen seslerdir. Ancak antropojenik gürültünün çoğu, trafik veya jeneratör gürültüsü ve kazık çakma ve patlayıcılardan kaynaklanan ani sesler gibi istenmeyen yan ürünlerdir.*”

Gürültü birçok açıdan insanlara fiziksel ve duygusal olumsuzluklar yaratmaktadır. Bunlardan bazıları; çınlama veya işitme kaybı gibi işitme bozuklukları, stres, dikkat dağınıklıkları, kalp-damar hastalıkları, olumsuz sosyal davranışlar, uyku sorunları, endişe, iletişim bozukluğu, agresiflik, depresyon, sürekli yüksek sesle konuşma, işe devamsızlık olarak söylenebilir. Bu rahatsızlıklar tedavi edilebileceği gibi kronik olarak kalanlarda olabilmektedir (Geravandi vd., 2015; Jariwala vd., 2017; Slabbekoorn, 2019).

Gürültü kirliliği sadece insanları değil diğer canlıları da etkilemektedir. Özellikle hayvanlarda da bu durum gözlenmektedir. Hayvanlarda öncelikle gürültüye ciddi tepkiler verirken zamanla bu tepkilerin azaldığı tespit edilmiştir. Hatta bazı hayvanların desenlerinin maruz kaldığı gürültüye göre şekillendiği söylenmektedir (Slabbekoorn, 2019).

1.2.2.5. Görüntü Kirliliği

Görüntü kirliliği insanların görsel olarak rahatsız olacağı şekilde ortamların görsel kalitesinin bozulması olarak ifade edilebilir (Gao vd., 2024; Szczepańska vd., 2019). Banerjee, (2015)'e göre *“bir kişinin bir manzaranın veya diğer estetik açıdan hoş bir nesnenin tadını çıkarma yeteneğini etkileyen, çekici olmayan her türlü insan yapımı yapı olarak kabul edilir.”* Kısaca estetik olarak bozulma diyebiliriz. En yaygın şekilde hissedilen yerler insanların bireysel veya toplu bir şekilde gereksinimlerini karşılayabileceği kentlerdir. Kentlerde ise en fazla etki eden yapılaşmadır. Yanlış yapılaşma, yapıların eskimesi veya dökülmesi, bitmemiş yapılar, yapım aşaması örüntüsü, ticari görseller gibi insanların psikolojisini etkileyen birçok görüntü kirliliği mevcuttur (Bölükoğlu, 2003).

İnsanlar yaşamlarında doğa ile içi içe olmayı sevmektedir. Görüntü kirliliği bu etkileşimi bozan ve genellikle insanlara psikolojik etki yaratan bir kirlilik türüdür. Başlıca sebeplerinin başında insanlar tarafından oluşturulan yapılar olsa da görselliği bozan başka sebeplerde mevcuttur. Reklamlar, iletişim direk veya kuleleri, ticari görseller (tabela, billboard, poster vb.), toprak bozulmaları, havaya salınan yoğun gazların görüntüsü, gözle fark edilebilir hava, su ve toprak kirliliği bunlar arasında en yaygınlarıdır (Banerjee, 2015; Gao vd., 2024).



Şekil 1.3 Görüntü Kirliliğinin İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri

Kaynak: Banerjee, 2015

Şekilde belirtildiği gibi görüntü kirliliğinin insan sağlığına birçok psikolojik zararları mevcuttur.

1.2.2.6. Işık Kirliliği

Işık birçok açıdan insan yaşamını kolaylaştıran bir araçtır. Doğal ışık olan güneş ışığı gibi kaynakların yanında ateşin bulunmasıyla insan yaşamına doğal olmayan denilebilecek ışık girmiştir. Bugünden itibaren teknolojik olarak sürekli farklı şekillere evrilen ışık kaynakları günümüzde insan yaşamının birçok noktasında vazgeçilmez bir araçtır. Daha çok aydınlatma ve haberleşme aracı olarak kullanılan ışığın çeşitli etkileri de mevcuttur. Bu etkiler;

- Gök parlaması,
- Işığın yanlış yönlendirilmesi,
- Göz kamaşması,
- Düzensiz ışık yığını,

- Dikine ışık,
- Yanıp sönen gösterişli ışık kısaca rahatsız edici ışıklar olarak belirtilmiştir (Chepesiuk, 2009; Karimi Ansari, 2013).

Rahatsız edici ışıklar bütün canlılara olumsuz etki yaratmaktadır. Bitkiler ve hayvanlar açısından incelendiğinde normalinden farklı davranışlar sergileme, ışığa karşı duyarlı olanların yaşamını yitirmesi gibi aşırı olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. İnsanlar üzerindeki olumsuz etkilerinde ise uykusuzluk, görme bozuklukları, stres, anlık şoklar, davranış bozuklukları, motivasyon kaybı, gözlem yetersizlikleri, cilt hastalıkları, kazaya sebebiyet, göz kaslarındaki bozukluk yer almaktadır (Demircioğlu ve Yılmaz, 2005).

1.2.2.7. Katı Atıklardan Kaynaklanan Kirlilik

Atıklar insan faaliyetlerinde kullanılan her türlü eşya, gıda gibi ürünlerin artıklarıdır. En fazla ön plana çıkan katı atıklar; gıda, kâğıt, plastik ürünleri, tenekeler, şişeler, küller, inşaat malzemeleri, katı yağlar, odun ve parçaları, sigara izmaritleridir. Bunların rastgele doğaya atılması ciddi kirliliğe yol açmaktadır. Bu durum nüfusun artmasıyla insan ihtiyaçları arttığından daha fazla artış göstermektedir (Moeller, 2005).

Katı atıklar yanıcı, aşınabilen, ayrışabilen, reaktif (farklı ısılarda patlama, yanma gibi kararsızlık durumu) ve toksik (yutulduğunda veya fazla maruz kalındığında hastalıklara veya ölümcül sonuçlara yol açma) özelliklere sahiptir. Aynı zamanda çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bunlar;

- Evsel atık,
- Endüstriyel atık,
- Kurumsal atık,
- İnşaat ve yıkım atığı,
- Belediye hizmetleri atığıdır (Alam ve Ahmade, 2013).

Atıklar farklı yollarla çevreye zarar verebilmektedir. Doğaya atılan atıklar yağmurlarla toprağa karışarak hem toprağı hem de yüzey ve yeraltı sularını kirletmektedir. Kentlerde atılan atıklar giderleri tıkayarak burada istenmeyen canlıların oluşmasına yardımcı olmakta ve aynı zamanda bol yağışlı dönemlerde altyapının görevini yerine getirmesini engelleyerek sellere neden olmaktadır. Ayrıca doğaya bırakılan atıklar ayrışarak doğaya özellikle metan gazı gibi sera gazı salınımına yol açarak hava kirliliğine yol açmaktadır. Bazı atıklar ise yıllarca ayrışmayarak doğada kalır ve toprak kirliliğinin yanında görüntü kirliliğine de sebep olmaktadır. Doğaya bırakılan atıklar insanlar tarafından veya çeşitli yollarla yanması

sonucunda da çevreye sera gazı salınımı ve ayrışarak toprağa sızıntı sularla karışmasını sağlamaktadır (Alam ve Ahmade, 2013; Gaur vd., 2020).

Katı atıkların doğaya verdiği zararı azaltmanın birçok yolu vardır. Bunların en başında tedarik zinciri içerisindeki bütün süreçlerde etkin ve verimli çalışmalar gerçekleştirmek ve tersine lojistik faaliyetlerine önem vermektir. Bu sayede atık oluşumu en aza inecek ve oluşan atıklar doğaya bırakılmak yerine en uygun şekilde kullanılacak veya bertaraf edilecektir (De Oliveira vd., 2021). Bunun yanında atıkları ve çevreye verdiği zararları azaltacak diğer bazı önlemler;

- Doğru envanter yönetimi,
- Operasyonların iyileştirilmesi,
- Atık azaltma veya geri dönüşüm eğitimi,
- Toksik olmayan ürün üretimine destek,
- En az atıkla çalışan üretim ekipmanları seçimi,
- Eski ekipman ve malzemeleri en az atık üreten hatta mümkünse sıfır atık üretenlerle değiştirme,
- Üretim süreçlerini iyileştirme,
- Tehlikeli hammaddeli ürünler yerine tehlikesiz hammadde tercih etmeye yönlendirme,
- Geri kazanım veya geri dönüşüm faaliyetlerini geliştirme,
- Atık vergileri,
- Kapalı devre tedarik zinciri sistemleri kurma olarak belirtilebilir (Moeller, 2005).

1.2.2.8. Biyoçeşitliliğin Azalması

Biyoçeşitlilik dünya üzerindeki tüm canlıları, onların yaşadığı habitatları ve diğer bileşenleri ifade etmektedir. Genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği olarak üçe ayrılır. Genetik çeşitlilik türler içerisindeki bireylerin değişkenliğini, tür çeşitliliği dünyadaki canlı organizmaların çeşitliliğini ve ekosistem çeşitliliği de habitatların ekolojik çeşitlilik, topluluk ve süreçlerin çeşitliliğini ifade etmektedir. İnsan sağlığı ve devamlılığı için biyoçeşitlilik ile sürekli etkileşim içerisinde olmalı ve onu korumaya çalışmalıdır. Biyoçeşitliliğin azalması hem doğal yollarla hem de insan faaliyetleri sonucu gerçekleşebilmektedir. Son yıllarda insanlardan kaynaklanan azalma daha fazla görülmeye başlanmıştır. Doğal yollar canlıların biyolojik özellikleri, doğal afetler veya olaylar, çevre değişikliğine uyum sağlayamama gibi nedenlerle olmaktadır. İnsanlar ise yaptığı birçok

faaliyetin sonucunda biyoçeşitliliğe nasıl bir etki vereceği konusunda kaygı gütmemektedir. Gerçekleştirdiği faaliyetlerde genellikle ekonomik kaygı güden insanlar biyoçeşitliliğin azalmasına çevreyi kirleterek veya genetik değiştirerek ciddi katkı sağlamaktadır. Bunun yanında canlıların yaşam ortamlarını azaltmak veya yok etmek gibi yollarla da buna sebep olmaktadır. Ormanlık alanların yok olması, tarım arazilerinde aşırı su ve ilaç kullanılması ve arazilerde kentleşmeye gidilmesi canlıların yaşam ortamlarının değişmesine ya da yok olmasına neden olan bazı insan faaliyetleridir. Bunun yanında insan faaliyetleri sonucu oluşan çevre kirliliği sonucu olarak iklim değişikliği ve küresel ısınmada canlıların doğal yaşam ortamlarının değişmesine veya yok olmasına neden olan ve biyoçeşitliliği azaltan faktörlerdendir (Yang vd., 2022; Yuan vd., 2018).

1.2.2.9. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

İnsan faaliyetleri sonucu oluşan çevre kirliliği zamanla iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Sanayi devriminden sonra özellikle fosil yakıtların kullanımına başlanmasıyla birlikte insanların çevreye verdiği zarar hızla artmaya başlamıştır. Fosil yakıtların yanmasının özellikle sera gazı salınımına ciddi etkisi vardır. Sera gazlarının artması sonucu dünya yüzeyinin sıcaklığının arttığı tespit edilmiştir. Bu sıcaklık artışı ise iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Sera gazı salınımının artmasıyla küresel ortalama sıcaklığın 1,5 ila 5,5 santigrat derece ve deniz seviyesinin ise 10 cm ile 90 cm arasında yükseleceği tahmin edilmektedir. Bu durum giderek farklı ve ani hava olaylarının meydana gelmesine, aşırı yağış veya kuraklık artışına neden olacaktır (Houghton, 2001).

1.2.3. Çevresel Sorunların Nedenleri

İnsan ihtiyaçları devam ettikçe çevre sorunları da devam edecektir. İnsan ihtiyaçlarını karşılamak elzemdir. Bu ihtiyaçları gideren tedarik zinciri süreçleri gerçekleşmektedir. Tedarik zincirinin nerdeyse her safhasında farklı çevresel sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunun yanında sadece tedarik zincirinde değil tüketim esnasında veya sonrasında da sorunlar ortaya çıkabilmektedir. İnsan nüfusunun giderek arttığı bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla insan ihtiyaçları da bununla birlikte artmaktadır. Buda daha fazla üretim faktörleri kullanımı ve tüketim demektir.

İnsan var olduğu sürece tüketim kaçınılmazdır. Dolayısıyla çevre sorunları da sürekli var olacaktır. Fakat bunun sebeplerini tespit ederek en aza indirmek önemlidir. En fazla çevre sorunlarına neden olan nüfusla birlikte fosil yakıt kullanımı olarak belirtilmektedir. Fosil yakıt hem tedarik zinciri içerisinde hem de günlük yaşamda ciddi bir paya sahiptir. Bunun yanında sanayileşme ve ekonomik büyüme gibi çevre sorunlarına neden olan birçok farklı faktör vardır.

1.2.3.1. Fosil Enerji Kullanımından Vazgeçememe

Sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıtlar insan hayatına daha fazla girmeye başlamıştır. Günümüzde ise hemen her alanda fosil yakıt ve türevleri veya ilintili olduğu bir enerji kullanılmaktadır. Hammadde çıkarmada, üretimde, ticarete, lojistik faaliyetlerde, günlük işlerde, evlerin aydınlatması veya ısınmasında fosil yakıtı veya bu yakıttan üretilen enerji vazgeçilmezdir (Altınok vd., 2024; Aydın vd., 2023; Bach, 1981; Ukaogo vd., 2020).

Fosil yakıtın çıkarılması, taşınması, işlenmesi ve yanması (son kullanımı) sonucu çevreye ciddi derecede zarar vermektedir. Kömür gibi bazı fosil yakıtların çıkarılmasından sonra geride kalan bölge genellikle uzun süre kullanım dışı kalan arazilerdir. Bunun yanında çıkarıldıktan sonra bilerek veya kazara toprağa dökülen fosil yakıtlardan bazıları da (örneğin; petrol) toprağın uzun yıllar özelliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Fosil yakıtlar dünyaya homojen dağılmadığı için en uzak ülkelere kadar çok uzun mesafeler taşınması gerekmektedir. Bu taşınma sırasında da hem enerji kullanımı gerektiğinden hem de kaza durumlarında toprağa karışacağından ayrıca çevre kirliliği yaratmaktadır. Fosil yakıtların çevreye zararının en yüksek seviyeye çıktığı kullanım şekli yanmasıyla enerji elde edilmesidir. Fosil yakıtların yanması sonucu gaz salınımı, is, kül, katran damlacıkları ve diğer bileşenlerin havaya karışması gerçekleşmektedir. Bu durum havadaki gaz oranlarının değişerek kirlenmesine neden olmaktadır (Barbir vd., 1990; İbadullayeva vd., 2019; Ukaogo vd., 2020).

Çevreye ciddi derecede zarar veren fosil yakıtlar sadece enerji olarak değil aynı zamanda madde olarak da kullanılmaktadır. Plastik, lastik, kimyasal, asfalt gibi fosil yakıtlardan türetilen ürünler vardır. Bu ürünlerin doğru kullanılması genellikle çevreye çok fazla etki etmese de katı atıkları ciddi derecede çevreyi kirletmektedir (Barbir vd., 1990).

1.2.3.2. Eğitim Seviyesi

Eğitim seviyesi, çevre kirliliği ile genellikle ters orantılıdır. Eğitim seviyesi yükseldikçe insanlar çevre konusunda daha fazla bilinçlenmektedir. Bilinçli toplumlarda çevreyi daha az kirletmeye özen göstermektedir (Mahalik vd., 2021). Eğitim seviyesi arttıkça insanlar enerji verimliliği, atık yönetimi, toplu taşımayı daha fazla kullanma, gereksiz yolculuktan kaçınma, ihtiyaç duyduğu ürünlerde geri dönüşüm yapılabilen ürünleri tercih etme, geri dönüşüme daha fazla önem verme, çevreye daha az zararlı özellikle yenilenebilir enerji kaynakları kullanmaya özen gösterme gibi konularda daha bilinçli davranmaktadır (De Silva ve Pownall, 2014; Mahalik vd., 2021; Meyer, 2015).

1.2.3.3. Kentleşme ve Hızlı Nüfus Artışı

Dünya üzerindeki diğer canlıların sayısındaki artış ekosistem tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Buna karşın insan sayısındaki artış özellikle son yıllarda giderek artış eğilimindedir. Bunun temel sebebi olarak insanların zekaya sahip varlıklar olması gösterilmektedir. Son dört yüzyılda dünya nüfusu 500 milyondan 12-16 kat artmıştır. Bu nüfusun %80'den fazlasının gelişmekte olan ülkelerde olduğu söylenmektedir. Dünya nüfus artış hızının gelişmiş ülkelerde çok düşük (% 0.5-1) olarak görülürken gelişmekte olan ülkelerde bu hızın gelişmiş ülkelere 2-6 kat daha fazla olduğu, genel ortalamanın % 1.7 olarak görüldüğü ve böyle giderse 2075 yılında 30 milyara ulaşacağı düşünülmektedir (Çamurcu, 2005). Nüfus artışı bu denli artış gösterirken nüfusun çevreye olan etkisi konusunda fikir ayrılıkları söz konusudur. Bunlardan ilki ve çoğu araştırmacı tarafından kabul edilen dünya nüfusu artışının çevresel bozulmayı artıracağına ilişkin yorumlardır. Bu araştırmacılara göre nüfus artışı daha fazla ihtiyacın ortaya çıkmasına yol açarak dünya üzerindeki kıt olarak kabul edilen kaynakların daha fazla kullanımına neden olacaktır. Bu da daha fazla enerji tüketimi, üretim artışı, tüketim artışı, ulaşım artışı gibi birçok dolaylı etkiye yol açarak çevre kirliliğini artıracaktır (Liddle, 2013; Weber ve Sciubba, 2019).

Diğer bir görüşe göre nüfus artışı kıt kaynakları daha verimli kullanmaya itecektir. Bu da özellikle teknolojik yeniliklerin ortaya çıkmasına yol açarak kıt kaynaklardan en fazla verimi almaya dolayısıyla atıkların azalması, fosil yakıt kullanımının azalması, yenilenebilir enerjiye ve ürünlere yönelme gibi etkilerle çevre kirliliğinin beklenen şekilde artırmayacağını hatta azaltacağını savunmaktadır (Boserup, 2014; Simon, 1994). Daha yeni çalışmalar ise bu düşünceye karşı çıkarak teknolojik gelişmelerdeki artışın da çevreye kirlilik yaydığını ortaya koymuştur (York ve McGee, 2016).

Hızlı nüfus artışı, göç, ekonomik kaygılar, teknolojik altyapıya ulaşma isteği gibi nedenlerle kentleşme artmaktadır. Bu durumun özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha fazla artış gösterdiği belirtilmektedir. Hızla artan kentleşmenin çevreye olan etkisi genellikle gelişmişlik düzeylerine farklılık göstermektedir. Daha gelişmiş ülkelerde kentsel alanlar daha verimli kullanılarak daha hızlı altyapı oluşturulması ve çevreci faaliyetlerin çok olması çevreyi olumsuz etkileyecek faktörleri sınırlarken gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde gecekondu yapılaşmanın yoğun görülmesi, trafik oluşumu, ihtiyaca erişimin sınırlı olması, altyapı eksikliğinden dolayı ortaya çıkan olumsuzluklar gibi birçok nedenle çevre kirliliğini artırmaya yönelik oluşumların meydana geldiği görülmektedir. Dünya nüfusunun büyük çoğunluğunun gelişmekte olan ülkelerde yaşadığını düşünürsek gelecek yıllarda daha ciddi önlemlerin alınmaması durumunda kentleşmenin çevre kirliliğinin artacağını söylemek

mümkündür (Grimm vd., 2008; Liang vd., 2019; Özdemir ve Özekicioğlu, 2006; Weber ve Sciubba, 2019).

1.2.3.4. Sanayileşme ve Ekonomik Büyüme

Sanayileşme ve ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişki de farklı görüşler mevcuttur. İlk görüş sanayileşme ve gelişmişlik seviyesinin artması çevre kirliliğini de artırmaktadır. Ekonomik büyüme veya sanayi artışı demek daha fazla ürün üretimi veya tüketimi anlamına gelmektedir. Bundan dolayı da daha fazla çevre kirliliğine yol açmaktadır. Diğer görüşe göre gelir seviyesi belirli bir seviyenin üzerine çıktığında iyileşmelerin yaşanacağı düşünülmektedir (Antle ve Heidebrink, 1995; Aydın vd., 2019) Bu görüşe göre ekonomik olarak gelişmişlik seviyesi yüksek ülkelerde yeni yatırımlar daha fazla çevreci ürünlere yapılırken düşük ülkelerde bunun tersi olmaktadır. Gelişmişlik seviyesi düşük ülkeler çevreci düşünmek yerine daha çok ekonomik düşünmektedir. İnsanların ekonomik kaygıları olduğunda çevreyi daha az düşünürler. Buna karşın ekonomik kaygı azaldığında insanlar refah olarak daha yüksek seviyeye çıkmak isteyecektir. Buda genellikle çevreci yaklaşımlarını artırmaktadır (Grossman ve Krueger, 1995; Stern vd., 1996).

Özellikle gelişmekte olan ülkeler ekonomik olarak büyüdüğünde tarımsal üretimden endüstriyel üretime geçiş yapmak isterler. Bu durumun genellikle kirliliği artırdığı bilinmektedir. Sanayileşmenin artmasıyla hızlı büyüme başlayarak hacimli üretimler gerçekleşir. Üretim miktarı arttığı için kirlilik artacaktır. Bunun yanında sermaye de ciddi artışlar görülecektir. Bu artış genellikle sermayeyi kirlilik yoğun ürünler üretmeye yönlendirecektir. Bu da kirliliği daha fazla artıracaktır. Bunun sebebinin gelişmekte olan ülkelerde teknolojinin yeterince gelişmiş olmaması ve çevre bilincinin daha düşük olması gösterilmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise ekonomik büyüme genellikle daha yavaş gerçekleşmektedir. Bunun yanında çevre bilinci daha yüksek ve teknolojik olarak da ileri seviyede yer almaktadırlar. Dolayısıyla yapılan yeni yatırımlar daha çevreci teknolojiler ile yapılmaktadır. Bu da kirliliğin veya artış hızının azalmasına yardımcı olmaktadır (Cherniwchan, 2012).

1.2.3.5. Teknolojik Gelişmeler

İnsanlık var oldukça sınırsız ihtiyaçlarını gidermeye çalışacaktır. Teknoloji daha fazla ihtiyacı, daha etkin ve verimli kaynak yönetimi ile gidermeye yaramaktadır. Elbette teknolojinin gelişmesi ekonomik gelişmeyle birlikte daha önceki yıllarda üretim hacminin artması gibi faaliyetlere yol açmış ve çevreye verilen etki olumsuz gerçekleşmiştir. Fakat her teknolojik gelişme çevreye zarar vermez. Günümüzde çevre kirliliğinden arınmanın en önemli

yolu çevreci teknolojiler olarak ön plana çıkmaktadır. Kaliteli ürünleri maliyet etkin ve kaynak verimli üretmek istiyorsak çevreci teknolojileri benimsemeliyiz. Bu sayede şimdiye kadarki giderek büyüyen çevre kirliliğini azaltmaya çözüm bulunabilecektir(Popp vd., 2010). Bu etkileri bir örnek ile açıklayalım. Motor teknolojisi ilk ortaya çıktığında yüksek seviyede çevreye karbondioksit gazı salınımı gerçekleşiyordu. Diğer teknolojilerle birlikte yüksek miktarda araçlar üretilmeye başlandı ve günümüzde karbondioksit salınımının yaklaşık dörtte biri bu araçların kullanıldığı ulaşımdan kaynaklanmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerin çevreye verdiği negatif etkiyi gösterir. Fakat son yıllarda elektrik enerjisi ile çalışan motor teknolojisi kullanılmaya başlandı. Yenilenebilir enerji kaynakları elde etmenin yollarının da çözülmesiyle birlikte bu teknolojinin çevreye saldığı karbondioksit miktarı yok denecek seviyeye düştü.

1.2.3.6. Silahlanma ve Savaşlar

Savunma sanayii faaliyetleri ve savaşlar her zaman doğaya olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Ateşli silahların ve mühimmatların ortaya çıkmasıyla birlikte doğaya verilen zarar ciddi derecede artmaya başladı. Özellikle kimyasal, nükleer veya biyolojik silahların üretimi, test edilmesi, kullanımı veya kullanımı sonrasında kalan atıkların oluşması çevreye verilen zararın katlanarak artmasına yol açmıştır(Clark ve Jorgenson, 2012).

Ülkeler savaş olmasa veya ihtimal çok düşük dahi olsa hazırlanmak çok uzun yıllar aldığı için her zaman savaşa hazır bulunmak durumundadır. Bunun için çok yüksek yatırım gerçekleştiren ülkeler sürekli gelişen ve daha fazla insana zarar verebilecek savaş mühimmatı ortaya çıkarmaktadır. Bu savaş mühimmatları üretilirken çevreye atılan atık, yayılan gaz vb gibi yollarla çevreye zarar vermektedir. Bunun yanında üretilirken ilk denemelerin gerçekleşmesi veya prototiplerin kullanılması gibi faaliyetlerde gerçekleşmektedir. Bu denemeler aşamasında da ciddi derecede gaz salınımı, atık oluşumu, toprağa verilen zarar, deneme bölgesindeki canlı varlıkların zarar görmesi, suların zarar görmesi gibi birçok farklı şekilde çevreye zarar verilmektedir (Lanier-Graham, 1993).

Dünya da herhangi bir savaş patlak verdiğinde hayatta kalma ve savaşta başarı sağlama gibi amaçlar daha ön plana çıkar. Çevresel etkiler ise savaş zamanında ana amaçlardan çıkarak alternatif (yardımcı) amaçlara geçiş yapmaktadır. Diğer bir ifadeyle ülkeler savaş zamanında çevresel etkileri düşünmekten ziyade başarılı olabilmek ve insanların öncelikle sağlığını korumak adına her yola başvurmaktadır. Dolayısıyla burada ciddi çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar arasında bitkilerin, hayvanların, biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi veya yok olması en önemli etkidir. Bunun yanında zarar gören bina, yer ve mühimmatlardan geriye kalan atıkların olması, çevreye bir anda yüksek miktarda zararlı gaz salınımı, toprak ve

suyun kirletilmesi gibi ağır çevresel sorunlarda mevcuttur. Savaş sadece oluşumu sırasında çevreye zarar vermekle kalmaz çevreye yayılan kimyasallar, toksikler, gazlar, katı atıklar ve en önemlisi radyoaktif atıklardan dolayı etkisi çok uzun yıllar sürebilir (Clark ve Jorgenson, 2012; Lanier-Graham, 1993).

Savaş sırasında sadece kullanılan mühimmatlardan dolayı çevre zarar görmez. Yüksek miktarlarda fosil enerji tüketimi, kaynakların savaşa yönlendirilmesi gibi çevreye zarar verecek başka durumlarda ortaya çıkmaktadır (Marshall, 2005; Pellow, 2007). Sonuç olarak savaş her aşamasında çevreye zarar vermektedir.

1.2.3.7. Küreselleşme

Ekonomik, sosyal, politik boyutları olan küreselleşmenin çevre ile ilişkisi incelendiğinde küreselleşmenin savunucularına göre daha yüksek derecede küreselleşmeye sahip olmak çevre kirliliğindeki artışı azaltacaktır. Küreselleşme sayesinde ülkeler ve firmalar çevresel bozulmayı azaltmak için baskı altında kalacaktır. Buda çevreye verilen zararın azalmasına yol açacaktır (Christmann ve Taylor, 2001). Küreselleşme karşıtı görüşe sahiplere göre ise özellikle ekonomik boyutunun daha fazla kaynak kullanımı, daha fazla üretim miktarı yaratmasından dolayı kaynakların hızla tükenmesine ve çevrenin çok hızlı bir şekilde zarar görmesine yol açacaktır (Khan ve Ullah, 2019).

1.3. Yeşil İnovasyon

İnovasyon bir fikir olarak ortaya çıkan ve ürün, hizmet, süreç, pazar ve örgütlerde gerçekleşen yenilikler veya önemli geliştirmeler olarak bilinir. Bir şeyin inovasyon olabilmesi için önceki durumdan daha iyi bir duruma geçilmesi gerekir. Örneğin; 100 kalem üreten bir makineyi aynı üretim faktörleri kullanılarak 100 kalemden fazla üreten bir makineye dönüştürmek gerekir. Aksi takdirde bu inovasyon olmaz. Ayrıca inovasyon sadece yeni ürün veya gelişim değil süreç, hizmet ve organizasyonda olabilmektedir. İnovasyon yapıldığı her alanda daha iyi bir duruma geçişi sağlar. Çevresel etkiyi azaltmaya yönelik gerçekleştirilen inovasyonlara yeşil inovasyon denir. Burada asıl farklılık yeşil inovasyonun çevresel sürdürülebilirliğe hizmet etmesidir. Her yeşil inovasyon aynı zamanda bir inovasyondur. Fakat her inovasyon bir yeşil inovasyon değildir (Schiederig vd., 2012).

Çevresel kirliliğin artışı insanların yaşamlarını olumsuz etkilemeye başladı ve gelecek nesillere daha iyi bir yaşam alanı bırakmak olarak bilinen sürdürülebilirlikte en önemli boyut haline geldi. Çevresel sürdürülebilirliğin gerçekleşmesi için ise çevre kirliliğini azaltacak (optimum etki= nötr/sıfır) inovasyonlar yapılması gerekmektedir. Çevresel kirliliği azaltacak inovasyonlar dört farklı şekilde kavramlaştırılmıştır. “Sürdürülebilir”, “Çevresel”, “Yeşil” ve

“Eko” inovasyon olarak bilinen bu kavramların aslında ana odak noktası benzerdir. Hepsi de çevreye verilen zararı azaltmaya yönelik, diğer bir ifadeyle çevresel sürdürülebilirlik adına yapılan inovasyonları veya iyileştirmeleri konu alır. Bütün kavramlarda dikkat çeken bazı hususlar vardır; inovasyon veya ciddi geliştirme olması, rekabetçi bir şekilde ihtiyaçları karşılamaya yönelik olması, çevreye olan olumsuz etkiyi azaltma odağı, kaynak verimliliği ile malzeme kullanımının azaltılması, hem ekonomik hem ekolojik düşünme, yeşil standartlar belirlemek. Ayrıca bu kavramlar birbiri yerine de sıkça kullanılmaktadır (Angelo vd., 2012; Schiederig vd., 2012; Seyhan, 2021). Bundan dolayı bu çalışmada genellikle “yeşil” inovasyon olarak adlandırılacaktır.

1.3.1. Yeşil İnovasyon Türleri

Yeşil inovasyon, inovasyonun bir alt boyutu olduğu için türleri de benzerdir. Neredeyse her tanımda değinilen ürün süreç, pazar ve örgütsel anlamda inovasyon veya iyileştirmeler yeşil inovasyonun türlerini oluşturmaktadır.

İnsan ihtiyaçlarını gidermede kullanılan ürün ve hizmetler günümüzde çevreye ciddi derecede zarar vermektedir. Bu zararların ne olduğunu, giderek büyüdüğünü, önlem alınmazsa oluşabilecek senaryolarda dünyanın sonu senaryosunun da yer aldığını biliyoruz. Bu zararları biliyorken ihtiyaçları gidermekten de vazgeçilemeyeceği için kullanılan ürün ve hizmetleri çevreye zarar vermeyecek ya da en az zarar verecek şekle getirmek daha olası bir durumdur.

Yeşil ürün daha az ve çevreci kaynak kullanan, çevreye daha düşük zarar veren, atık oluşumunu en aza indiren, yenilenebilirliğe önem veren ürünleri ifade etmektedir. Yeşil ürün inovasyonu ise yeni yeşil ürünler üretmek veya var olan ürünleri yeşil olarak güncellemek olarak ifade edilebilir (Dangelico, 2016). Yeşil hizmet inovasyonu ise bir hizmetin tasarımı, üretimi, pazarlanması ve müşteri kullanımı süreçlerinde çevreye daha az zarar verecek şekilde planlanması ve uygulanmasıdır (Lin ve Chen, 2017).

İşletmeler hem politika yapıcılar hem de müşteriler tarafından yeşil ürün-hizmet inovasyonuna zorlanmaktadır. Çevre kirliliğini azaltmaya yönelik uluslararası düzenlemelerle birlikte politika yapıcılar tarafından işletmelere yeşil ürün-hizmetler üretilmesi konusunda ciddi baskı uygulanmaktadır. Çeşitli teşvik ve yaptırımlarla desteklenen bu baskı giderek artmakta ve uymayan işletmeler yaptırımlarla karşılaşmaktadır. Bunun yanında bu alanlarda artan kitap, makale ve proje gibi akademik çalışmalarında desteğiyle insanlarda çevre bilinci artmıştır. Çevre bilinci sayesinde insanlar tükettikleri ürünlerin çevreye verdiği zararın farkına vararak ihtiyaçlarını gidermede kullandığı ürün veya hizmetleri çevreye daha az zarar veren ve daha uzun ömürlü yeşil ürün-hizmetlerden seçmeye çalışmaktadır. Bu da rekabetin yoğun olduğu

günümüz piyasasında işletmelere yeşil ürün-hizmet üretimi konusunda baskı yaratmaktadır. Bunun yanında diğer işletme iç ve dış paydaşları da işletmeleri bu konuda baskı altına almaktadır(Khan vd., 2021).

Yeşil süreç inovasyonu yeşil ürün-hizmet inovasyonu ile yakın ilişki içerisinde. Genellikle üretim aşamasında çevreye verilen zararı en aza indirmekle ilgilenir. Yeşil süreç inovasyonu atıkları azaltma, yenilenebilir enerji kullanımını artırma, kaynak (hammadde, su, enerji gibi) kullanımını azaltma ve her anlamda verimliliği artırmak için tüm operasyonel süreçlerde inovasyonlar veya iyileştirmeler yapmaktır (Xie vd., 2019).

Yeşil süreç inovasyonları temiz teknoloji ve boru sonu yaklaşımı olarak iki alanı içermektedir. Temiz teknoloji kaynaklar ve enerjide verimliliği ön plana çıkararak üretim süreçlerindeki emisyonu azaltmaya çalışmaktır. Boru sonu yaklaşımı ise üretim gerçekleşirken veya gerçekleştikten sonra ortaya çıkan kirliliğin yakalanarak arıtılmasıdır (Khan, vd., 2021).

Pazarlama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde çevreye verilen zararı en aza indirmek için yeni geliştirmeler yapmak olarak bilinen yeşil pazar inovasyonu müşterilere ürün veya marka tanıtımı yaparken daha çevreci yaklaşımlar benimsenmesini ifade etmektedir. Yeşil pazarlamanın gerçekleşmesi tek başına başarılı olamaz. Yeşil inovasyonun diğer boyutlarıyla iş birliği içerisinde olması gerekmektedir (Kumar Kar ve Harichandan, 2022; Prieto-Sandoval vd., 2022).

Son olarak örgütsel yeşil inovasyon, yönetim anlayışında daha çevreci yöntemler kullanmak olarak söylenebilir. Müşteri her ne kadar işletmeleri yeşil inovasyon yapmaya baskı yapsa da yeşil inovasyonun başladığı yer olarak örgütsel yeşil inovasyon diyebiliriz. Yeşil örgütsel kimlik benimsenmesi, yeşil iş modellerinin oluşturulması, çevresel stratejilerin benimsenmesi gibi karar vericilerin sürekli içinde yer aldığı önemli bir alt boyuttur (Bataineh vd., 2024).

Tablo 1.11 2019 Yılında En Fazla Çevresel Patenti Kabul Edilen 50 Ülke İstatistikleri

Sıra	Country	Toplam Patent Başvuruları	Toplam Patent Sayıları	Çevresel Patent Başvuruları	Çevresel Patent Sayıları	Çevresel Patent Sayılarının Toplam Patent Sayılarına Oranı	Çevresel Patent Sayılarının Kabul Oranı
1	Amerika Birleşik Devletleri	138375,3	84602,1	12679,9	7322,8	8,7	57,8
2	Japonya	55340,8	18653,1	5662,0	1808,8	9,7	31,9
3	Kore	25948,2	11044,0	3484,7	1264,5	11,4	36,3
4	Çin	33932,7	13483,4	3308,0	1167,9	8,7	35,3
5	Almanya	18848,1	4862,6	2273,4	519,9	10,7	22,9
6	Kanada	7322,5	3553,0	760,4	312,2	8,8	41,1

7	Hindistan	6802,3	4332,3	426,5	262,1	6,0	61,5
8	Birleşik Krallık	7570,2	2277,6	857,8	259,6	11,4	30,3
9	Suudi Arabistan	1106,0	914,7	240,6	178,7	19,5	74,3
10	Fransa	7482,1	1803,7	884,9	136,7	7,6	15,4
11	İtalya	3594,7	1054,8	376,3	116,4	11,0	30,9
12	İsrail	4400,6	2198,6	242,5	98,7	4,5	40,7
13	İsviçre	3142,2	792,6	258,9	55,3	7,0	21,4
14	İsveç	3369,7	711,0	368,3	54,9	7,7	14,9
15	Danimarka	1371,5	245,4	300,8	44,2	18,0	14,7
16	Hollanda	2695,7	589,9	264,5	39,7	6,7	15,0
17	Avusturya	1604,6	471,2	182,1	38,7	8,2	21,3
18	Finlandiya	1517,9	445,0	175,3	35,6	8,0	20,3
19	İspanya	1402,8	283,6	176,7	31,1	11,0	17,6
20	Avustralya	1875,2	459,3	186,4	25,1	5,5	13,5
21	Belçika	1476,5	359,5	135,2	23,5	6,5	17,4
22	Brezilya	668,5	246,0	83,9	19,7	8,0	23,5
23	Singapur	1240,9	534,7	75,3	19,3	3,6	25,6
24	Malezya	289,6	173,8	29,9	16,0	9,2	53,5
25	İrlanda	892,9	450,2	50,7	15,9	3,5	31,4
26	Rusya	741,1	346,8	53,6	14,6	4,2	27,2
27	Meksika	306,6	162,8	28,0	11,3	6,9	40,4
28	Çek Cumhuriyeti	357,3	166,0	23,7	10,7	6,4	45,1
29	İran	85,1	51,7	10,8	9,0	17,4	83,3
30	Birleşik Arap Emirlikleri	129,8	58,6	16,4	8,3	14,2	50,6
31	Bulgaristan	84,9	48,8	8,2	7,2	14,8	87,8
32	Türkiye	349,0	75,3	33,7	7,0	9,3	20,8
33	Filipinler	79,9	57,3	9,6	6,9	12,0	71,9
34	Polonya	487,3	186,8	34,5	6,4	3,4	18,6
35	Norveç	573,6	140,1	80,9	5,4	3,9	6,7
36	Şili	100,2	18,0	23,5	5,3	29,4	22,6
37	Yeni Zelanda	307,2	71,6	30,0	4,8	6,7	16,0
38	Lüksemburg	97,4	22,7	14,2	4,4	19,4	31,0
39	Ukrayna	98,9	44,9	10,9	4,4	9,8	40,4
40	Arjantin	140,0	69,7	11,4	4,3	6,2	37,7
41	Güney Afrika	157,1	36,1	24,1	3,6	10,0	14,9
42	Mısır	36,2	27,8	3,0	2,2	7,9	73,3
43	Ermenistan	16,4	15,4	1,0	2,0	13,0	200,0
44	Romanya	102,6	69,0	6,6	1,7	2,5	25,8
45	Kazakistan	4,9	2,9	2,6	1,5	51,7	57,7
46	Yunanistan	154,4	53,9	7,3	1,3	2,4	17,8
47	Portekiz	199,9	41,8	17,1	1,3	3,1	7,6
48	Slovakya	46,4	19,8	3,0	1,3	6,6	43,3
49	Slovenya	69,3	24,1	7,7	1,2	5,0	15,6
50	Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	15,3	5,7	1,0	1,0	17,5	100,0

Kaynak: OECD-Amerika Birleşik Devletleri Patent ve Marka Ofisi (USPTO)

Ülkelerin yeşil inovasyonlarını ölçmenin birçok yolu vardır. Bu yollardan biri de çevresel patent sayılarıdır. 2019 yılı verilerine göre en fazla çevresel patent başvurusu yapıp kabul almış ülkelerin başında ekonomik olarak gelişmiş olan ülkeleri görmekteyiz. Çevresel patentlerin toplam patentler içerisindeki oranına bakıldığında ise ülkelerin çevresel patentlere yeteri düzeyde önem vermediği de görülmektedir.

1.3.2. Yeşil İnovasyon Uygulamaları

Çevre verilen zararın gerçekleşmiş ve potansiyel sonuçları insanları, işletmeleri, ülkeleri ve uluslararası organizasyonları çevreye daha az zarar verecek ürün, süreç ve hizmet inovasyonları yapmaya itmiştir. Bu uygulamalar hemen her sektörde gerçekleşmiş ve gerçekleşmeye devam etmektedir. Bu inovasyonların önemli bir kısmı Tseng vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada araştırılarak Tablo 1.12’de verilmiştir.

Tablo 1.12 Yeşil İnovasyon Uygulamaları: Bakış Açıları, Alt Boyutları ve Tanımları (Çeviri)

Bakış açısı	Alt boyut	Tanım
Yeşil teknolojik inovasyon	Ayrıntılı bir tasarruf planının benimsenmesi	Bu yeşil inovasyon alt boyutu, sektörün kapsamlı tasarruf planının geliştirilmesi için teknolojinin benimsenmesini ifade eder
	Gelişmiş yeşil üretim teknolojisi	Gelişmiş ve iyileştirilmiş yeşil üretim teknolojileri çevre kirliliğini önlemeye yardımcı olabilir
	Yeşil teknoloji ve ekipmana yatırım	Bir endüstri, endüstrinin geleneksel operasyonlarını sürdürülebilir operasyonlara kaydırmasına yardımcı olacak yeşil süreçler, üretimler ve operasyonlar için yeşil teknoloji ve ekipman satın almalıdır.
	Dokümantasyon yönetimi ve bilgi	Bu alt yön, endüstrinin bilgi ve belge kayıt sistemini takip etme, yönetme, alma ve depolaması gerektiğini gösterir. Bu, endüstrinin teknolojik inovasyon konusunda güncel kalmasına yardımcı olacaktır.
	Teknoloji transferi	Sektörün teknoloji transfer edilebilirliğine sahip olması gerekir, böylece teknolojiyi kişiden veya sektörden transfer etme sürecini gerçekleştirebilir. Sektörün denetim sistemine sahip olması gerekir, böylece teknolojiyi raporlayabilir, değerlendirebilir, pazarlayabilir ve ticarileştirebilir.
Yeşil rekabet avantajı	Süreç ve üretim verimliliğini iyileştirin	Bu alt boyut, endüstrinin pazarda rekabet avantajı elde etmek için yeşil süreci ve üretim verimliliğini geliştirmesi ve artırması gerektiğini ortaya koymaktadır.
	Kaliteli ürün	Sektör, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamasına ve rekabet avantajı elde etmede başarılı olmasına yardımcı olacak düşük üretim maliyetine sahip yüksek kaliteli ürünler üretmelidir.
	Bilgi ve enformasyonu artırın	Bu yeşil inovasyon alt boyutu, endüstrinin endüstri operasyonlarını yönetmenin etkili yolları hakkında bilgi ve deneyimi artırması gerektiğini göstermektedir.
Yeşil süreç inovasyonu	Süreç tasarımı ve inovasyon	Sektör, yeşil süreç inovasyonunun geliştirilmesi için endüstrinin süreç tasarımı ve inovasyonunu ve araştırma ve geliştirme işlevlerini iyileştirmelidir.
	Ürünü geri dönüştürün, yeniden kullanın ve yeniden üretin	Sektörün sürdürülebilir süreç inovasyonu için, ekolojik zararları önlemek amacıyla ürünü geri dönüştürmek, yeniden kullanmak ve yeniden üretmek için yeşil bir sistem kurmaları gerekir.
	Düşük enerji tüketimi	Sanayi operasyonları, inovasyon sürecinde elektrik, gaz, su ve üretim atığı gibi düşük enerji tüketebilecek şekilde iyi donanımlı olmalıdır.

Yeşil yönetimsel inovasyon	Yeşil teknolojinin kullanımı	Endüstriyel inovasyon süreçleri sırasında daha yeşil teknoloji kullanılması, endüstrinin tasarruf yapmasına ve endüstriyel atık ve atık bertarafı gibi kirliliği azaltmasına yardımcı olacaktır.
	Ürünü yeniden tasarla	Bu yeşil inovasyon yönü, endüstrinin ürün veya hizmetleri yeniden tasarlama ve iyileştirme konusunda daha yüksek makamlardan gelen yeni çevresel direktiflere uyması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, yönetim kadrosu endüstri uygulamalarını yeni sürdürülebilir ve yenilikçi düzenlemelere göre dönüştürmekten sorumludur.
	Operasyon ve üretim süreçlerini yeniden gözden geçirin	Bu, endüstrinin yeşil inovasyon uygulamalarını benimsemek için iç verimliliği garanti altına alacak şekilde tüm operasyon ve üretim süreçlerini yeniden gözden geçirmesini ve yeniden tanımlamasını yönlendiren çok önemli bir yeşil yönetimsel inovasyon alt boyutudur.
	Eko-inovasyon ürünleri süreçlerinin geliştirilmesi ve	Bu alt boyut, eko-inovasyonun, endüstrinin çevre yönetim stratejisini gerçekleştirmek için ürün ve süreçlerin geliştirilmesinde önemli bir bileşen olduğunu ortaya koymaktadır.
	Çevre yönetim sisteminin iyileştirilmesi	Gelişen ve iyileşen çevre yönetim sistemi, endüstrinin çevre uygulayıcıları tarafından sağlanan sistemleri izlemesine yardımcı olacaktır.
Yeşil ürün inovasyonu	Yeşil ürünler ve tasarım önlemleri inovasyon	Yeşil ürünler ve tasarım önlemlerindeki inovasyon, endüstride yeşil uygulamaların geliştirilmesi için çok kritiktir çünkü endüstrinin yeşil ürünleri benimsemesi için sürdürülebilir tasarım önlemleri sağlar.
	Yeşil ürünlerin uygulanabilirliğini değerlendirme	Bu yeşil ürün inovasyon alt yönü, endüstrinin müşteri gereksinimlerini anlamasına yardımcı olan yeni yeşil ürünlerin rekabet gücünün ekonomik, teknik ve ticari uygulanabilirliğinin değerlendirilmesine atıfta bulunur.
	Eko-etiketli ürünlerin tasarlanması	Bu yeşil inovasyon alt yönü, ISO 14000 gibi çevre yönetim sistemlerinden onaylanan çevre dostu etiketlenmenin tasarlanmasını ifade eder.
	Çevre dostu ambalaj tasarımı	Bu alt boyut, yeni ürün için daha az plastik, kağıt ve toksik malzeme gibi iyi tasarlanmış ve çevre dostu ürün ambalajlarının kullanılması gerektiğini göstermektedir.
Yeşil tedarikçi	Yeşil tedarikçilere yardım	Yeşil tedarikçinin, sektörde yeşil inovasyon uygulamalarının benimsenmesi için bir çevre yönetim sistemi sertifikası alması gerekmektedir.
	Teknik yardım sağlanması	Bu alt yön, tedarikçilere çevresel kriterlerin karşılanmasına yardımcı olmak için sağlanan teknik tavsiyeye atıfta bulunmaktadır.
	Ürün geliştirme ve tasarım aşamasına katılım	Bu yeşil inovasyon alt boyutu, endüstri faaliyetleri sırasında ürün geliştirme ve ürün tasarım aşamasına katılması gereken ve tedarikçinin çevresel performansını değerlendirmek üzere şirket içi denetçi göndermesi gereken tedarikçiyi ifade eder.
	Eğitim programlarının sağlanması	Tedarikçinin sektörde yeşil inovasyon uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanması konusunda bilgi birikimine sahip olması gerekir. Bu nedenle, bir tedarikçiyi yeşil hale getirmek için eğitim programları sağlamak esastır.

Kaynak: (Tseng vd., 2013)

İKİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE YEŞİL İNOVASYON İLİŞKİSİ

2.1. Çevre Kirliliği ve Lojistik Performans İlişkisi

Dünya küreselleşmenin de etkisiyle birbirine bağlı hale gelmiştir. Bu bağ da en önemli sektörlerden bir haline gelen, malları kaynaklarından tüketiciye kadar ulaştıran lojistikte yer almaktadır. Özellikle ticaretin omurgasını oluşturan lojistik günümüzde gelişimi en fazla artan alanlardan birisidir. Ürün ve tüketici boylamında ileri ve geri yönlü bir süreç diğer bir ifadeyle akış söz konusudur. Bu süreçte birçok lojistik operasyon gerçekleştirilmektedir. Bu operasyonların performansı rekabeti ciddi derecede etkilemektedir. Lojistik operasyonların performansı rekabet avantajı elde etmede yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunun sebebi ürünün hammadde olarak çıkarılmasından tüketiciye ulaşana kadar geçen zamanın her aşamasında lojistik operasyonların gerçekleşmesidir (Andersson vd., 1989; Lambert vd., 1998; Wood vd., 1995).

Teknolojik gelişmelerle birlikte maliyetle birçok üretici tarafından benzer ürünler, benzer kalite ve birim maliyetle üretilebilmektedir. Bu durum rekabette avantaj elde etmeyi zorlaştırmaktadır. Fakat birim maliyetleri en fazla etkileyen etkenler arasında lojistik operasyonlar yer almaktadır (Bowersox vd., 2002). Ürün yaşam döngüsünün her aşamasında yer alan lojistik operasyonların performansı kaynak kullanım verimliliği başta olmak üzere müşteri tatminine kadar pek çok faktörü ciddi anlamda etkilemektedir. Bu ilişki aslında karşılıklı olarak gelişmektedir. Değişen tüketici davranışları lojistik performansında iyileşmesi gerekliliğini ortaya çıkarmış ve gelişen lojistik performans ise tüketici davranışlarına etki etmiştir. Bu sayede lojistik performans rekabet avantajı elde etmede sürekli iyileştirme gereken vazgeçilemez bir alan haline gelmiştir (Gani, 2017; Green vd., 2008).

Lojistik operasyonların performansının yüksek olması ürün-müşteri arasındaki süreçte rekabet avantajı yanında maliyet, zaman tasarrufu, müşteri memnuniyeti, verimlilik, güvenilirlik, esneklik, duyarlılık gibi avantajları da söz konusudur (Erturgut, 2016; Erturgut ve Altınok, 2020). Kısaca bahsetmek gerekirse yüksek performansla sahip işletme veya ülkeler rota optimizasyonu, yük konsolidasyonu, optimize lojistik faaliyetler sonucu etkili lojistik yönetimi ile kaynaklarını daha verimli kullanırlar. Verimli kaynak kullanımı, iyi planlanmış lojistik faaliyetler, etkili envanter yönetimi ve israfın azalmasıyla birlikte maliyette de düşüş ön plana çıkar. Tam zamanında teslim, sipariş yönetimi, taşımacılık optimizasyonu, entegre taşıma yönetimi gibi bileşenlerle zaman tasarrufu sağlanır. Etkililik, verimlilik, düşük maliyet ve doğru zamanda doğru yerde ürünleri ihtiyaçları doğrultusunda kullanmakta müşterilerin

memnuniyetini artırır. Etkili ve verimli bir lojistik yönetimi ile birlikte teknoloji sayesinde bilgi paylaşımının yüksek olması sayesinde riskler minimize edilmeye çalışılır. Minimum risk ile paydaşların doğru ve hızlı iletişimi sayesinde güvenlik ve güvenilirlik artar. Riskler azaltılırken meydana gelen problemlere hızlı yanıt verilmesi sağlanır. Bu durum lojistik performansın yüksek olmasının esnekliği artırmasını da açıklamaya yarar. Oluşan sorunlara, beklenmedik olaylara, tedarik zincirindeki aksaklıklara ve değişen koşullara hızlı cevap verme ve uyum sağlama etkili bir lojistik sistemi sayesinde gerçekleşebilir. Değişen koşulları görerek bu duruma uyum sağlamak duyarlılık artışına da yol açmaktadır. Lojistik performansın yüksek olması diğer bütün paydaşların değişen koşullarına diğer bir ifadeyle beklentilerine duyarlı olmayı gerektirir. Bu sayede müşteri memnuniyetinin artışı gerçekleşebilir (Anderson vd., 1998; Beysenbaev ve Dus, 2020; Gani, 2017; Leuschner vd., 2012; Tang ve Abosedra, 2019).

Lojistik operasyonların performansı geleneksel olarak maliyet etkinliği, verimlilik, hız, güvenilirlik, esneklik, müşteri memnuniyeti gibi faktörlerle daha fazla ilişkilendirilirken günümüzde sürdürülebilirlik ile ilişkisi ön plana çıkmaktadır (J. Liu vd., 2018). Etkili ve verimli lojistik yönetimi sayesinde yükselen lojistik performansın çevresel etkiyi azaltma potansiyeli bulunurken düşük lojistik performans durumunda çevreye verilen zararın artması potansiyeli daha yüksektir. Lojistik performansın düşük veya yüksek olmasının olumlu ve olumsuz çevresel birçok etkisi bulunmaktadır. İlgili literatür incelendiğinde bu etkinin karmaşıklığı görülmektedir (Cheng vd., 2024; Karaduman vd., 2020; Khan vd., 2020; Larson, 2021; Liu vd., 2018; Liu vd., 2023; Magazzino vd., 2021; Mariano vd., 2017; Rashidi ve Cullinane, 2019b; Shamout vd., 2024; Wan vd., 2022). Öncelikle olumsuz etkilerden başlarsak bunlardan en önemlisi hava kirliliğini artırmasıdır. Bunu çevreye yayılan karbondioksit miktarının yaklaşık dörtte birini ulaşım sektörünün oluşturması desteklemektedir (IEA-Transport, 2024). Ulaşım sektöründen kaynaklanan karbon salınımı hem yolcu hem yük taşımacılığını göstermektedir. Özellikle heavy-truck diye adlandırılan yük taşıma araçları burada önemli paya sahiptir.

Yük taşımacılığı lojistik faaliyetlerin en önemlisi ve çevreye en fazla zarar verenidir. Bunun en temel nedeni ürünlerin hammaddeden tüketiciye ulaşana kadar sürekli hareket ettirilmesidir. Bu hareket sırasında çok fazla fosil yakıt kullanılmaktadır. Ağır bir iş olan yük taşımacılığında tork(çekiş) gücü sağlaması için dizel yakıtlar kullanılmaktadır. Dizel yakıtların yanması sonucu çevreye partikül madde ve diğer zararlı gazlar salınmaktadır (Akram vd., 2023; Altinok vd., 2024).

Alternatif temiz enerji kaynakları ile çalışan araçlar ve ekipmanların kullanımı giderek artsa da hala çok fazla miktarda fosil yakıt tüketimi söz konusudur. Ulaştırma sektöründe kullanılan enerjinin yaklaşık %91'inin petrol ürünlerinden oluşması bunu kanıtlar niteliktedir.

Son yıllarda kullanılan enerjinin azalması beklentisi söz konusuydu fakat sonuçlar artış olduğunu göstermektedir (IEA, 2024). Yapılan uluslararası anlaşmalar, teknolojik gelişmeler, çevre bilinçlenmesi gibi baskı oluşturuvcu önlem ve gelişmelerle lojistikte temiz enerji kullanımı sağlanmaya çalışılsa da nüfus, üretim, büyüme artışı gibi etkenlerden dolayı başarı oranı yeterli değildir. Buda lojistik operasyonlarda fosil yakıtların kullanımının bir süre daha devam edeceğini göstermektedir (Magazzino vd., 2022).

Bunun yanında verimsiz rota planlaması, boş veya dolu olmayan yük araçlarının hareketi, eski ve verimsiz yakıt tüketimine sahip araçlar, tıkanıklık (gereksiz yere bekletilme), karayoluna bağımlılık gibi taşımacılıktan kaynaklanan hava kirliliğini artırıcı dolaylı etkiler de vardır. En iyi güzergahın seçilmesi anlamına gelen rota planlamasının optimizasyonunun yapılmaması da karbon salınımını artırır. Rota planlaması verimsiz olduğunda sıkışık yolların kullanılması, mesafenin uzaması ve dolambaçlı yollarda seyahat yakıt tüketimini ve çevre kirliliğini de artırır (Guo vd., 2021; Yi vd., 2023).

Teknolojik gelişmelerle genellikle araçların kullandığı yakıt miktarı azaltılmaya çalışılır. Bunun yanında temiz enerji kaynakları ve enerji verimliliğine önem verilir. Fakat eski teknolojiye sahip ve yıpranmış araçların kullanımı enerjinin verimsiz kullanımına yol açar. Buda ürünlerde birim başına düşen emisyon miktarını artırır. Yeni üretilen araçlar çevresel baskılar sayesinde yakıt tasarruflu olma özelliğine sahiptirler. Bu araçların lojistik operasyonlarda kullanılması önemlidir (Aydin vd., 2022; Khan vd., 2020; Wan vd., 2022).

Üretici veya tüketicilerin yoğun olmadığı yerlerde kullanılan taşıma araçlarının boş veya yarı dolu şekilde taşıma gerçekleştirme potansiyeli yüksektir. Tam dolu bir araçla taşıma gerçekleştirilip boş geri dönüş sağlanırsa aynı miktardaki ürünleri taşımak için iki katı enerji kullanıldığından birim başına düşen emisyon miktarı iki katına kadar çıkabilir. Bunun yanında en kötü senaryo tam dolu olmayan araçlarla taşıma gerçekleştirilerek boş geri dönüşlerin yapılmasıdır. Böyle bir senaryoda birim başına düşen emisyon miktarı iki katını dahi aşmaktadır. Ayrıca büyük miktarda yüklerin parçalar halinde küçük araçlarla (konsolidasyon eksikliği) daha fazla sefer sayısı gerçekleştirilerek taşıma yapılması da toplam kat edilen mesafe miktarını katlar. Buda emisyon miktarını artırma potansiyeline sahiptir (Aksoy ve Tezel, 2022; Altinok, 2023; Yi vd., 2023).

Rota planlamasının optimize edilmemesi, altyapı eksikliği, akıllı ulaştırma yöntemlerinin yetersizliği gibi nedenlerle trafik sıkışıklığı ortaya çıkabilmektedir. Liman, havaalanı, gar ve yol ağlarında gerçekleşen bu tıkanıklık araçların daha fazla çalışması ve gideceği yere daha geç ulaşmasıyla sonuçlanır. Araçlar daha fazla çalışacağından yakıt

verimliliği önemli ölçüde azalacaktır. Bu durum daha fazla yakıt tüketimine ve emisyon miktarının artışına yol açabilecektir (Aydar vd., 2025; McKinnon, 2003, 2016).

Taşıma modlarının birbirleri arasında farklı alanlarda avantajları vardır. Özellikle uzun mesafelerde ve yüksek miktardaki ürünlerin taşınmasında demir ve su yolları ekonomik ve çevresel olarak daha sürdürülebilirdir. Havayolu daha hızlı iken karayolu erişilebilirliği yüksek ve kısa mesafe ve düşük miktardaki ürünlerin taşınmasında daha avantajlıdır. Taşıma modları arasında bu gibi farklı avantajlar varken özellikle yurtiçi taşımacılıkta karayoluna bağlılık fazladır. Karayolu taşımacılığı havayolu taşımacılığından sonra en fazla emisyonu neden olan taşıma modudur. Karayoluna olan bağlılık emisyon miktarını artırmaktadır. Bunun yerine her modun avantajını kullanabilecek şekilde farklı taşıma modlarının entegre bir şekilde kullanıldığı çok modlu, intermodal veya karma taşımacılık türlerinin kullanımı optimum mod seçimi sağlayarak karbon salınımını en aza indirecektir (Altınok vd., 2024; Erturgut ve Altınok, 2020; Fu vd., 2019; Taghvaei vd., 2022).

Lojistik operasyonlardan taşıma çevreye yaydığı gazlarla kirliliği artırsa da kirliliğin tek başına nedeni değildir. Diğer faaliyetlerde doğrudan veya dolaylı olarak hava kirliliği yaratır. Lojistiğin en çok taşıma faaliyetinde olsa da bütün faaliyetlerinde enerji kullanılır. Bu enerjiler genellikle elektrik enerjisi gibi temiz enerji olarak gözüktse de elektrik enerjisini elde etme de de halen büyük miktarda fosil yakıt kullanılması çevreye verilen zararın artmasına yol açmaktadır.

Lojistik maliyetler açısından bakıldığında en fazla maliyete sahip ikinci faaliyet olarak belirtilen depolama faaliyetinde kullanılan enerjinin fosil yakıt veya türevlerinden elde edilen enerji olmasının yanında çevresel zararı artırıcı birkaç etken daha mevcuttur. Geleneksel ve eski depoların genellikle enerji tüketimi yüksek ve enerji verimliliği düşüktür. Bunun yanında malzeme elleçleme de kullanılan araç ve ekipmanlarında enerji kullandığını düşünürsek burada da enerji verimliliği düşük araç ve ekipmanların varlığı kirliliği artıracaktır. Depolarda enerji tüketiminin en fazla olduğu diğer alanlar ise ısıtma, soğutma ve ışık kaynağı olarak kullanılmasıdır. Özellikle kapalı depolarda çalışanların görüş olanaklarını artırmak ve çalışma şartlarını iyileştirmek için enerji tüketen ışık ve ısı sistemleri kullanılır. Bunun yanında soğutmalı depolarda kullanılan enerji ile birlikte ısı yalıtım sistemlerinin yetersizliği, sıcaklık sızıntısı, gereksiz kapı ve pencere açılması gibi nedenlerle çevresel kirlilik artmaktadır (Olorunjobi vd., 2023; Ries vd., 2017).

En fazla hava kirliliğine olan olumsuz etkiyi artıran düşük lojistik performansın diğer çevre kirliliği türlerine de artırıcı etkileri vardır. Hava kirliliğine olan etki gibi hızlı ve net bir şekilde belli olmasa da lojistik faaliyetler sırasında veya sonucunda su kirliliği ortaya

çıkılmaktadır. Hava kirliliğinde olduğu gibi en fazla etkiyi yine taşımacılık faaliyeti sırasında bilinçli veya bilinçsiz meydana gelen olaylar oluşturmaktadır. Taşımacılık sırasında yaşanan kaza veya ihmaller (kötü bakım, yetersiz güvenlik, hasarlı kapların değiştirilmemesi, acil müdahale eksikliği) sonucu taşınan yüklerin dökülmesi veya sızması sonucu istenmeyen bileşenlerin doğrudan veya emilimle suya karışması gerçekleşebilir. Özellikle tehlikeli maddelerin suya karışması çevreye ciddi derecede zarar vermektedir. Bazı durumlarda bu bilinçli de yapılmaktadır. Gemilerde veya diğer taşıma araçlarında biriken arıtılmamış veya az arıtılmış sıvıların deşarjı da suları kirletmektedir. Gemilerden kaynaklanan bir başka su kirliliği ise balast sularının farklı bölgelere boşaltılmasıdır. Gemiler balast suyu alırken içeriğine dikkat etmezler. Daha sonra bu sular başka yerlerde tahliye edildiğinde içeriğindeki yabancı madde ve canlılar o bölgenin ekosistemini farklı etki derecelerinde bozabilir. Gemilerin suya verdiği en büyük kirlilik kaza sonrası taşınan özellikle sıvı maddelerin denize veya su yollarına karışmasıdır. Genellikle çok yüksek miktarlarda ürün taşıdıkları için suya yayılan miktarda büyük olmaktadır. Bu durum oradaki canlı yaşamına ciddi derecede zarar vermekte ve ekosistemi değiştirmektedir (Björklund vd., 2016; Li vd., 2021; Liu vd., 2018; McKinnon, 2003).

Bütün taşıma modlarında çalışan araçlar seyir, bakım halindeyken veya yakıt ikmali yaparken çevreye birçok atık yayar. Yağlar, aşınmış lastik ve metal parçaları, gres, yakıt, temizlik maddeleri, buz veya kir sökücüler bunlara örnek verilebilir. Bunlar suya yüksek miktarda dökülerek doğrudan kirletebildiği gibi yağmur veya temizlik suyu yoluyla da kirletebilmektedir (Altınok vd., 2024; Zhang ve Zhao, 2012).

Depolama faaliyetlerinde de su kirliliği meydana gelmektedir. Burada da kaza veya sızma sonucu depolanan mallar dökülebilir. Dökülen ürünlerin doğrudan kanalizasyon gibi çeşitli vasıtalarla, temizlenmesi sırasında su kullanılması yoluyla veya toprağın kirletilerek dolaylı olarak yeraltı sularına sızması sonucu su kirliliği oluşabilir. Ayrıca depolarda da temizlik, işleme, araç yıkama gibi faaliyetler sonucu atık su oluşmaktadır. Bu atık suyun arıtılmadan kanalizasyon sistemlerine veya bölgedeki suya deşarj edilmesi kirlenmeye yol açabilir. Bu etkilerin dışında hem depo hem de diğer lojistik altyapısının (inşaat) oluşturulmasında sıvı atıklar oluşup suya karışarak kirletebilir (McKinnon, 2003; Oloruntobi vd., 2023; Ries vd., 2017).

Lojistik operasyonlardan su kirliliği yaratan bir diğeri ise ambalaj ve atık yönetimidir. Kullanılan ambalajların plastik gibi çevreyi daha fazla kirleten maddelerden oluşması ve bunların doğaya serbestçe bırakılması sonucu mikro plastik gibi partiküller suya karışıp kirletebilir. Ayrıca lojistik faaliyetler sonucu ortaya çıkan çöplerinde gelişigüzel doğaya

bırakılması veya muhafaza edildiği yerden sızıntı yapması su kirliliğine yol açabilir (De Oliveira vd., 2021; G. Zhang ve Zhao, 2012).

Gürültü kirliliği lojistik operasyonlar sırasında meydana gelen çevre olaylarından bir başkasıdır. Lojistik operasyonlar gerçekleştirilirken önemli ölçüde gürültü üretilir. Taşıma esnasında araçların çalışma ve uyarı sesleri, depolama operasyonlarında kullanılan araçların çalışması ve istifleme sırasında çıkarılan sesler, deniz taşımacılığı sırasında su altındaki canlılara yayılan sesler lojistik operasyonlardan kaynaklanan gürültü kirliliğine örnek olarak verilebilir. Özellikle insanların yoğun olarak yaşadığı kentsel bölgelere yakın liman, gar, havaalanı ve ulaşım yol güzergahları yakınındaki insanların yaşam kalitesini önemli ölçüde azaltabilir (Manjunath, 2014; Özbekler ve Akgül, 2020).

Lojistik operasyonlar gerçekleştirilirken görme yoluyla gerçekleşen ve insanların yaşam kalitesini olumsuz etkileyen dışsallığa görüntü kirliliği denir. Lojistik sektörü büyük ulaşım ağlarının, çok sayıda büyük binaların, devasa çöp veya hurda yığınlarının, devam eden çok sayıda altyapı projelerinin, yoğun tabela ve reklamcılığın yer aldığı bir alandır. Burada gerçekleştirilen faaliyetlerde kullanılan araçların kendisinin veya görüntülerinin yol açtığı ciddi bir kirlilik mevcuttur. Örnek vermek gerekirse şehre yakın büyük bir depo olduğunu düşünelim. Deponun bulunduğu konumda yaşayan insanlar açısından depo ve çevresindeki yoğun miktarda yer alan ulaşım ağları görüntü kirliliğine yol açmaktadır. Depo ve ulaşım ağları yerinde orada yemyeşil bir park veya orman olduğunu düşünürsek bu kirliliği daha iyi anlayabiliriz. Bunun yanında her gün oraya gelen yük taşıma araçları ve üzerlerindeki reklamlar rahatsız edici olabilmektedir. Depoda üretilen atıkların belirli bir yerde toplandığını, büyük tabelalar kullanıldığını, açık alanda konteynerlerin rastgele istiflendiğini, giriş veya çıkış yapmak isteyen araçların trafik yarattığını, devam eden depo veya ulaşım ağı inşaatının olduğunu düşünelim. Bunların her biri görsel (manzara) bozukluk yaratarak ayrı ayrı görüntü kirliliği oluşturup insanların yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında sürekli faaliyet halinde bulunan yerlerin etrafına baktığınızda çevreyi kirletici toz vb. partiküllerin çevredeki bitki ve eşyaların üzerine yapışarak da manzarayı bozduğunu söyleyebiliriz. Görüntü kirliliğinin diğer çevresel kirlilik türleri gibi insanlar üzerindeki etkisi somut olarak gösterilemese de giderek önem kazanan bir konudur (Murphy vd., 1994, 1996; V. Silva vd., 2023).

Atık hemen hemen her sektörün faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu lojistik operasyonlar içinde geçerlidir. Lojistik operasyonlar sırasında önemli miktarda ambalaj, kir, yağ, araç ve ekipman hurdaları, hasar gören ürünler, sular ve satılamayan mallar gibi sıvı veya katı atık üretilmektedir. Bu durum yüksek miktarda çöplüklerin oluşumuna ve kaynakların yanlış yönlendirilmesine yol açmaktadır. Ayrıca bu durum hem su hem de toprak kirliliğine yol

açmaktadır. Atıkların doğaya serbest olarak bırakılması toprak yapısına zarar vermektedir. Depo, dağıtım merkezleri, lojistik üsler, ulaşım altyapılarının kurulması arazi kullanımına yol açmaktadır. Bu arazilerde yer alan toprağın bilinçsiz kullanımı veya taşınması bileşenlerinin farklılaşmasına yol açabilmektedir. Lojistik operasyonlar sırasında kullanılan araçlardan yayılan emisyonlar, ürünlerin dökülmeleri veya sızmaları (özellikle tehlikeli ve kimyasal ürünler), tuzlama vb. yapılması gibi doğal toprak katmanlarını bozan diğer faktörlerdir. Bu faktörler toprağa yerleşen ve canlı oluşumunu, çeşitliliğini, yaşam ortamını önemli ölçüde değiştirmektedir (Burinskiene vd., 2018; Dunn, 1995; McKinnon, 2003).

Şimdiye kadar lojistik performansın düşük olduğu yerlerdeki lojistik operasyonlardan kaynaklanan çevre kirliliğinden bahsedilmeye çalışılmıştır. Lojistik performansı yüksek olan yerlerde henüz günümüz teknolojilerle çevre kirliliğini sıfırlamak mümkün görünmemektedir. Fakat ortaya çıkan olumsuz etkiyi azaltmak mümkündür. Lojistik performansın yükselmesi bu etkiyi en aza indirmeyi destekleyebilecektir.

Lojistik performans artışı;

- Operasyonel verimlilik artışına,
- Kaynakların etkili kullanımına,
- Boş araç gönderimi ve geri dönüş oranlarının azalmasına,
- Rota optimizasyonu sağlayarak filo kullanımının iyileştirilmesi sayesinde zaman, maliyet, enerji verimliliği, trafik azalması, hız gibi konularda fayda sağlanmasına,
- Yük konsolidasyonunu artırarak maliyet ve enerji tasarrufuna,
- Modlar arası değişimin artarak bütün modların avantajlarının kullanımına,
- Verimli depo düzeni ve depo sistemlerini optimize ederek enerji tasarrufuna, daha büyük veya ek tesislere olan ihtiyacın azalmasına, depolarda oluşan atıkların azalmasına,
- Stok devir hızının artmasına,
- Etkili ve verimli (optimize edilmiş) stok yönetimi sağlanmasına,
- Zamanında teslimat ve takip edebilirlik artışı ile optimum stok seviyesi belirlemeye,
- Tersine lojistik faaliyetlerinin artmasına,
- Bütün süreçlerde oluşan atıkların azalmasına ve oluşan atıkların geri dönüşüm veya kazanımına,
- Yenilenebilir enerji teşvikine,
- Sürdürülebilir ambalajlar kullanımına,

- Altyapıda gerçekleşen iyileştirmelerden dolayı daha hızlı, akıcı, enerji tasarruflu daha az sıkışıklık olan ulaşım ağlarının oluşturulmasına,
- Gümrük işlemlerinin hızlanmasıyla ulaşım araçlarının etkin kullanımı, bekleme sürelerinin azalması ve hızın artmasına
- Daha yüksek teknolojiye sahip araç, ekipman, sistem ve makinelerin kullanımı ile kaynakların verimli kullanımına ve çevreci olanların seçimini artırmaya,
- Daha sıkı emisyon kontrolleri, atık denetim uygulamaları ve şeffaflık artışına,

Fayda sağlayabilecektir. Bu durum lojistik operasyonların çevreye verdiği zararın azaltılmasına yardımcı olabilir.

Sonuç olarak lojistik performansın çevre kirliliğine etkisi üzerine yapılan birçok araştırma incelendiğinde hem olumlu hem de olumsuz (karmaşık) etkisinden bahsetmek mümkündür. Bu araştırmaların bir kısmını ve elde edilen sonuçları inceleyelim.

Tablo 2.1 Lojistik Performans ve Çevre Kirliliği İlişkisini İnceleyen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması

Yazarlar	Metodoloji	Örneklem / Veri Dönemi	İlişki
Liu vd., 2018	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	42 Asya Ülkesi / 2007-2016	Asya'nın geneli için uluslararası sevkiyat CO ₂ emisyonlarını azaltırken, zamanında teslimat artırmaktadır. Lojistik performansın diğer alt boyutlarının çevre üzerindeki etkisi anlamsız veya önemsizdir. Asya alt bölgelerinde ise alt boyutlara göre farklılık göstermektedir.
Liu vd., 2023	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	Asya / 2007-2020	Lojistik performans ve alt boyutlarının tamamının artışı karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli bir etkidir. Bunun yanında yeşil inovasyon artışı da karbon emisyonlarını azaltmaktadır.
Karaduman vd., 2020	Sabit Etkili Panel Regresyon	Balkan Ülkeleri / 2007-2016	Lojistik performans endeksindeki bir puanlık bir artış karbon emisyonunu %14,52 seviyesinde azaltacaktır.
Yu vd., 2021	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	34 Asya Ülkesi / 2007-2018	Lojistik performans genellikle enerji tüketimi ile ilgilidir. Lojistik hizmet kalitesinin ve altyapının iyileştirilmesi karbon emisyonlarını azaltırken gümrükleme enerji tüketimini artırarak karbon emisyonlarını artırmaktadır. Diğer alt boyutlar ise anlamsız bir etkiye sahiptir.
Shamout vd., 2024	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	79 gelişmiş-139 gelişmekte olan ülke / 2007-2018	Bütün ülkelere bakıldığında lojistik performans artışı çevresel performansın artmasını (1 puanlık bir artış 0,4356 oranında bir etki) sağlamaktadır. Kurumsal faktörlerin bu ilişkiye dahil edilmesi etkiyi azaltmaktadır. Gelişmiş ülkelerde lojistik performans endeksindeki bir birimlik artış çevresel performansta 0,5898'lik bir artışa yol açarken gelişmekte olan ekonomilerde bu etki 0,1829

oranında gerçekleşmektedir. Her iki grupta da kurumsal faktörler etkiyi azaltıcı rol oynamaktadır.

Larson, 2021	Regresyon	154 ülke / 2016	Lojistik performans emisyonları artırarak çevresel bozulmaya yol açar. Bu etkiyi azaltmak için özellikle enerji verimliliğini ön planda tutmak gerekmektedir. Sosyal refah ve sürdürülebilirlik, lojistik performansı artıracaktır. Ekonomi için ise lojistik itii bir güçtür.
Lu vd., 2019	Veri Zarflama Analizi	112 Ülke / 2007-2014	Çevresel lojistik performans endeksi oluşturulmuştur. Bu endeksi oluşturmak için LPI, karbon emisyonları ve enerji tüketimi kullanılmıştır. Lojistik performansı ve gelirleri yüksek olan ülkelerin çevresel lojistik performansta da yüksek performans gösterdiği görülmüştür.
Wan vd., 2022	Momentler Kantil Regresyon Yöntemi (MM-QR)	22 Gelişmekte olan ülke / 2007-2018	Lojistik performans çevre kirliliğini artırırken yeşil inovasyon ise azaltmaktadır.
Mariano vd., 2017	Veri Zarflama Analizi	104 ülke / 2007-2012	Düşük Karbon Lojistik Performans endeksi oluşturulmuştur. Gelişmişlik seviyesi ve lojistik performans endeksi yüksek olan ülkelerin bazıları iyi performans gösterirken diğerleri için aynı sonuç söylenemez. Bazı gelişmekte olan veya LPI'sı düşük ülkeler gelişmiş ülkelere göre çok daha yüksek performansa sahiptir.
Akram vd., 2023	OLS, 2SLS, GMM ve Panel Kantil Regresyon	20 Asya ekonomisi / 2007-2020	Karbon emisyonlarındaki artış lojistik performansı olumsuz etkilemektedir. Çevre kirliliği, ulaşım maliyetlerini, ulaşım kesintilerini ve sağlık risklerini artırarak lojistik sektörü üzerinde olumsuz etki yaratabilir.
Khan vd., 2017	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	15 ülke / 2007-2015	Lojistik performans endeksi çevresel lojistik performans göstergeleri olarak kullanılmıştır. Ekonomik büyümeyi, enerji talebini, yabancı sermaye girişini ve sektörel büyümeyi pozitif etkilemektedir.
Li vd., 2021	İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) ve Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	Bir Kuşak Bir Yol Girişimi Ülkeleri / 2007-2019	Yeşil lojistik performans Bir Kuşak Bir Yol (BKBY), Avrupa ve Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) ekonomik büyümeye yardımcı olmaktadır. Çevresel lojistik performans BKYY, Orta Asya ve Mena ülkelerinde çevre kirliliğini artırırken Avrupa, Doğu e Güneydoğu Asya ülkelerinde azaltmaktadır.
Cheng vd., 2024	Birleştirilmiş Regresyon Analizi	43 ülke / 2010-2016	Lojistik performans artışı ekolojik ayak izini azaltarak çevresel kaliteyi artırmaktadır. Düşük LPI'ya sahip ülkeler çevresel kaygılar olmadan hareket ederken yükseldikçe çevresel kaygılar ön plana çıkar ve giderek verilen zarar azalmaktadır.
Magazzino vd., 2022	Yapay Sinir Ağları	AB / 2007-2018	Petrol ürünü tüketiminin azalması çevresel etkiyi azaltırken lojistik performansı düşürebilir. Bunun sebebi olarak lojistik faaliyetlerin büyük çoğunluğunda petrol ürünlerinin kullanılmasıdır. Burada

gerçekleşecek herhangi bir şok lojistik performansı olumsuz etkileyebilir.

Rehman vd., 2022	Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (GMM)	AB / 2007-2020	Sürdürülebilirlik için hayati bir öneme sahip olan lojistik performansın ulaştırma hizmetlerinin niceliğini olumlu etkilediği görülmüştür.
Aydin vd., 2022	Panel Yumuşak Geçişli Regresyon Analizi	45 BKBY ülkesi - 2007-2018	Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişki doğrusal değildir. Bu ilişkide enerji yoğunluğu önemli bir role sahiptir. Enerji yoğunluğu belirli bir seviyenin altında iken lojistik performansındaki artış çevre kirliliğini düşürürken eşik değerinin üstünde lojistik performanstaki artış çevre kirliliğini artırmaktadır. Lojistik performans artışının çevre kirliliğini azaltması için enerjiyi daha verimli kullanmak gerekmektedir.
Khan vd., 2020	Yapısal Eşitlik Modellemesi	Güneydoğu Asya Uluslar Birliği ülkeleri (ASEAN) / 2007-2018	Lojistik operasyonlarda yenilenebilir enerji kullanımı çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır. Yeşil lojistik operasyonları ise çevresel performansı iyileştirecektir.
Starostka-Patyk vd., 2024		AB(28) / 2010 ve 2018	Yeşil lojistik performans endeksi oluşturmak için lojistik performans boyutlarından altyapı ve zamanındalık boyutları toplanarak çevresel performans endeksinin 5 boyutunun toplamına bölünerek elde edilir. Buna göre 2018 yılı verilerinde gelişmiş ülkelerin Çevresel lojistik performansları gelişmekte olan ülkelere göre daha yüksektir. Ayrıca LPI'sı yüksek ülkelerinde çevresel LPI'ları daha yüksek çıkmıştır. 2010 yılı verilerine göre ise bu durum çok değişkenlik göstermektedir.
Hamidova vd., 2024	Granger Nedensellik Analizi	60 Uluslararası Ulaştırma Forumu ülkesi / 2007-2018	Taşımacılıktan kaynaklanana CO ₂ emisyonlarındaki değişiklikler LPI'da kaymalara neden olmaktadır. Artan karbon emisyonları lojistik verimliliğini artıracaktır.
Randrianarisoa ve Gillen, 2022	Artırılmış Yerçekimi Modeli, OLS, GLS, 2SLS, GMM	110 ihracatçı ve 119 ortak ülke / 2009-2015	Lojistik iyileştirmeler enerji tasarrufu sağlayarak kükürt emisyonlarını ve çevreye verilen zararı azaltacaktır.
Khan ve Qianli, 2017	Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Yöntemi CS-ARDL	İngiltere / 1981-2016	Kısa vadede yeşil lojistik ve yenilenebilir enerji arasında pozitif bir ilişki varken fosil yakıt kullanımı ile negatif bir ilişki söz konusudur. Uzun vadede ise yabancı yatırımları ve çevre dostu politikalar da pozitif bir ilişkiye sahiptir.
Gu vd., 2022	Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Yöntemi CS-ARDL	10 Asya ülkesi / 2010-2018	Lojistik performans endeksi ekonomik büyüme ve karbon emisyonları üzerinde etkilidir. Özellikle kısa vadede lojistik performans atışı çevre kirliliğini artırmaktadır.

Fan vd., 2022	Entropi Yöntemi, Genişletilmiş Ticaret Çekim Modeli	Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık (RCEP) ülkeleri ve Çin	Yeşil lojistik performans endeksi(GLPI) oluşturulmuş ve RCEP ülkelerinin Çin'in ticaretine etkisi araştırılmıştır. Buna göre GLPI ihracat üzerinde olumlu bir etkiye sahipken karbon emisyonları ve azot emisyonlarını negatif etkilemektedir.
Song vd., 2024	Panel Granger Nedensellik	153 ülke / 2010-2018	Sürdürülebilir kalkınma için ülkeler yenilenebilir enerji tüketimi ve lojistik verimliliğe dikkat çekmelidir. Ayrıca LPI ve yenilenebilir enerji kullanımı arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Karaman vd., 2020	Lojistik Regresyon, Poisson Regresyon	117 ülke / 2007-2016	Yeşil lojistik performans lojistik sektöründeki sürdürülebilirlik raporlarının varlığı ve sayısı ile pozitif ilişkilidir. Bu durum zayıf kurumsal yönetim söz konusu iken daha yükselmektedir.
Magazzino vd., 2021	Kantil Regresyon	25 En iyi Lojistik Ülkesi / 2007-2018	Lojistik performans karbon emisyonlarını artırıcı bir etkiye sahiptir.
Sikder vd., 2024	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler ve Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi	16 Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık ve Güney Asya Bölgesel İşbirliği Derneği / 2007-2018	Ekonomik büyüme, yabancı yatırımlar ve uluslararası ticaret LPI'yı artırmaktadır. Lojistik kalite, gümrük ve sevkiyat sıklığındaki artış ulaşımdan kaynaklanan CO ₂ emisyonlarını azaltmaktadır.
Godil vd., 2021	Kantil Otoregresif Dağıtılmış Gecikme QARDL	Çin / 1190-2018	Yenilenebilir enerji tüketimi ve inovasyon ulaşımdan kaynaklanan karbon emisyonlarını olumsuz etkilemektedir. GSYİH ise artıracaktır.
Zaman ve Shamsuddin, 2017	Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi GMM	27 AB ülkesi / 2007-2014	LPI alt boyutlarından altyapının karbon emisyonlarını azalttığını, lojistik kalitenin ise artırdığını göstermektedir. , Takip etme ve izlenebilirlik ise fosil yakıt tüketimini artırmaktadır. Diğer boyutlar anlamsız bir etkiye sahiptir.
Loucanova vd., 2024	Korelasyon Analizi	27 AB ülkesi / 2023	Lojistik performans ve Sürdürülebilirlik arasında anlamlı bir ilişki vardır.
Aldakhil vd., 2018	Panel Nedensellik Analizi	BIRICS ülkeleri / 1995-2015	CO ₂ 'den lojistik performans genel endeksine ve lojistik kalite alt boyutuna doğru tek yönlü bir ilişki vardır. Diğer alt boyutlar üzerine nedensellik yoktur.
Shamout, 2024	Yüksek boyutlu sabit etkilerle Poisson sözde maksimum olabilirlik (PPMLHDFE)	Avrupa ve Orta Asya / 2007-2018	LPI ve gümrük, altyapı ve takip ve izlenebilirlik bileşenlerinin çevresel performans, çevresel sağlık ve ekosistem canlılığını olumlu yönde etkilemektedir.

Qazi vd., 2024	Yapısal Eşitlik Modellemesi	157 Ülke / 2012-2018	LPI, ' sanayi, yenilikçilik ve altyapı ', ' iklim eylemi ', ' hedefler için ortaklıklar ' ve ' cinsiyet eşitliği ' olmak üzere dört Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir
Anser vd., 2020	Farklılaştırılmış panel Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi	102 ülke / 2010-2018	Lojistik performans teknoloji veya büyüme öncülüğünde karbon salınımı miktarını artıracaktır. U(azalıp-artan) şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir.
Qazi vd., 2023	Bayes İnanç Ağı (BBN)	112 ülke	Çevresel riskler düşük LPI'ya sahip ülkeleri yüksek LPI'ya sahip ülkelere göre çok daha fazla etkiler.
Ding vd., 2023	Entropi Ağırlıklandırma sı -Gri Korelasyon	Çin / 2011-2018	Çevre düzenlemesinin lojistik sürdürülebilirlik ile pozitif bir korelasyonu tespit edildi. Teknolojik inovasyon lojistik sürdürülebilirliği teşvik etmektedir.
Pazirandeh ve Jafari, 2013	Yapısal Eşitlik Modellemesi	97 Katılımcı (İsveç)	Sürdürülebilirlik stratejileri yeşil ulaşım operasyonlarını ve yeşil ulaşım satın alımını pozitif olarak desteklemektedir. Bu yeşil ulaşım operasyonları ve satın alımı ise lojistik etkinlik ve verimliliği pozitif olarak etkilemektedir.
Yu vd., 2018	En Küçük Kareler Yöntemi	19 Ülke / 2008-2017	Yeşil lojistik, sera gazı ve karbon emisyonlarını azaltıcı etki göstermektedir.
Khan vd., 2019	Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi GMM	Güney Asya Bölgesel İşbirliği Teşkilatı (SAARC) /	Lojistik performansın çevreye verdiği zarar fosil yakıt kullanımı ile doğru orantılıdır. Ne kadar artarsa çevre kirliliği de o kadar artacaktır. Gümrük prosedürlerinin azalması ve hızlanmasıyla bilgi paylaşımının yüksek olması ise karbon salınımını azaltacaktır.
Suki vd., 2021	CS-ARDL	Asya / 2010-2018	Lojistik performans endeksi ekonomik büyümeyi teşvik ederken karbon emisyonunu azaltır.

Çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür genel olarak incelendiğinde iki değişken arasında karmaşık ilişkiler tespit edilmiştir. Lojistik performans artışı ülke gruplarına ve değişkenlere göre çevre kirliliği üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır. Literatürde etkinin hem artış hem de azalış gösterdiği çalışmalara rastlanmaktadır. Lojistik performansın çevre kirliliğini artırdığına değinen çalışmalarda en fazla fosil yakıt tüketimi, kaynakların verimsiz kullanılması ve operasyonların artışına değinilmiştir. Buna karşın negatif etkinin görüldüğü çalışmalarda enerji verimliliği, hız, gereksiz prosedürlerin ortadan kaldırılması, teknolojik inovasyonlar ve altyapıya değinilmiştir. Yeşil lojistik uygulamalarına ayrıca dikkat çekilen çalışmalarda negatif etkiyi önemli seviyede yükselttiği de görülmüştür.

Çevre kirliliğinin lojistik performans üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar genel olarak ele alındığında olumsuz bir etki olduğu görülmüştür. Çevre kirliliğinin yükseldiği ülkelerde lojistik performansın düştüğü iddia edilmektedir. Bu durumu açıklamak için bilgi paylaşımının yetersizliği, verimsiz iş süreçleri ve operasyonlar dikkat çekmektedir. Olumlu etkinin olduğu sayılı çalışmalarda mevcuttur. Burada da çevre düzenlemesi ve sürdürülebilirlik stratejilerine değinilmektedir.

2.2. Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyon İlişkisi

Sınırsız ihtiyaçlara sahip insan hayatında insan faaliyetlerinden dolayı çevre kirlenmektedir. Çevre kirliliği ise insanların yaşam kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bundan dolayı çevre kirliliğini azaltıcı önlemler alınmaktadır. Bunun yanında insanlar ihtiyaçlarını gidererek yaşam kalitesini artırmak için inovasyonlar yapmaktadır. İnsanların yaşam kalitesini etkileyen bu iki değişken arasında çok yönlü bir ilişki vardır. Çevre kirliliği için alınan önlemler yapılacak inovasyonları çevreye daha az zarar verecek şekilde tasarlanması için baskılamakta ve teşvik etmektedir. Çevrenin desteklediği ve çevreye en az zararı veren inovasyonlara yeşil yenilik veya yeşil inovasyon denir. Yeşil inovasyon yeşil ürünler, yeşil süreçler ve yeşil hizmetler yoluyla kaynak verimliliği, enerji tasarrufu, atık azaltılması gibi avantajlarla çevreye verilen zararı azaltmaktadır (Lyu vd., 2022; Sun vd., 2022; Wang vd., 2024).

Çevresel zorluklar ve çevreye verilen zararın yüksek olmasının gerçekleşmiş veya potansiyel sonuçları insanlarda, işletmelerde, hükümetlerde ve uluslararası organizasyonlarda çevre farkındalığı yaratmıştır. Çevre farkındalığı paydaşların çevreye daha az zarar vermeyi hedeflemelerine yol açmaktadır. Bu hedef yeşil inovasyon için itici bir güçtür. Çevresel farkındalığı artırarak yeşil inovasyonu teşvik eden en önemli çevresel olaylar kaynak kıtlığı ve kirliliktir. Dünya üzerinde doğal kaynaklar kıt ve homojen bir şekilde dağılmamaktadır. Giderek azalan bu kıt kaynakların çıkarılması da zorlaşmakta ve maliyeti artmaktadır. Çevresel farkındalık doğal kaynakları daha az veya alternatif hammaddeleri kullanacak, çıkarılmasını kolaylaştıracak ve yeniden kullanımı artıracak inovasyonlar yapmayı teşvik etmektedir. Böylelikle kaynaklar daha verimli kullanılacak, atıklar en aza indirilecek, yeniden kullanım artacak ve kıt kaynaklarla optimum fayda elde edilebilecektir (Bonifant vd., 1995; Zhang vd., 2020).

Çevresel kirlilik özellikle hava, su ve toprakların kirlenerek ekosistemleri, genel çevre kalitesini ve insan sağlığını bozarak insan yaşam kalitesini düşürmektedir. Bu etkilerde yeşil inovasyona yönlendiren önemli sorunlardandır. Yeşil inovasyonların çevre kirliliğini azaltmak

için gerçekleştirdiği birçok çözüm vardır. İnsan faaliyetleri sonucu havaya birçok gaz salınımı gerçekleşmektedir. Bu gazların havanın dengesini bozmaması için emisyonları en aza indiren temiz endüstriyel teknolojiler geliştirilmiştir. Bunun yanında filtrasyon sistemleri oluşturulmuştur. Bu filtrasyon sistemleri sadece hava kirliliği için değil su ve toprak kirliliğini önlemek için de önemlidir. Filtrasyon sistemi sayesinde çevreye zarar verecek her türlü atığın toplanması, süzülmesi ve bertaraf edilmesi sağlanmaktadır. Bunun yanında çevre kirliliği yaratacak atıkların geri kazanılması için yapılan yeşil inovasyonlar da mevcuttur. Geçmişte yapılan bu inovasyonlar yıllar geçtikçe daha da artış göstermiş ve gelişimini sürdürmektedir (Bonifant vd., 1995; Long vd., 2017; Ong vd., 2019).

Yeşil inovasyonları teşvik eden diğer çevre olayları biyolojik çeşitliliğin azalması ve iklim değişikliği diyebiliriz. Atmosferdeki sera gazı birikimi sonucu iklimlerde görülen farklılıklar ve olumsuzluklar yenilikleri bu durumu değiştirmeye ve değişen duruma uyum sağlayabilmeye itmektedir. Bunun yanında bitki ve hayvan türlerinin yok olma tehlikesi biyolojik çeşitliliği etkilemektedir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, habitatların korunması veya restorasyonu bu anlamda yapılan inovasyonlara örnek olarak verilebilir (Carrión-Flores ve Innes, 2010; Choi ve Han, 2018; Long vd., 2017; Zhang vd., 2020).

Günümüze kadar çevreye verilen zararı en aza indirmek için gerçekleştirilen yeşil inovasyonlara örnek olarak;

- Yenilenebilir enerji teknolojileri,
- Elektrikli araç ve ekipmanlar,
- Yeşil ambalajlama teknolojileri,
- Atıktan enerji üretme,
- Yeşil binalar ve gelişmiş altyapı,
- Sürdürülebilir tarım faaliyetleri,
- Karbon yakalama ve Depolama,
- Atık su arıtma teknolojileri,
- Yeşil lojistik faaliyetleri (rota optimizasyonu, yük konsolidasyonu, verimli lojistik vb) gösterilebilir (Bonifant vd., 1995; Carrión-Flores ve Innes, 2010; Choi ve Han, 2018; Long vd., 2017; Ong vd., 2019; Sun vd., 2022; Zhang vd., 2020).

Bütün bu geliştirilmiş teknolojiler çevre kirliliğinin baskısı ve yönlendirmesi sonucu ortaya çıkmış yeni teknolojilerdir. Bu teknolojiler sürekli olarak verilen zararı daha da aza indirmek için geliştirilmektedir. Buradan yola çıkarak yeşil inovasyonunda çevre kirliliğini azaltıcı etkisi olduğu söylenebilir.

2.3. Lojistik Performans ve Yeşil İnovasyon İlişkisi

Lojistik performans ve yeşil inovasyon arasında karşılıklı bir ilişki olduğu görülmektedir. Lojistik performans artışı işletme ve ülkeleri daha fazla yeşil inovasyona yönlendirmektedir. Bunun yanında yeşil inovasyon uygulamalarının benimsenmesi de lojistik performansı artırabilecektir. Lojistik performans artırmak için kaynakları etkin ve verimli kullanarak insan ihtiyaçlarını lojistiğin 7 doğrusu kapsamında gidermeye çalışmak gerekir. Buda hem var olan teknolojileri daha doğru kullanmayı hem de yeşil ürün, süreç ve hizmet inovasyonunu teşvik eder. Buna karşın yeşil inovasyonun lojistik performansı artırıcı etkisi daha yüksektir (Demirdöğen vd., 2018; Gabriela-Lucia ve Cristian-Gabriel, 2015; Moldabekova vd., 2021).

Yeşil inovasyon uygulamalarının benimsenmesi lojistik performansı artıracak önemli sonuçlar doğuracaktır. Bu sonuçlar arasında maliyeti azaltması, verimliliği yükseltmesi, hızı artırması, atıkları azaltması, güvenilirliğin artması en önemlileridir. Yeşil inovasyon maliyetlerin azaltılmasında lojistik performansı doğrudan etkilemektedir. Lojistik faaliyetler açısından değerlendirirsek yeşil teknolojinin kullanıldığı sürdürülebilir taşımacılık faaliyetleri rota optimizasyonunu artırarak daha az mesafe katedilmesini sağlar, boş gidiş ve dönüşleri azaltarak kapasite kullanımını optimize eder, daha az maliyetli taşıma modlarının kullanımını destekler, fosil yakıt kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynaklarla çalışan araçların kullanımını artırır, enerji verimliliği yüksek araç ve ekipmanların kullanımını artırır. Depolama faaliyetlerinde raflar arası daha az boşluk bırakır, akıllı depolar sayesinde enerji tüketimini en aza indirir, adresleme verimliliğini artırıp ürün hareketliliğini en aza indirerek enerji tüketimini azaltır, kullanılan araç ve ekipmanların yenilenebilir enerji ile çalışanlardan seçilerek daha az ve ucuz enerji kullanmasını sağlar, ürünlerin toplanmasında hareketi en aza indirir. Stok yönetiminde stok devir hızını yükseltir, aşırı stokların önlenmesini sağlar, stok takibini kolaylaştırır, stokların durumunu göstererek daha yakın depodan ürünlerin toplanması sağlanır, talep ve satış verimliliğine göre stok bulundurmaya teşvik eder, gecikmeleri ve talep belirsizliğini azaltarak emniyet stoğunu en aza indirir. Sipariş yönetiminde hızlı bir şekilde siparişlerin ilgili birimlere yöneltilerek en uygun sipariş toplama alanının belirlenmesini sağlar. Ambalajlama faaliyetlerinde daha az ambalajlama malzemesi kullanır, malzemelerin geri dönüştürülmüş veya daha az maliyetli olanlardan seçilmesini sağlar. Bütün bunlar lojistik süreçlerde yeşil teknolojilerin kullanımı sonucu maliyetlerde elde edilen avantajlardır (Çelik, 2020; Erdal ve Korucuk, 2018; Gabriela-Lucia ve Cristian-Gabriel, 2015; Magazzino vd., 2021; Tekin vd., 2017; Wan vd., 2022).

Lojistik süreçlerde yeşil inovasyonların bir diğer avantajı hızı artırmasıdır. Bütün lojistik süreçlerde optimizasyon sağlayarak hızı artırır. Bütün faaliyetlerde prosedürleri azaltarak bilgi paylaşımını maksimize eder, teslimat süresini daha doğru belirler ve hızlandırır, zamanında teslimat oranını artırır, takip edilebilirliği artırır, hava ve trafik koşullarının daha iyi analiz edilmesini sağlar, araç ve ekipmanları değerlendirdikten sonra doğru zamanda bakım ve onarımını sağlayarak kesintileri engeller, paketleme ve toplama gibi görevleri basitleştirerek siparişleri işleme süresini ve güvenilirliğini azaltır, bütün süreçlerde hata olasılığını en aza indirir. Bu avantajlar aynı zamanda güvenilirliğin artmasına da yardımcı olur (Gabriela-Lucia ve Cristian-Gabriel, 2015; Tekin vd., 2017).

Yeşil inovasyonların lojistik performans üzerindeki bir diğer etkisi atıkların azaltılmasıdır. Bütün lojistik süreçlerde elde edilen atıkların azaltılması ve geri dönüştürülmesi hem kaynak verimliliği hem de maliyet avantajı için önemlidir. Yapay zekâ veya nesnelerin interneti gibi yeşil teknolojiler sayesinde bütün süreçler doğru bir şekilde izlenmekte, envanterde yer alan ürünlerin taleplerinde gerçekleşecek değişiklikler önceden tespit edilebilmekte, kullanım ömrü geçecek ürünler daha hızlı tespit edilebilmekte, modası geçecek ürünlerin aşırı stoklanması önlenmektedir. Tersine lojistiğin etkin ve verimli gerçekleştirilmesi sayesinde ürün iadeleri, yeni ürün gönderimi, geri kazanım, geri dönüşüm sayesinde atık miktarı azaltılmaktadır (McKinnon, 2003; Moldabekova vd., 2021; Zhang ve Zhao, 2012).

Lojistik süreçlerde kullanılan kaynakların verimliliğini artırmak ve süreçleri verimli bir şekilde yönetmek çok önemlidir. Yukarıda saydığımız bütün avantajlar lojistikte verimliliği, etkinliği, etkililiği, esnekliği ve çevikliği (Coşkun ve Erturgut, 2022) artırıcı uygulamalardır.

2.4. Lojistik Performans, Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyon İlişkisi

Lojistik performans, çevre kirliliği ve yeşil inovasyon ilişkisinin ölçüldüğü çalışma sayısı kısıtlıdır. İkili ilişkilere daha fazla değinilmektedir. Bu ilişkiler karşılıklı olarak birbirlerini etkiledikleri göstermektedir. Özellikle lojistik performansın çevre kirliliğini etkileme yönü konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Farklı çalışmalarda ülke gruplarına göre bu ilişki bazen negatif yönlü iken bazen pozitif yönlüdür. Diğer bir ifadeyle lojistik performansın çevre kirliliğini artırdığı ve azalttığı yönünde farklı çalışmalar mevcuttur. Buna istinaden lojistik performans ve inovasyon ilişkisinde birbirleri için teşvik edici etkisi olduğu görülmüştür. Bunun yanında çevre kirliliği ve inovasyon ilişkisinde çevre kirliliğinin yeşil inovasyonu teşvik edici ve yeşil inovasyonun çevre kirliliğini azaltıcı etkisi görülmüştür.

Tablo 2.2 Lojistik Performans, Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyon İlişkisini İnceleyen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması

Yazarlar	Metodoloji	Örneklem / Veri Dönemi	İlişki
Liu vd., 2023	2SLS, GMM	Asya / 2007-2020	Lojistik performans ve yeşil inovasyon karbon emisyonlarını azaltıcı etkiye sahiptir. Lojistik performans endeksinin alt boyutlarının tamamı da karbon emisyonlarını azaltmaktadır.
Wan vd., 2022	Momentler Kantil Regresyon Yöntemi (MM-QR)	22 Gelişmekte olan ülke / 2007-2018	Lojistik performans çevre kirliliğini artırırken yeşil inovasyon ise azaltmaktadır.
Loucanova vd., 2024	Korelasyon Analizi	27 AB ülkesi / 2023	Lojistik performans ve Sürdürülebilirlik arasında anlamlı bir ilişki vardır. Lojistik performansı artırmak çevre kirliliğini azaltmanın etkili bir yoludur. Yenilikçi yaklaşımlar bu etkiyi artıracaktır.
Godil vd., 2021	QARDL	Çin / 1990-2018	İnovasyon ulaşımdan kaynaklanan karbon salınımını azaltacaktır.
Ibrahim vd., 2024	Veri Zarflama Analizi	42 ülke / 2016-2018	İnovasyon lojistik sektörü ve sürdürülebilirlik için önemli bir itici güçtür. Lojistik sektörünü karbonsuzlaştırma için inovasyona ihtiyaç vardır.
Friske vd., 2024	Monte Carlo Yöntemi	85 ülke / 2010-2018	Lojistik performansı yüksek ülkeler girişimcileri inovasyon yapmaya itmektedir.
Qin vd., 2021	CS-ARDL	G7 / 1190-2019	Yeşil inovasyon Karbon salınımını azaltacaktır. Çevre politikası ve yeşil inovasyon arasında çift yönlü bir ilişki vardır.
Mesjasz-Lech, 2019	Korlasyon analizi	AB / 2014-2016	Lojistik performans ve girişimcilik seçilen yılların birince birbirini tamamlayıcı etki yaratırken diğer seçilen yılda bu durum söz konusu değildir.
Nguyen ve Le, 2024	GMM	103 ülke / 2007-2017	Finansal krizler lojistik performansları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkilerden bir tanesi de lojistik alanında gerçekleştirilen inovasyonlardır.
Zhang vd., 2024	Bibliometrik Analiz	3588 çalışma	Deniz lojistiğinde yeşil inovasyon uygulamaları karbon salınımını azaltacaktır.

Magazzino vd., 2021	Kantil Regresyon	25 En iyi Lojistik Ülkesi / 2007-2018	Teknolojik inovasyonlar lojistik performansı artırırken lojistik performansın da karbon emisyonlarını artırıcı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.
Udeagha ve Ngepah, 2023	CS-ARDL	BRICS / 1960-2020	Yeşil inovasyon kısa ve uzun vadede karbon emisyonlarını azaltıcı etkiye sahiptir.
Ding vd., 2023	Vaka Analizi	Çin / 2011-2018	Çevresel düzenleme lojistik sürdürülebilirlik ile olumlu ilişkiye sahiptir. Ayrıca teknolojik yeniliği teşvik ederek sürdürülebilir lojistik performansın artırılmasını sağlar.
Yingfei vd., 2022	Yapısal eşitlik Modellemesi	Çin / 335 örneklem	Yeşil lojistik performansının çevreye olumlu etkisi vardır.
Al-Ali vd., 2022	Mülakat	Birleşik Arap Emirlikleri	Lojistik işletmeler yenilikçi uygulamalara esnek olmalıdır. Sürdürülebilir bir lojistik adına inovasyon yapılmalıdır.
Mihoub vd., 2024	Makine Öğrenmesi	Suudi Arabistan / 1190-2022	Yeşil inovasyon ve lojistik performansın sağlık maliyetleri ve refah üzerindeki artırıcı etkisi çok düşüktür.
Bahn vd., 2021	İçerik analizi	Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) / 2000-2021	Dijital teknolojilerin kullanımı lojistik performansın kaynak verimliliğini artırır.
Van Vo ve Nguyen, 2023	Yapısal eşitlik Modellemesi	Vietnam / 142 lojistik işletme yöneticisi	Yeşil fikri sermayenin, yeşil lojistik bilgi kullanımı ile yeşil lojistik yönetim uygulamaları arasındaki ilişki üzerinde düzenleyici etkisi ve yeşil lojistik yönetim uygulamaları, yeşil lojistik bilgi kullanımının yeşil lojistik performansı üzerindeki etkisinde aracılık rolü bulunmaktadır.
Anser vd., 2020	GMM	102 ülke / 2010-2018	Teknolojik inovasyon ağırlıklı lojistik performans artışı karbon hasarını, patent sayıları belirli bir seviyenin alındayken düşürmektedir. Bu seviyenin üstüne çıktığında ise yükselmektedir.
Moroni vd., 2022	Yapısal eşitlik Modellemesi	Brezilya / 110 üretim firması çalışanı	Eko-inovasyon tersine lojistik faaliyetlerinde yer aldığı yeniden üretimi olumlu yönde etkilerken yeniden üretim iş performansını etkilememektedir.
Huang vd., 2012	Yapısal eşitlik Modellemesi	Tayvan / 349 firma	Kaynak taahhüdü tersine lojistiğin ekonomik ve çevresel performansını pozitif etkilemektedir.
Ippolitova vd., 2024	Regresyon	132 ülke	Lojistik kalite ve altyapının inovasyonla desteklenmesi sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile yoğun ilişkiye sahiptir. Çevresel bozulmayı azaltmak için lojistik sektörünün

inovasyonla entegre çalışması faydalı olacaktır.

Kalpande ve Toke, 2021	Anket Değerlendirmesi	Hindistan / 196 işletme	Yeşil tedarik zinciri performansını artırıcı etkenler olarak daha çok enerji ve atık kontrolü ele alınırken zarar veren konular olarak yeni yatırımlar ve yeniliklerin maliyetli olmasıdır. Yeni teknolojilerin ve terine lojistiğin benimsenmesin de yaşanan problemler ise önündeki engellerin en önemlilerindendir.
Das, 2023	Yapısal eşitlik Modellemesi	Hindistan	Düşük karbonlu ürün tasarımı firmaların performansını artırmaktadır. Çevre stratejileri düşük karbonlu ürün tasarımı ile firmaların rekabet gücü arasında aracılık rolüne sahiptir.
Soosay ve Chapman, 2006	Vaka Analizi	Singapur ve Avustralya / 10 işletme	Ülkeler lojistik firmalarının sürekli olarak inovasyonu destekleyerek sürdürülebilir rekabet sağlayabilmesi için performans ölçümüne önem vermesi gerekmektedir.
Xin, 2010			Düşük karbonlu ekonomiler için tersine lojistik performansların artırılmasında inovasyon önemli bir yere sahiptir.
Naghi Beiranvand vd., 2023	Yapısal eşitlik Modellemesi	İran / 423 yönetici	Petrol ve gaz endüstrisinde sürdürülebilir ürün-hizmet tedarik zinciri performans kriterleri belirlenmiştir. Bu kriterler arasında lojistik performans ve inovasyonda yer almaktadır. Sürdürülebilir tedarik zinciri performansını artırmak için bu kriterlere de dikkat çekmek gerekir.
Adiguzel vd., 2024a	Yapısal eşitlik Modellemesi	544 katılımcı	Örgütsel öğrenme ve pazar odaklılık lojistik performans ve inovasyon performansını pozitif etkilemektedir.
Lee ve Song, 2015	Regresyon	Kore / 63 işletme	Yüksek nakliye bilgisi organizasyonel inovasyon ve lojistik değer üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.
Zhou vd., 2023	PROCESS Regresyon	Çin / 235 3PL işletmesi	Lojistik dijitalleşme müşteri iş birliğini artırarak 3PL şirketlerinin finansal ve hizmet performansını artırmaktadır.
Adiguzel vd., 2024b	Yapısal eşitlik Modellemesi	İstanbul / 504 - 3PL işletme üst seviye yöneticileri	Küresel yetenekler, rekabet yoğunluğu, pazarlama ve satış kabiliyetleri lojistik işletmelerinin performansını pozitif etkilemektedir.

2.4.1. Lojistik Performans, Çevre Kirliliği ve Yeşil İnovasyona İlişkin Bibliyometrik Analiz

Lojistik performans işletmeler açısından lojistik faaliyetlerinin etkinliği, verimliliği, esnekliği, çevikliği gibi faktörler açısından incelerken ülkeler için ise gümrükleme sürecinin

etkinliği, ticaret ve ulaştırma ile ilgili altyapının kalitesi, rekabetçi fiyatlı uluslararası gönderileri düzenlemenin kolaylığı, lojistiğin yeterliliği ve kalitesi, gönderileri takip etme ve izleme yeteneği gönderilerin planlanan veya beklenen teslimat süresi içerisinde alıcıya ulaşma sıklığı faktörleri açısından incelemektedir. Hem işletme hem de ülkelerin lojistik performansından kaynaklanan yüksek miktarda çevre kirliliği söz konusudur. Bu kirliliği azaltmak için birçok önlem alınmıştır. Bu önlemler arasında yeşil inovasyon yoğun lojistik performansı artırmak önemli bir alandır. Bu kapsamda bu çalışma da mevcut literatür bilgi yapısını ve araştırma alanlarının gelişimini ortaya çıkarmak için yazılı belgeleri inceleyen ve nicel yöntemlere dayanan bibliyometrik analiz ile incelenecektir(Rejeb vd., 2020). Bibliyometrik analizin ilk aşaması araştırma sorularını içeren çalışma tasarımının oluşturulmasıdır. Bu çalışma 5 araştırma sorusu kapsamında yürütülecektir.

- Çevre kirliliği, lojistik performans ve yeşil inovasyon ilişkisini inceleyen araştırmalar başlangıcından bu yana nasıl bir evrim geçirdi?
- Çevre kirliliği, lojistik performans ve yeşil inovasyon ilişkisini inceleyen araştırmalarda hangi dergiler, yazarlar, kurumlar ve ülkeler öncülük ediyor veya etkilidir?
- Çevre kirliliği, lojistik performans ve yeşil inovasyon ilişkisini inceleyen araştırmalarda anahtar kelime sıklığı ve temalar nelerdir?
- Çevre kirliliği, lojistik performans ve yeşil inovasyon ilişkisini inceleyen araştırmalarda temalar nasıl değişiklik göstermiştir?
- Çevre kirliliği, lojistik performans ve yeşil inovasyon ilişkisini inceleyen araştırmaların gelecekteki yönü nedir?

2.4.1.1. Araştırma Metodolojisi

Bibliyometrik analiz daha önce yapılmış çalışmaların kapsamlı bir şekilde araştırılmasını kapsamaktadır. Analiz kapsamında en etkili araştırmacılar, onların bağlılıkları, anahtar kelimelerin sıklıklarını, çalışmaların birbirleri ile ilişkilerini, en çok atıf alan çalışma, araştırmacı, dergi, kurum ve ülkeleri ve bunların ilişkileri belirlenmeye çalışılmaktadır. Aynı zamanda şeffaf, sistematik ve köklü bir meta-analitik araştırma biçimidir (Wahyuni vd., 2019).

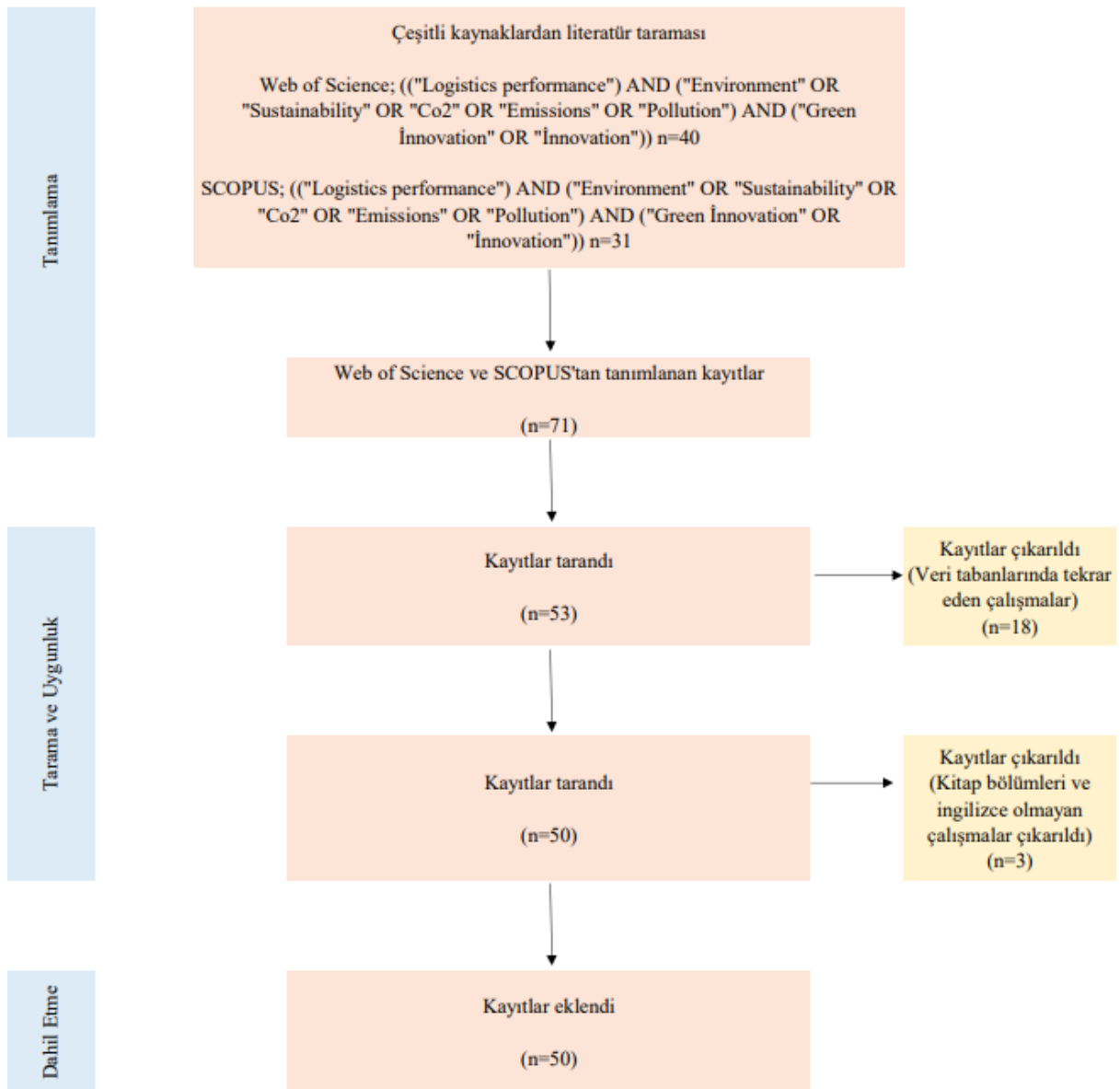
Bibliyometrik analiz 5 aşamadan oluşur; çalışma tasarımı, veri toplama, veri analizi, veri görselleştirme ve yorumlama(Zupic ve Čater, 2015). Çalışma tasarımında araştırma soruları tanımlanır. Araştırma soruları bir konu veya alanın bilgi tabanını, kavramsal yapısını ve sosyal ağ yapısını oluşturmaya yönelik olmalıdır. Bunun için statik bir zaman aralığı seçilmelidir. Veri toplamada eri tabanları seçilerek araştırılmak istenen konuların filtreleri

belirlenir ve buna göre veriler elde edilir. Sonrasında bibliyometrik analiz yapmaya göre tasarlanmış yazılım araçları kullanılarak veriler analiz edilir. Yazılım araçları sayısı birden fazla ve birbirinde farklı özellikler taşısa da genel olarak birbirine benzer sonuçlar vermektedir. Analizler gerçekleştirildikten sonra elde edilen bulgular görselleştirilir, Son aşamada ise elde edilen bulgular yorumlanır(Aria ve Cuccurullo, 2017).

Çalışma kapsamında çalışma tasarımı önceki bölümde verilmiştir. Veri toplama için Web of Science ve SCOPUS veri tabanları kullanılmıştır. Filtreleme işlemleri için literatür taramasından yararlanılmıştır. Elde edilen veriler R-Programlama (Biblioshiny) kullanılarak birleştirilmiş ve tekrar eden çalışmalar çıkarılmıştır. Kitap bölümleri ve İngilizce olmayan çalışmalar program sayesinde çıkarılmıştır. Sonrasında aynı yazılım programıyla veriler analiz edilmiş ve görselleştirilmiştir. Son olarak ise elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

2.4.1.2. Veri Toplama

Çalışmada literatür taraması ve araştırma soruları daha önceki bölümlerde verilmiştir. Çalışmanın veri toplama ve sonraki analiz için kullanılacak araştırma tekniği Şekil 2.1 de verilmiştir. Veri aralığı olarak geçmişten günümüze bütün yıllar ele alınmıştır. İlk çalışma 2006 da gerçekleşirken son makale 2025 (yılın ilk çeyreği) yılında yapılmıştır. Mevcut bibliyometrik çalışmada değişkenler için veriler Web of Science ve SCOPUS veri tabanından alınmıştır. Bu veri tabanları makale, konferans, kitap ve kitap bölümlerini elde etmede iyi organize edilmiş ve sıkça kullanılan veri elde etme yerleridir.



Şekil 2.1 Makale Seçim Metodolojisi

Veriler elde edilirken lojistik performans değişkeni için doğrudan “lojistik performans” anahtar kelimesi, çevre kirliliği için “çevre”, “sürdürülebilirlik”, “CO₂”, “salınım” ve “kirlilik” anahtar kelimeleri ve yeşil inovasyon için “yeşil inovasyon” ve “inovasyon” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Web of Science veri tabanından 40 SCOPUS veri tabanından 31 olmak üzere toplam 71 çalışma elde edilmiştir. Bu çalışmaların 18 tanesi her iki veri tabanında da yer aldığı için bu çıkarılmıştır. Sonrasında 3 çalışma İngilizce olmayan veya kitap bölümü olduğu için veriler arasından çıkarılmıştır. Geriye kalan 50 çalışma analize tabi tutulmuştur.

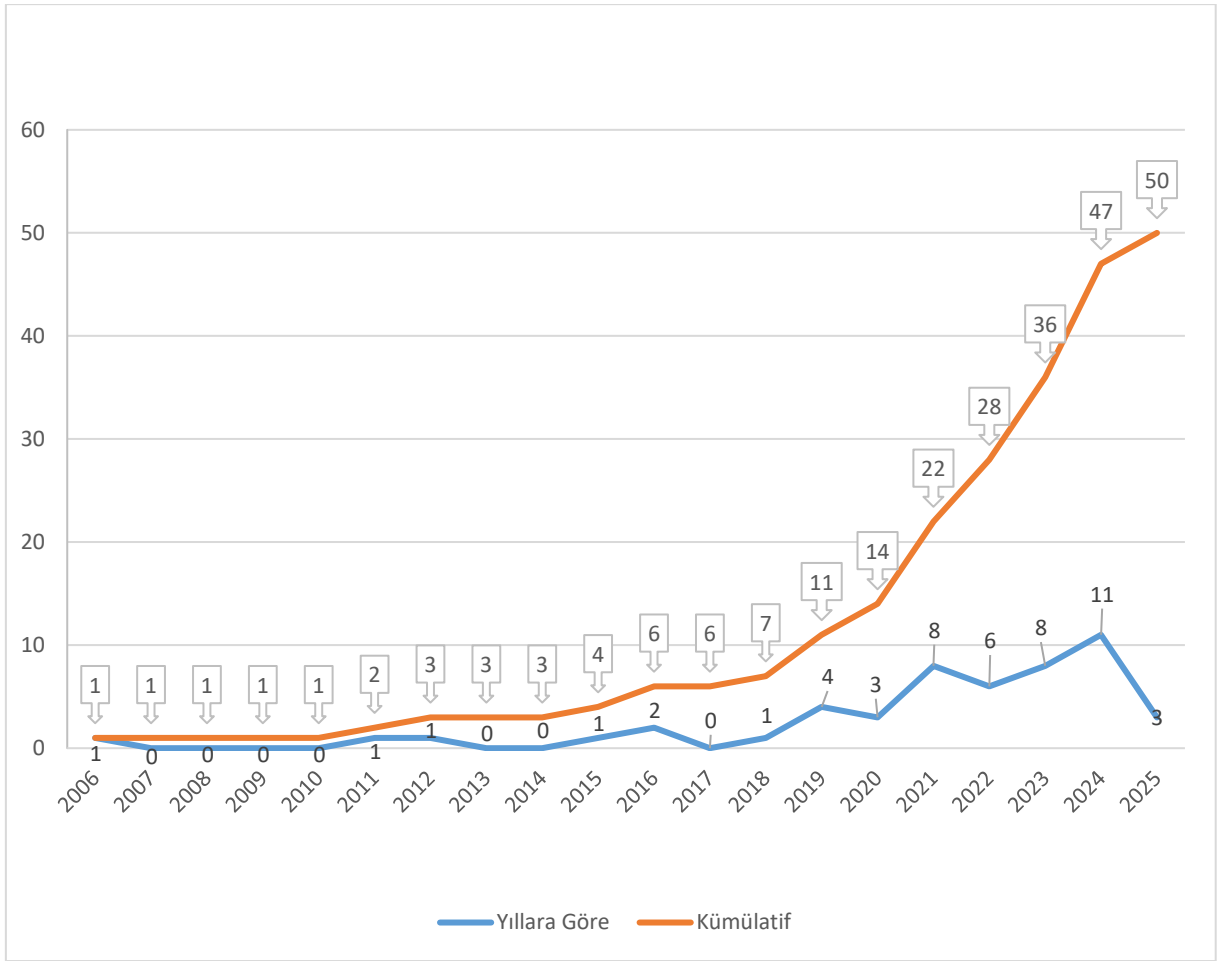
Tablo 2.3 Verilerle İlgili Genel Bilgiler

Açıklama	Bilgiler	Sonuçlar
Verilerle İlgili Temel Bilgiler	Zaman Aralığı	2006:2025
	Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar vb.)	43
	Dokümanlar	50
	Yıllık Büyüme Oranı %	5,95
	Doküman Ortalama Yaş	3,94
	Doküman Başına Ortalama Atıf Sayısı	25,46
Belge içeriği	Anahtar Kelimeler (ID)	306
	Yazarların Anahtar Kelimeleri (DE)	243
Yazarlar	Yazarlar	172
	Tek Yazarlı Belgelerin Yazarları	2
	Toplam Atıf	1273
Yazarların İş Birliği	Tek Yazarlı Dokümanlar	2
	Doküman Başına Ortak Yazarlar	3,6
	Uluslararası Ortak Yazarlıklar	34
Doküman Türleri	Makale	38
	Erken Erişim Makale	4
	Konferans Bildirisi	4
	Eleştiri	4

Çalışmaya dahil edilen verilere bakıldığında 2006-2025 (2025 yılı ilk çeyrek) yıllarında yapılmış 43 kaynaktan 50 çalışma bulunmaktadır. Doküman başına 25,46 atıf yapılırken çalışmalarda 306 anahtar kelime kullanılmıştır. Toplam 172 yazar katkı sağlamış ve 2 çalışma tek yazarlıdır. Buda çalışmaların genellikle iş birliği içerisinde yapıldığını göstermektedir. Çalışmalara yazıldığı günden itibaren toplam 1273 atıf yapılmıştır. Uluslararası iş birliği yapan yazar sayıları ise 34 olarak belirlenmiştir. Toplam 50 çalışmanın 42'si makale iken 4'er tane de konferans bildirisi ve eleştiri bulunmaktadır.

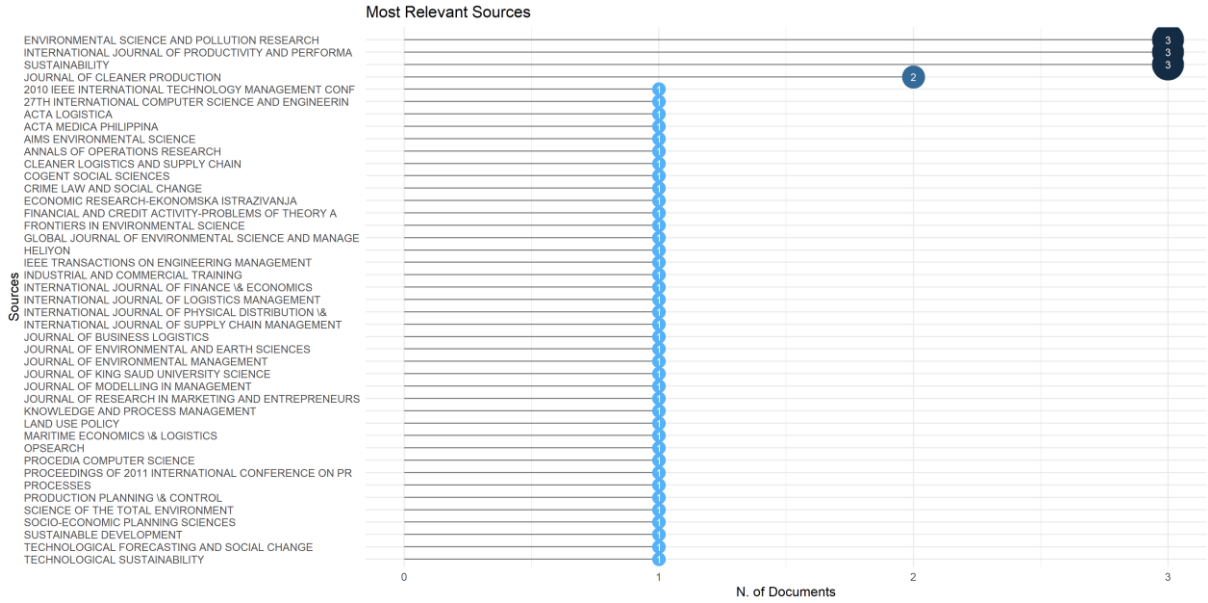
2.4.1.3. Tanımlayıcı İstatistikler

Yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle son on yılda ciddi bir artış olduğu görülebilir. Buda son yıllarda bu alana duyulan ilginin giderek arttığını gösteren en önemli göstergedir. Çevre kirliliğini etkilemede lojistik performans ve yeşil inovasyonun oynadığı rolün daha sık araştırmalara konu olmaya başlaması bu ilişkide oynanan rolün altını çizmektedir.



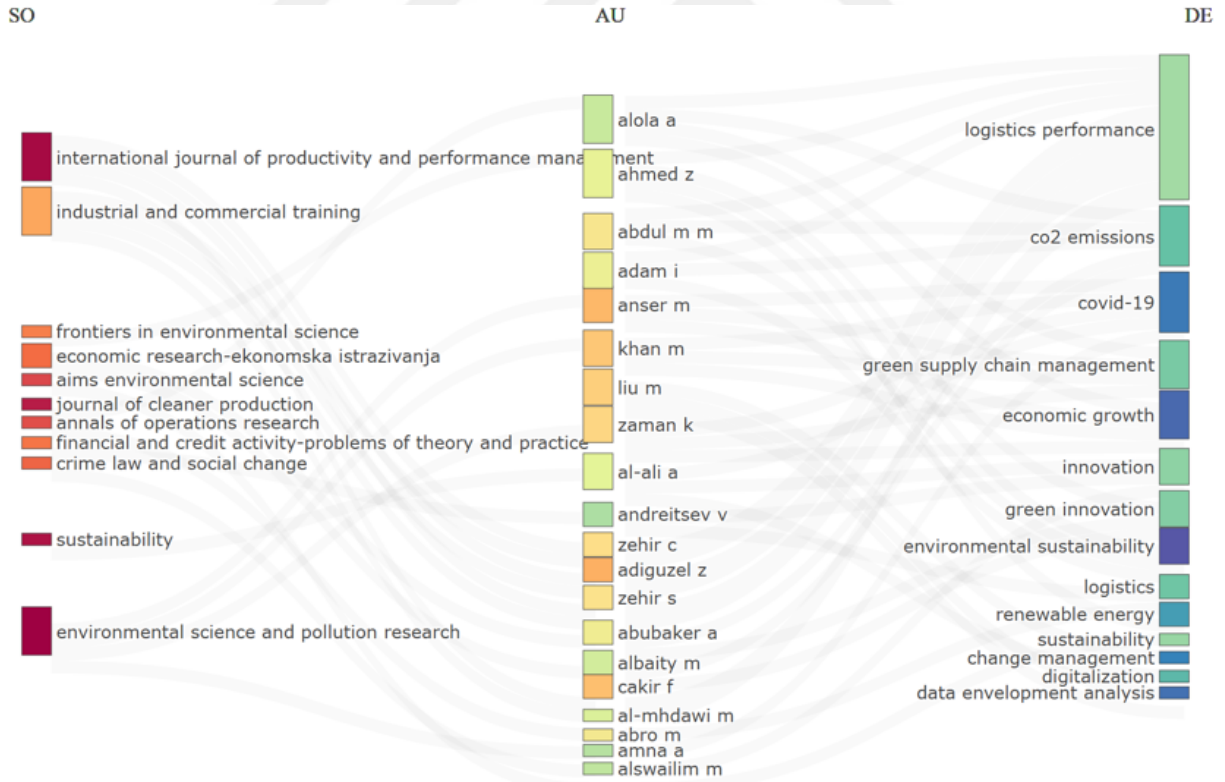
Grafik 2.1 Yıllara göre makale sayıları ve artış eğilimi

İlk olarak 2006 yılında başlayan çalışmalar 2011 yılına kadar duraklama evresine girse de 2025 yılına kadar devam etmiştir. En fazla çalışma geçtiğimiz yıl gerçekleşmiş olsa da bu alanın yeterince araştırılmamış olduğu görülmektedir. Özellikle Pandemi krizi ve sonrasında yoğunlaşan çalışmalar krizin etkilerinin olduğunu da gösterebilir. 2025 yılında düşüş var gibi görülebilir fakat burada verilerin elde edildiği yıl olması ve ilk çeyreğinin ele alınması önemli bir etkidir.



Şekil 2.2 En Fazla Yayın Yapılan Dergiler

Çalışmaların yayınlandığı dergiler incelendiğinde en fazla yayın yapılan 3 dergi bulunmaktadır. Fakat bu sayının 3 gibi küçük bir sayı olması belirli bir derginin burada egemen olmadığını gösterir niteliktedir.



Not: SO: Source (Yayın yeri), AU: Authors (Yazarlar), DE: Yazar Anahtar Kelimeleri

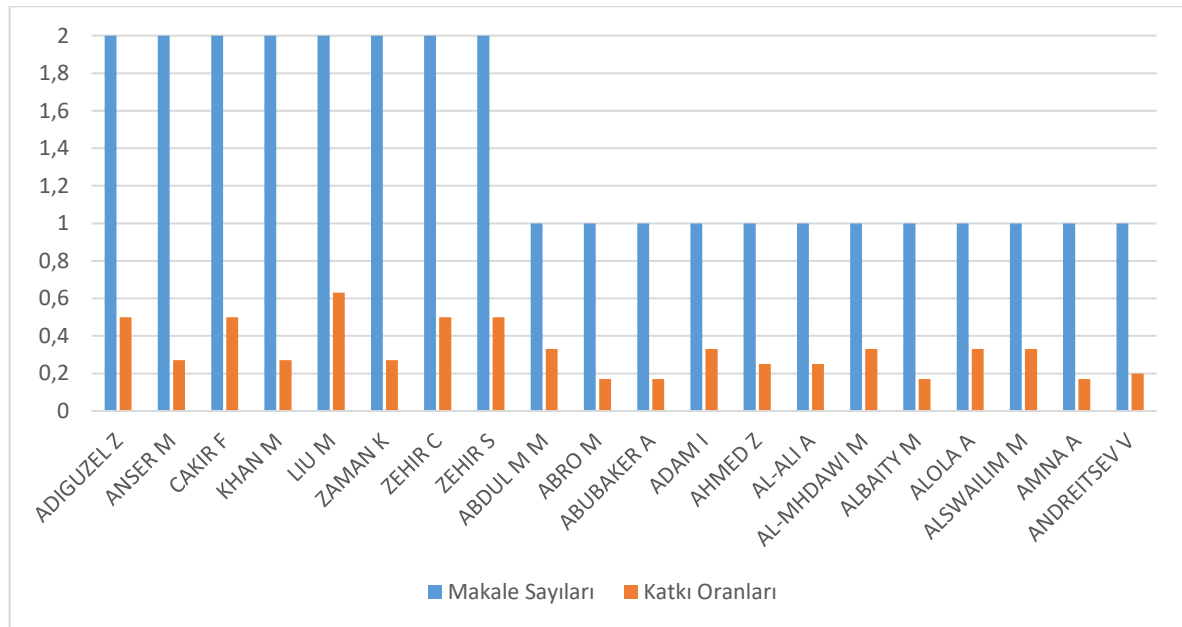
Şekil 2.3 Kaynak, Yayın ve Anahtar Kelimeler Arası Ağı Gösteren Üç Alan Grafiği

Kurumlararası ağı gösteren Üç Alan Grafiği incelendiğinde anahtar kelimeleri lojistik performans olan yazarların en fazla yayın yapılan 3 dergide ön plana çıktığı görülmektedir.

Daha sonra aynı dergi ve yazarların en fazla vurgu yaptığı anahtar kelimelerin karbon emisyonu, Covid-19, yeşil tedarik zinciri yönetimi, ekonomik büyüme, inovasyon, yeşil inovasyon ve çevresel sürdürülebilirlik olduğu görülmüştür.

2.4.1.4. Etkili Yazarlar, Kurumlar ve Ülkelerin İstatistikleri

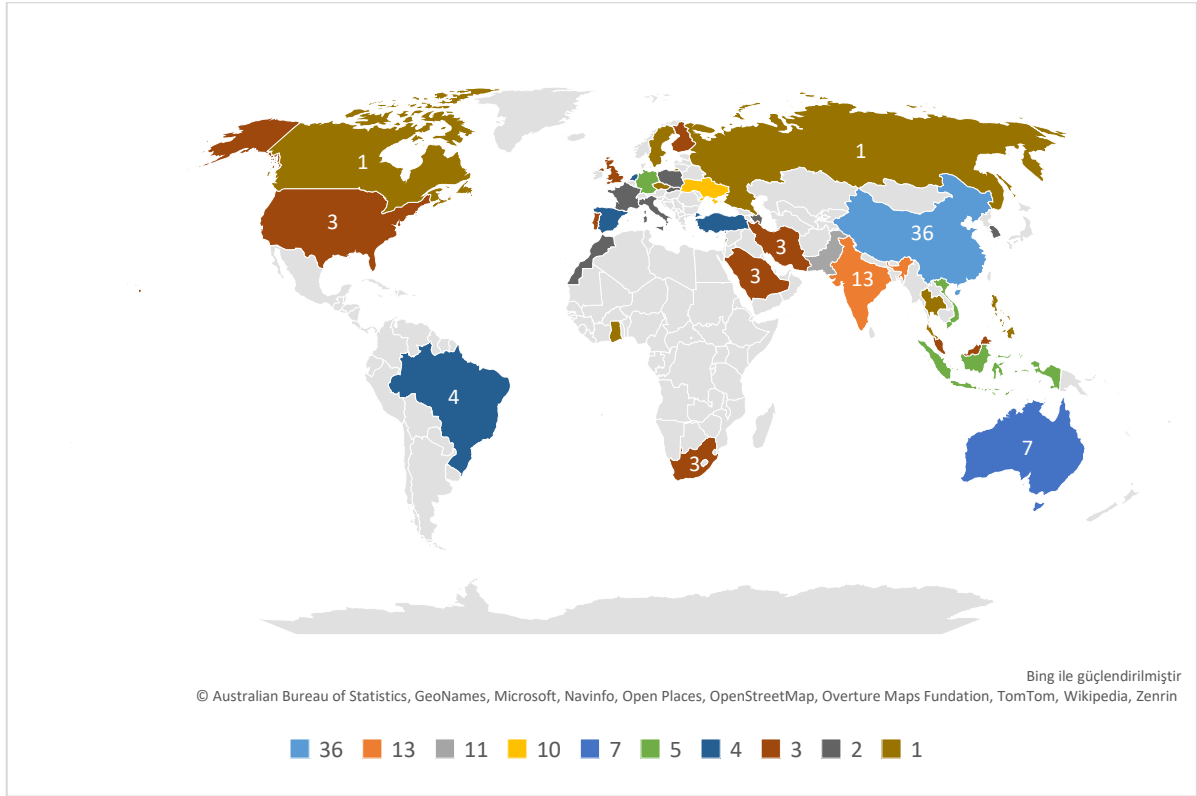
Bibliyometrik analizde elde edilen bulgular arasında etkili yazarlar, kurumlar ve ülkeler de yer almaktadır. Etkili yazarlar belirlenirken çalışma sayılarına bakıldığı gibi atıf sayıları da değerlendirilmektedir. Kurumlar genellikle makalede yazar olarak yer alan ve adres olarak kurumu belirten kişilerin değerlendirildiği istatistiklerdir. Ülkeler ise yazarların yine çalışmalarda belirttiği ülkeleri gösterir. Burada yazarlar genellikle yerleşik olarak bulunduğu ve çalıştığı ülkeyi göstermektedir.



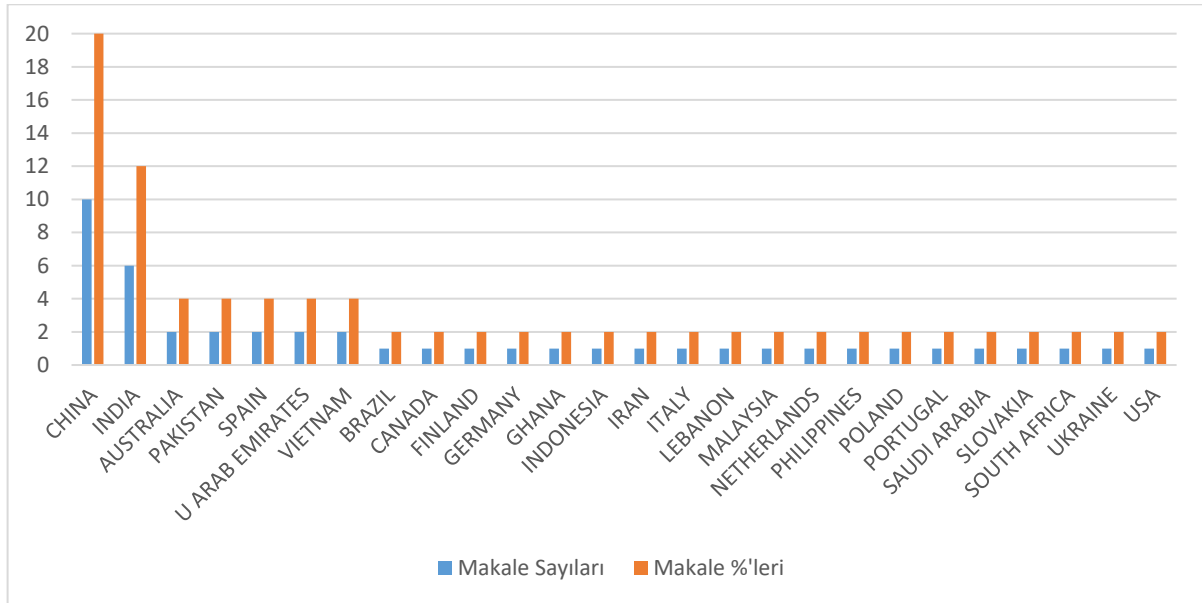
Grafik 2.2 En Fazla Katkıda Bulunan 20 Yazar ve İstatistikleri

En fazla yayın sayısının olan 2 çalışmaya sahip 6 yazar bulunmaktadır. Fakat Liu M. alana en fazla katkıyı sağlayan yazar olarak görülmektedir.

Şekil 2 4 Yazarlara Göre Yayın Yapan Ülkeler ve Sıklıkları

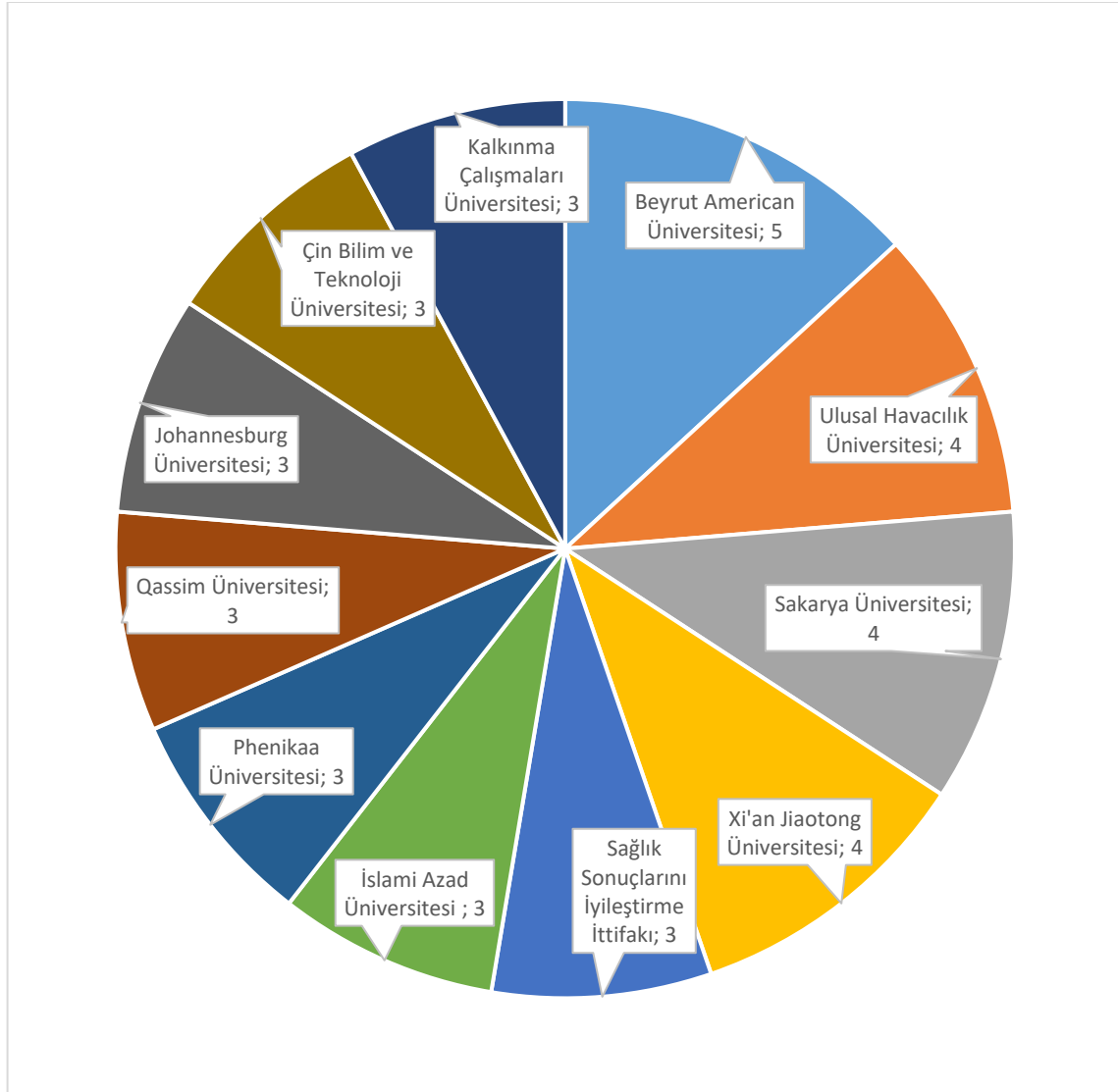


Yayın yapan yazarların ülkelerinin sıklık sıralamasına bakıldığında en fazla yayını 36 çalışma ile Çin gerçekleştirmiştir. Bu ülkeyi Hindistan 13, Pakistan 11, Ukrayna 10, Avustralya 7 çalışmayla takip etmektedir. Endonezya, Almanya, Lübnan ve Vietnam 5 çalışma yaparken Türkiye, Brezilya, Hollanda ve İspanya ise 4 çalışma yapmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin net bir ayrımı da yapılamamaktadır.



Grafik 2.3 Sorumlu Yazar Olarak En Fazla Yayın Yapan İlk 20 Ülke ve Sıklıkları

Sorumlu yazarların ülkeleri incelendiğinde Çin genel ülke sıralamasında olduğu gibi açık ara başı çekmektedir. 10 yazar burada sorumlu yazar olarak yer alırken en yakın takipçisi Hindistan da bu sayı 6 olarak gerçekleşmiştir. Avustralya, Pakistan, İspanya ve Birleşik Arap Emirlikleri ülkelerinden ise 4'er sorumlu yazar yer almıştır.



Grafik 2.4 En Fazla Yayın Yapan Kurumlara Ait İstatistikler

Yapılan çalışmalar kurumlar kapsamında değerlendirildiğinde Beyrut Amerikan Üniversitesi 5 çalışmayla liderlik etmektedir. Bu üniversiteyi Ulusal Havacılık, Sakarya ve Xi'an Jiaotong Üniversiteleri 4 çalışma ile takip etmektedir. Diğer üniversiteler ise 3 ve daha az çalışmaya sahiptir. Toplamda ise çalışmalarda 119 kurum yer almıştır.

2.4.1.5. Anahtar Kelimelerin ve Atıfların İstatistikleri

Anahtar kelimelerin istatistiklerinde genellikle anahtar kelimelerin çalışmalarda tekrar etme sayıları ele alınmaktadır. Bu sıklıklar yazarlar tarafından belirtilen anahtar kelimelere göre olabileceği gibi özete göre de yapılabilmektedir. Yazarların belirlediği anahtar kelimelere göre



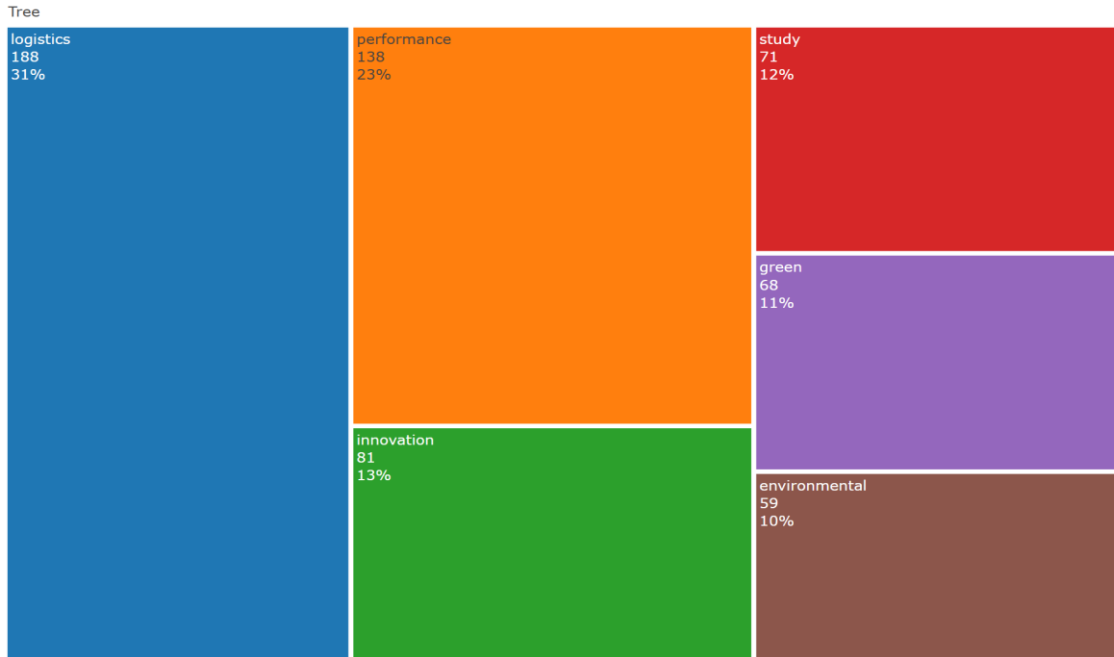
Grafik 2.5 Anahtar Kelimelere Ait Ağaç Haritası

Lojistik performans ve sürdürülebilirliğin sıklıklarının 8 olduğu ve bu durumun toplam içerisindeki paydan %17 aldığı görülmüştür. İnovasyonun anahtar kelimelerde toplam 6 kez tekrarladığı ve yeşil inovasyonun ise 5 kez tekrarladığı tespit edilmiştir. Anahtar kelimelerde çalışmanın kapsamı dışında kalarak en fazla tekrarlayan kelime grubunun ise dijitalleşme olduğu görülmektedir.



Şekil 2.6 Özete Ait Tekli Kelime Bulutu

Özete ait kelime sıklıkları incelendiğinde öncelikle tekli filtre kullanılmıştır. Burada lojistiğin merkezi noktada yer aldığı net bir şekilde tespit edilebilmektedir. Lojistiği daha sonra performans ve inovasyon takip etmektedir. Sonrasında çevresel, yeşil ve ekonomik kelimeleri ön plana çıkmaktadır.



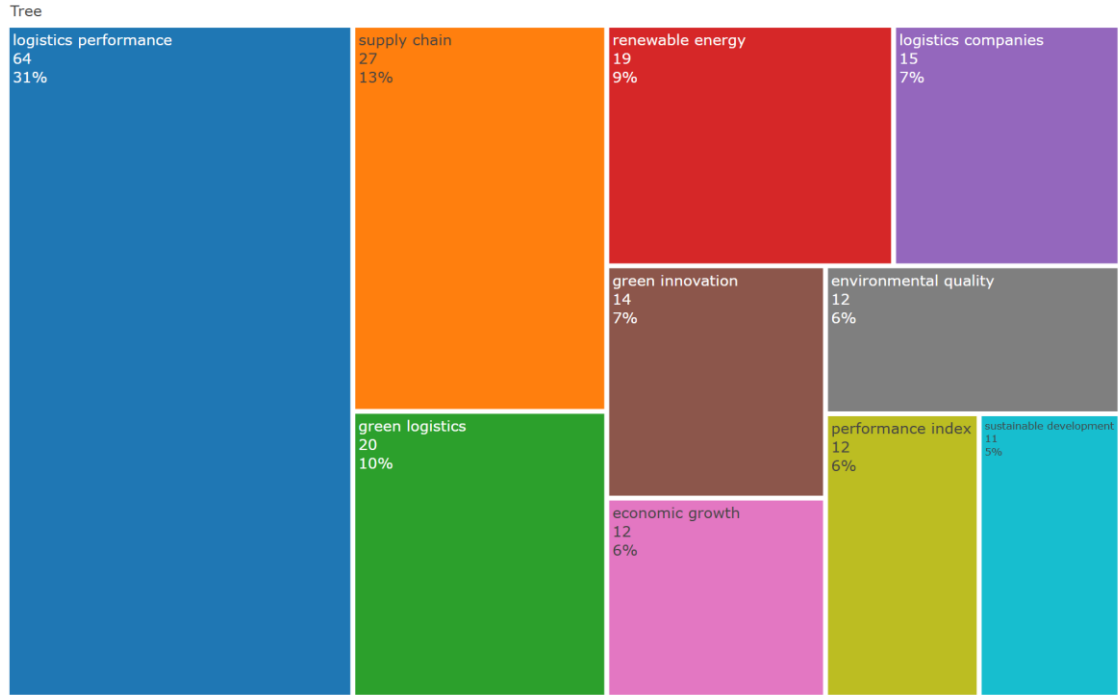
Grafik 2.6 Özete Ait Tekli Ağaç Haritası

Özette lojistiğin sıklık miktarı 188 olarak ölçülmüş ve bu durum toplam %31'ine denk gelmektedir. Lojistiği izleyen performansta ise sayı 138'dir. Çalışmaya konu olan diğer değişkenlere ilişkin kelimelerde inovasyon 81, yeşil 68 ve çevresel 59 kelime sıklığına sahiptir.



Şekil 2.7 Özete Ait Çiftli Kelime Bulutu

İkili kelime gruplarının analiz edildiği özet durumunda ise her ne kadar Şekil ... da görünmese de yine lojistik performans ilk sırayı almaktadır. Şekilden Lojistik performans diğerlerine göre iki kattan fazla sıklığa sahip olduğu ve şekli çok bozduğu için çıkarılmıştır. Hem yazarlar tarafından belirtilen anahtar kelimelerde hem de tekli özette de ön plana çıkan lojistik performans kelime grubundan sonra ise tedarik zinciri ve yeşil lojistik yer almaktadır.



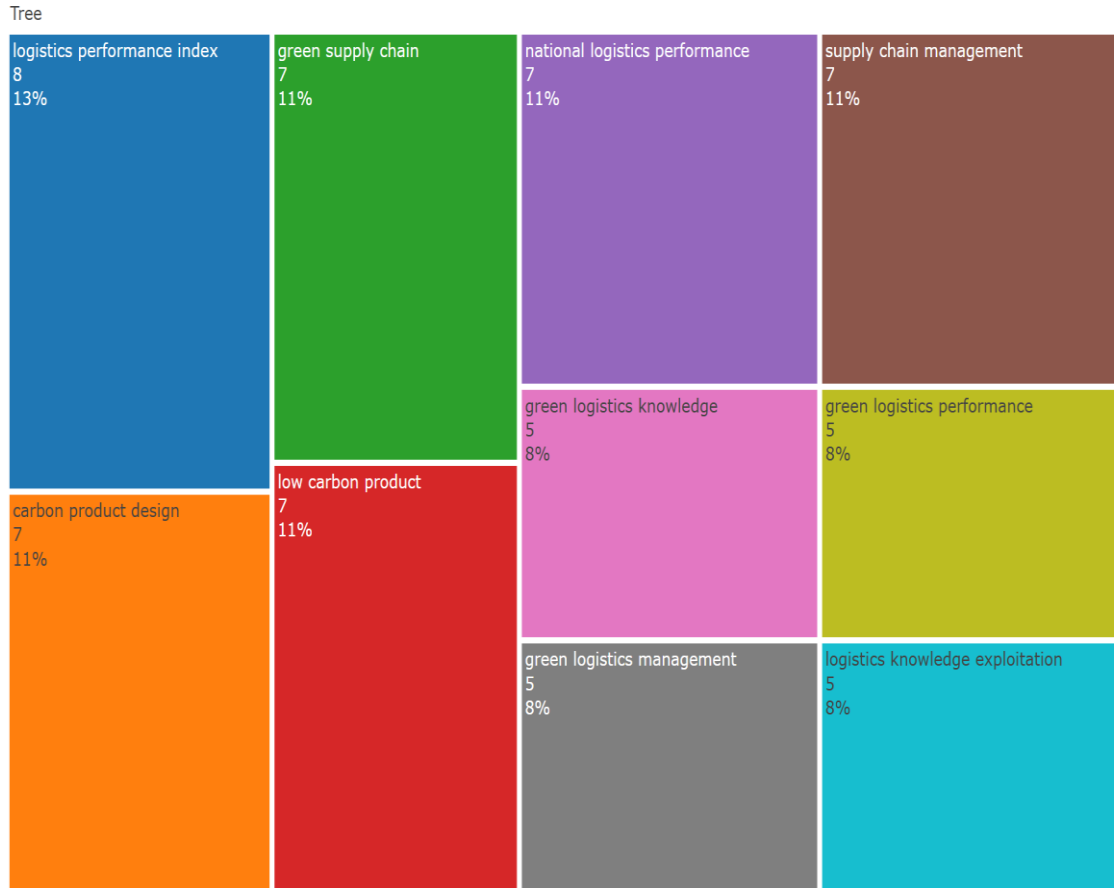
Grafik 2.7 Özete Ait Çiftli Ağaç Haritası

Lojistik performansa ait sıklık miktarına bakıldığında sayı 64 olarak gerçekleşmiş ve bu durum %31'lik bir orana sahiptir. Tedarik zinciri 27, yeşil lojistik 20 sıklığa sahip olurken bu çalışmada incelenen diğer değişkenlere ilişkin kelime grupları olan yeşil inovasyon 14 çevresel kalite 12 ve sürdürülebilir büyüme 11 sıklığa sahip olmuştur.



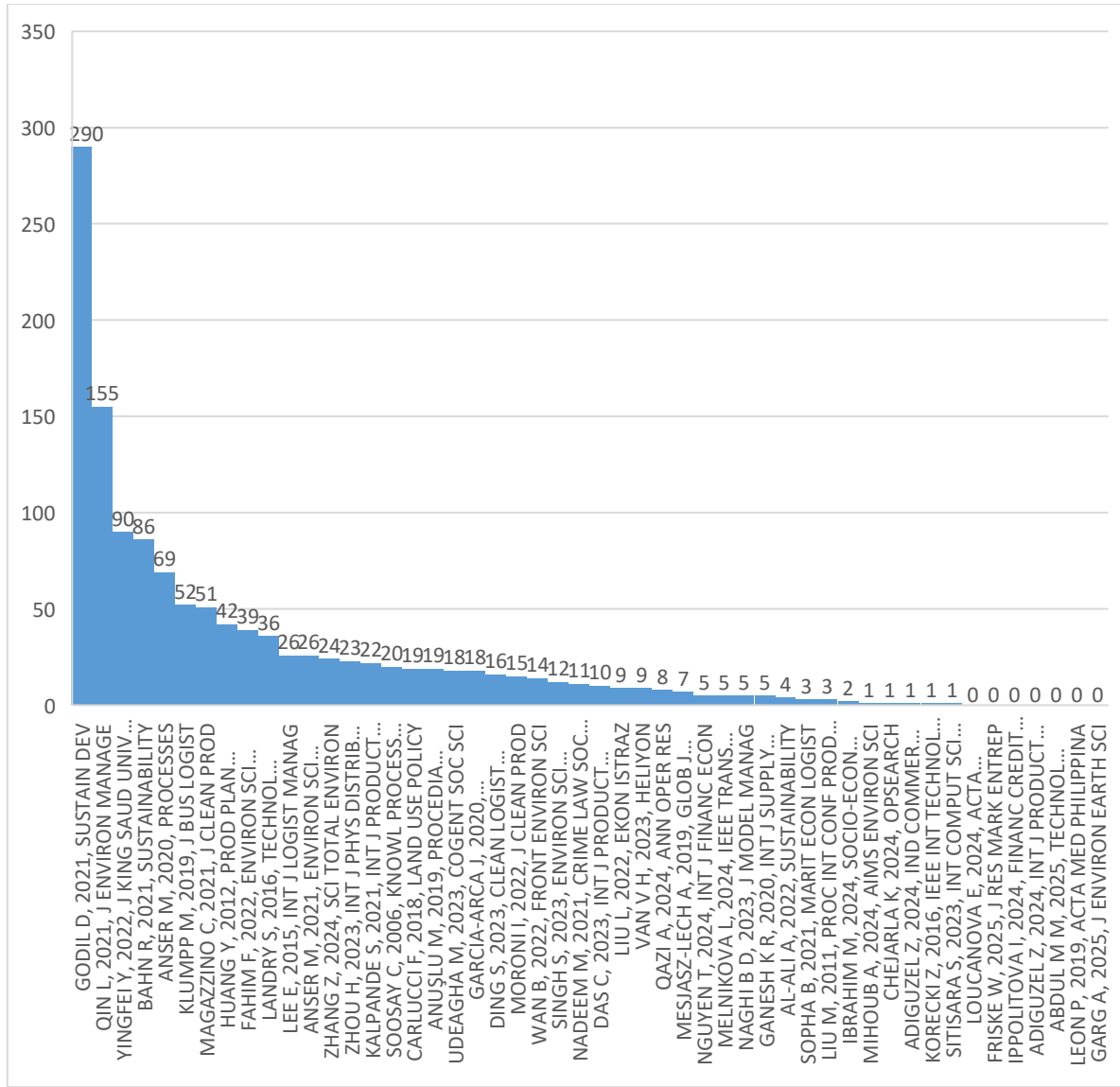
Şekil 2.8 Özete Ait Üçlü Kelime Bulutu

Özete ait üçlü kelime gruplarının sıklıklarının incelendiği son grupta ise lojistik performans endeksi en fazla sıklığa sahip ve merkezi konumda yer almıştır. Bu kelime grubunu karbon üretim dizaynı, yeşil tedarik zinciri, düşük karbon üretimi, tedarik zinciri yönetimi ve ulusal lojistik performans kelime grupları takip etmektedir.



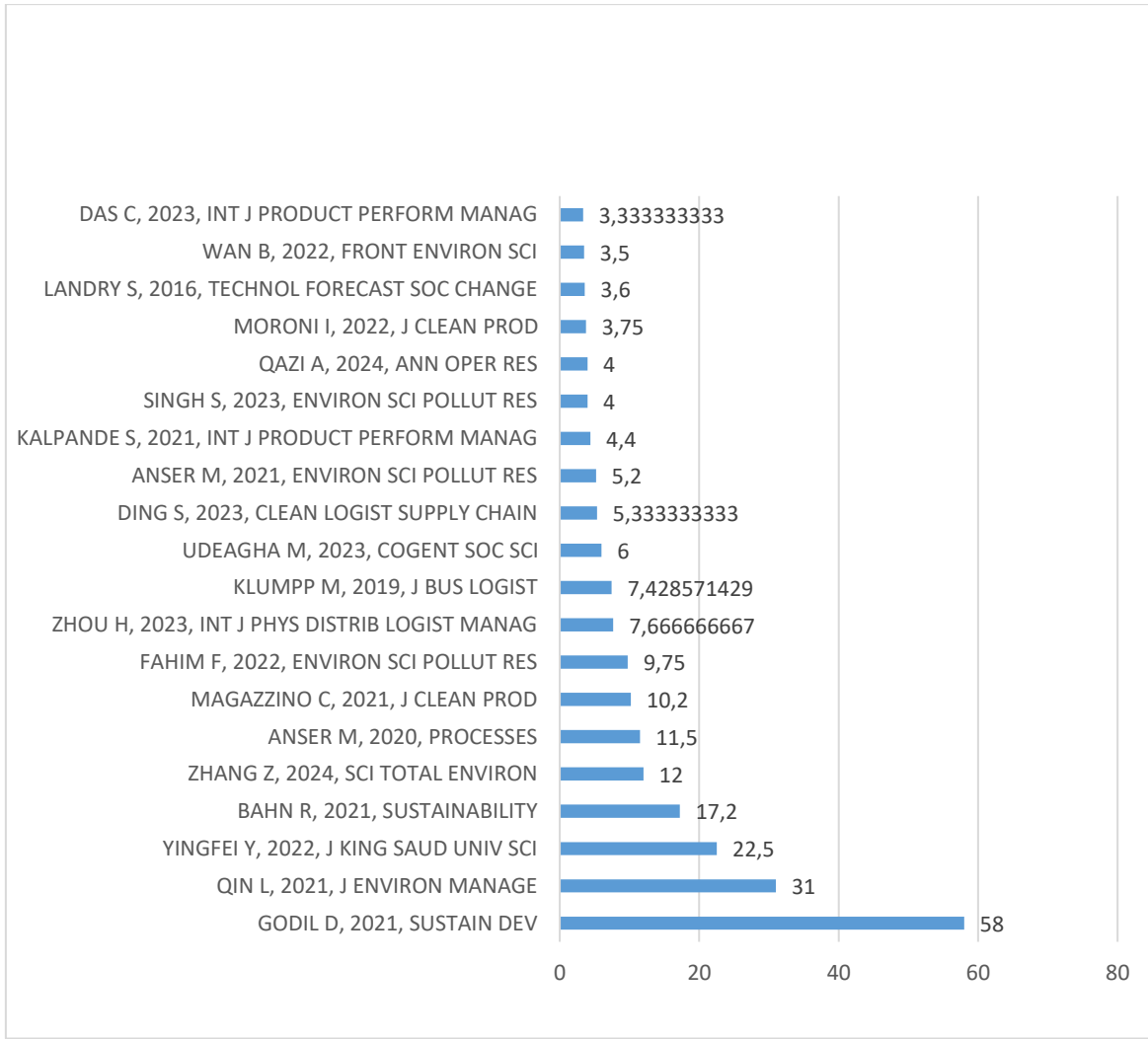
Grafik 2.8 Özete Ait Üçlü Ağaç Haritası

Lojistik performans endeksi 8 sıklığa sahipken karbon üretim dizaynı, yeşil tedarik zinciri, tedarik zinciri yönetimi, düşük karbon üretimi ve ulusal lojistik performansı 7 sıklıkla takip etmektedir. Yeşil lojistik bilgisi, yönetimi, performansı ve lojistik bilgi istismarı ise 5 sıklığa sahip diğer kelime gruplarıdır.



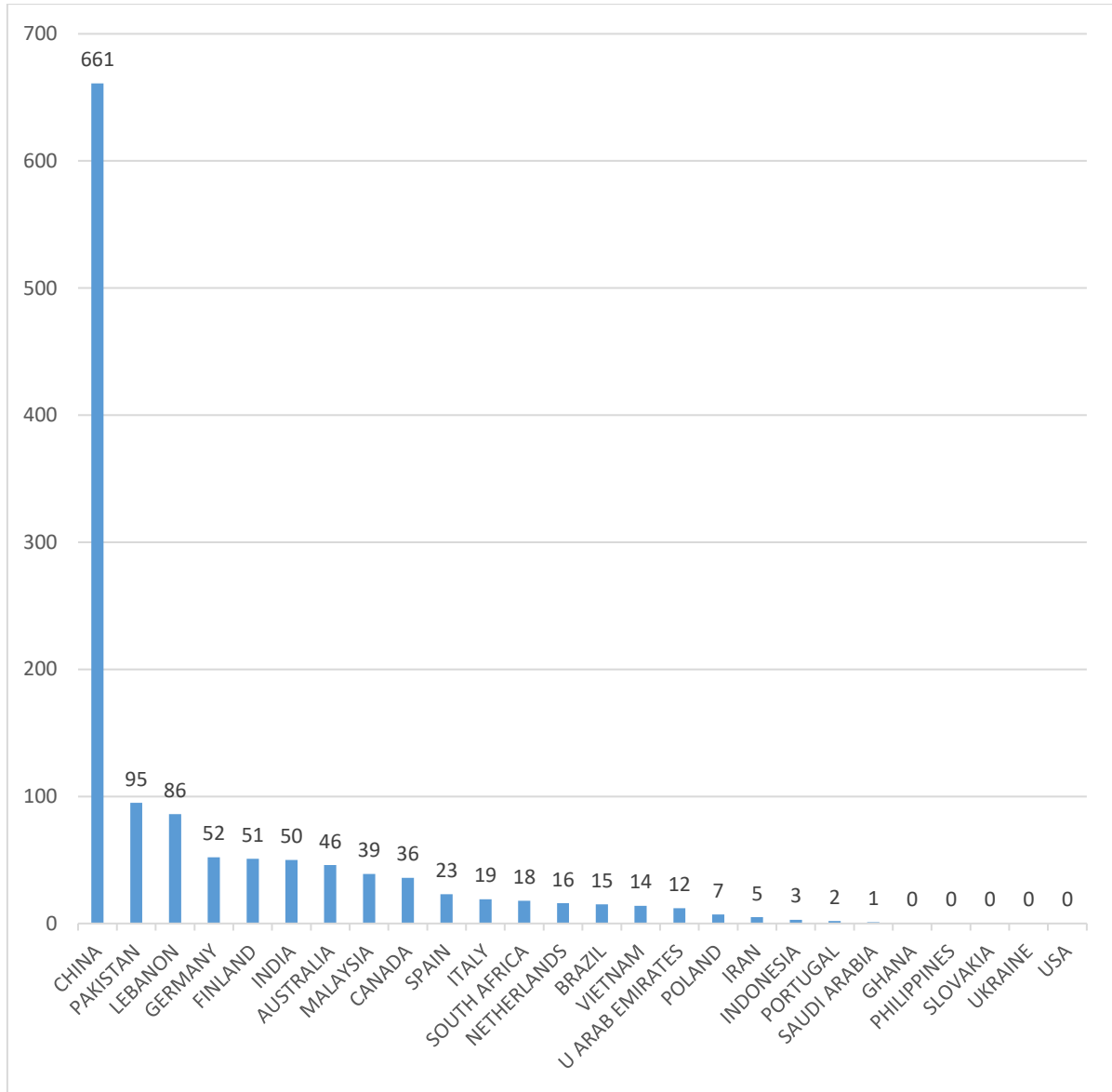
Grafik 2.9 En Fazla Atıf Alan Çalışmalar

Yayınlandığı tarihten itibaren atıf almaya başlayan çalışmalardan en fazla atıf genellikle 2021 yılında üretilen makalelere yapılmıştır. 2021 yılı ve sonrasında yapılan çalışmaların artması bu durumu destekleyici olarak gösterilebilir. En fazla atıf alan diğer çalışmalara bakıldığında yine 2021 yılı sonrası daha fazla dikkat çekmektedir.



Grafik 2.10 Atıf Yapılabilir Yıllara Göre En Fazla Atıf Alan 20 Çalışma (Ortalama)

Toplam atıf sayısının atıf yapılabilir yıllara bölünmesiyle elde edilen atıf yapılabilir yıllara göre ortalama atıf sayısında da 2021 yılı çalışmaları başı çekmektedir. 290 atıfla en fazla atıf alan çalışma yıllara göre ortalamada da 58 atıfla en fazla atıf ortalamasına sahip çalışma olmuştur. Bu çalışmayı toplam atıf sayısında 155 atıfla takip eden ve 2021 yılında yazılmış ikinci çalışma 31 ortalama atıfla takip etmektedir. En fazla ortalama atıf sayısına sahip diğer çalışmalar da 2021 yılı sonrası çalışmalara aittir. Özellikle 2025 yılında yazılmış çalışmaların burada yer almamasının sebebinin yeni yazılmış olması ve henüz üzerinden atıf yılı geçmemiş olması gösterilebilir.



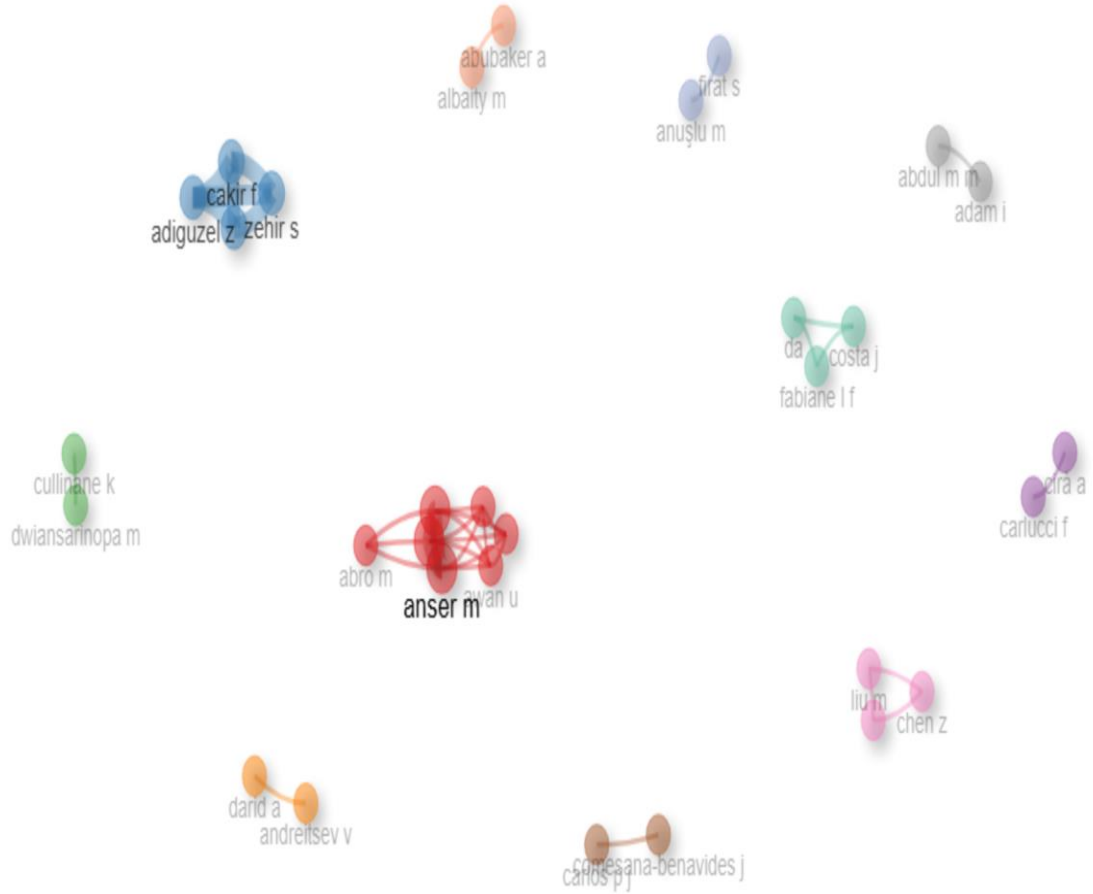
Grafik 2.11 En Fazla Atıf Alan Ülkeler

En fazla atıf alan çalışmaların yazarlarının ülkelerine göre sıralandığı en fazla atıf alan ülkeler sıralamasında Çin 661 atıfla açık ara öndedir. En yakın ülkeye neredeyse 6 kat fark atan Çin bu konuda en yetkin ülke olarak görülmektedir. Aynı zamanda en fazla yayın sayısına sahip olması da burada avantajdır. Çini 95 atıfla Pakistan, 86 atıfla Lübnan ve 52 atıfla Almanya takip etmektedir. Ülkemize ilişkin veriler de ise herhangi bir atıf görülmemiştir.

2.4.1.6. Bilimsel Ağ Performans Analizi ve Tematik Haritalar

Bilimsel ağ performans analizi ortak yazarlara ve çalışmaların anahtar kelimelerine ilişkin ağlar oluşturmaya yardımcı olur. Burada ortak çalışan yazarların ağları ve bu yazarların ülkeleri ve kurumlarına ilişkin ağlar ortaya konmaktadır. Tematik haritalar ise çalışmaların anahtar kelimelerine ilişkin ağlar oluşturmaya yardımcı olur Burada yazarların belirttikleri

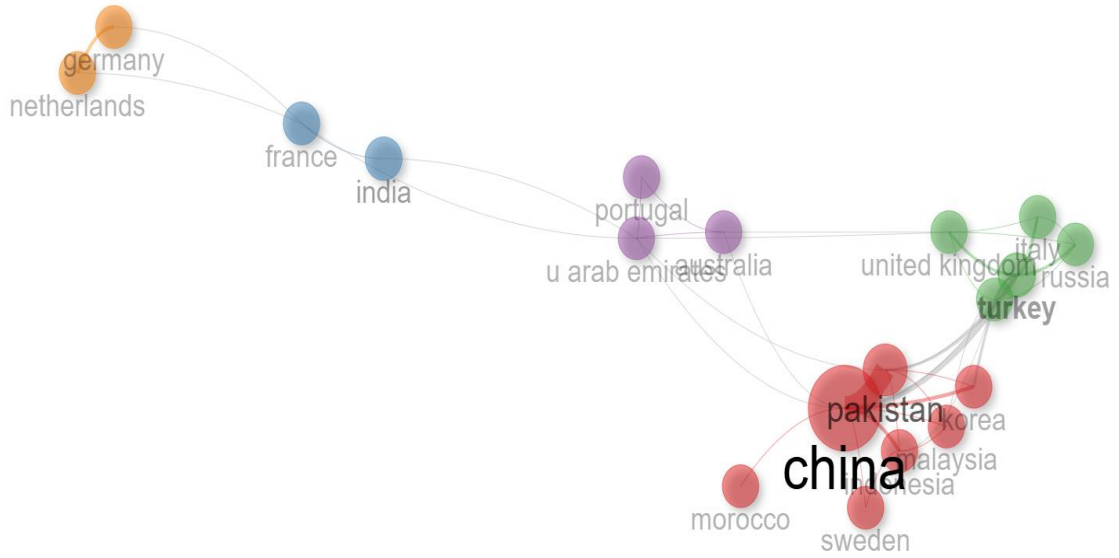
anahtar kelimeler, özete ilişkin tekli, ikili ve üçlü anahtar kelime gruplarına özgü bilimsel ağlar oluşturulmuştur.



Şekil 2.9 Ortak Yazarlara İlişkin Bilimsel Ağlar

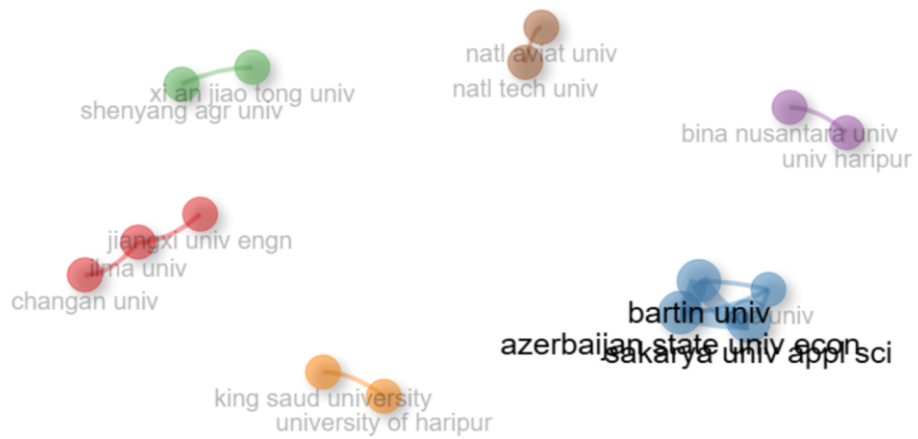
Ortak yazarlara ilişkin bilimsel ağlar yazarların çok fazla beraber çalışmadığını ve yazar gruplarının birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Buda sonuç olarak burada baskın bir yazar grubunun olmadığını gösterir. Merkezilik noktasında değerlendirildiğinde ise merkezde yer alan yazarların daha yoğun ilişki içerisinde olduğu görülmektedir.

Şekil 2.10. Ortak Yazar Bağlamında Ükelere ilişkin Bilimsel Ağlar



Şekil 2 10 Ortak Yazar Bağlamında Ükelere ilişkin Bilimsel Ağlar

Ortak yazarlar bağlamında ülkelerin performans bilimsel ağ analizinde Çin merkezi konumda yer almaktadır. Çin ve Pakistan'ın daha fazla ortaklık kurduğu görülebilir. Bilimsel ağlar aynı zamanda kümeleme analizini de dikkate almaktadır. Buna göre Çin, Pakistan, Kore, Malezya, Morokko, Endonezya ve İsveç merkez kümeyi oluşturmaktadır. Merkez kümeyle en fazla ortaklık yapan kümede ülkemizde yer almaktadır. Bu kümedeki diğer ülkelerin ise Birleşik Krallık, Rusya ve İtalya olduğu söylenebilir.

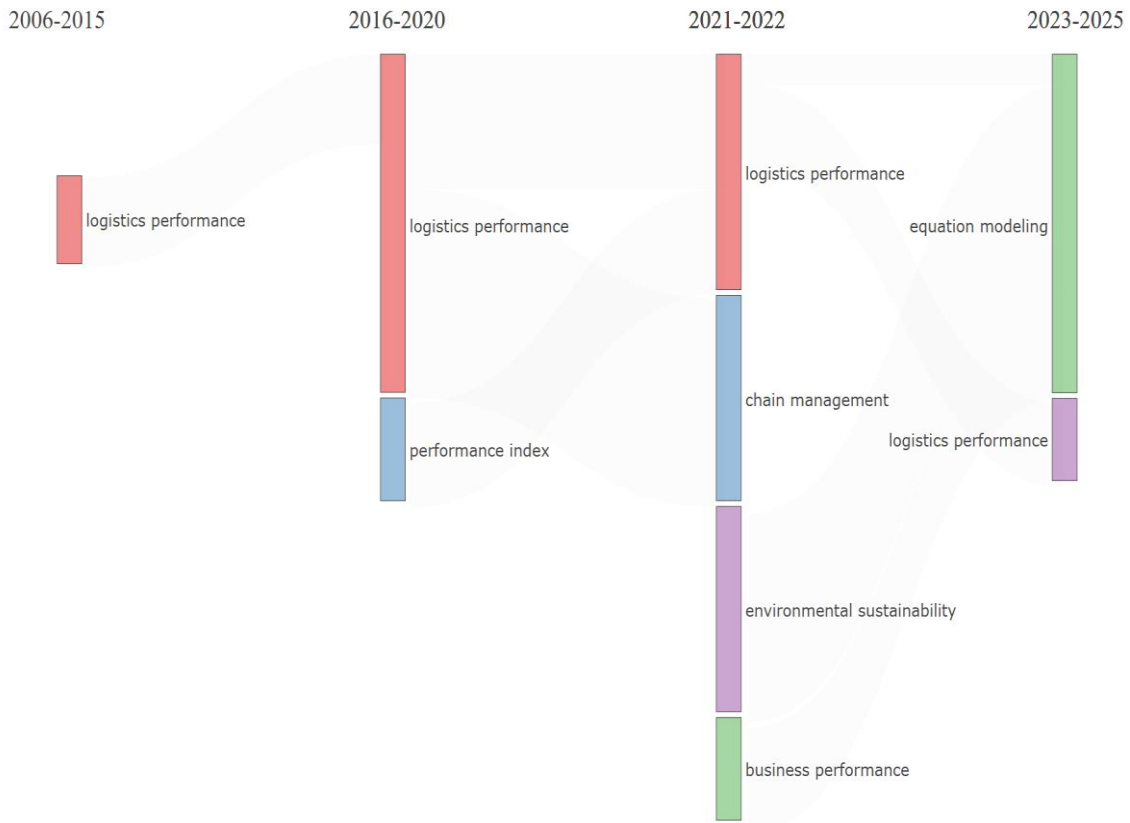


Şekil 2.11 Ortak Yazar Bağlamında Kurumlara İlişkin Bilimsel Ağlar

Üçlü kelime gruplarının özet kapsamında incelendiği tematik harita da merkezi konumda çalışmalarda yapılan analizlerin yer aldığı görülmektedir. Diğer kümelerde lojistik performans endeks, yeşil tedarik zinciri, yeşil lojistik performans yer almaktadır.

2.4.1.7. Tematik Evrim Analizi

Tematik evrim önceki çalışmalarda kullanılan anahtar sözcüklerin yıllara göre değişimini incelemektedir. Burada belirlenen anahtar kelime kalıplarının gelecekteki çalışmalara hangi alana doğru bir yönelim olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Bu kapsamda analiz 4 periyoda ayrılmıştır. Bu periyotlar seçilirken öncelikle ilk çalışmaların yer aldığı 2006 ve 2015 dönemi seçilmiştir. Seçim sebebi ilk yıllarda çalışmaların az olması ve başlangıçta nasıl gerçekleştiği ile ilgilidir. İkinci olarak 2016-2020 yılları seçilmiştir. Buda en yoğun çalışma yapılan yıl olan 2021 yılından önce ve anahtar kelimelerin nasıl evrimleştiğini göstermek içindir. Sonrasında ise her iki yıl bir periyot olacak şekilde sıralanmıştır.



Şekil 2.16 Yıllara Göre Tematik Evrim Analizi

Elde edilen bulgular değerlendirildikten sonra ilk yapılan çalışmalar lojistik performans üzerine yoğunlaşırken sonraki yıllarda lojistik performans endeksinin bu alandaki çalışmalara giderek baskı kurduğu görülmektedir. En yoğun çalışmanın yer aldığı 2021-2022 periyodunda

ise lojistik performans ağırlığını yine korurken tedarik zinciri yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ve işletme performansı da ön plana çıkmaktadır. Sonraki yıllarda ise araştırmalarda kullanılan analizler kapsam dışına çıkarıldığında lojistik performansa doğru bir evrim olduğu görülmektedir.

2.4.1.8. Bulguların Özeti ve Sonuçlar

Bu çalışma lojistik performans, çevre kirliliği ve yeşil inovasyon alanında daha önce yazılmış çalışmaların bibliyometrik analizinin gerçekleştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Genel olarak özetlendiğinde bu anlamda yapılan çalışmaların yeterli olmadığı ve gelecekte bu alana daha fazla önem verilmesi gerektiği sonucu çıkarılabilir. Bunun yanında özellikle son 5 yılda artan bir akademik çalışma sayısının olduğu da açıktır. Buda araştırmacıların bu alana duyduğu ilginin arttığını göstermektedir. Ayrıntılı bir analiz ilgili çalışmaları, dergileri, yazarları, kurumları, ülkeleri ve bunların arasındaki ilişkiyi belirleyerek bu alanda yapılan araştırmaların evrimini ortaya koydu.

Yazarlar, atıflar ve kurumlar bazında incelendiğinde Çin ülkesinin bu alanda daha baskın yayınlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Bunun yanında lojistik performansın en fazla kelime sıklığına sahip olduğunu ve gelecekte de baskın bir şekilde çalışılmaya devam edileceğini göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda işletmelerin lojistik performansına ilişkin çalışmalara rastlansa da ülkelere ilişkin lojistik performansın daha fazla çalışıldığı görülmüştür. Ülkelerin lojistik performansını inceleyen çalışmaların bu performansı ölçmek için genellikle Dünya Bankası tarafından geliştirilen lojistik performans endeksini kullandıkları tespit edilmiştir. Bazı çalışmaların ise bu endeksten yola çıkarak özellikle yeşil lojistik performans endeksi belirlemeye odaklandığı görülmüştür.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİDE YEŞİL İNOVASYONUN ROLÜ: OECD ÜLKELERİNİN GYGPR YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

3.1. Araştırmanın Önemi

Sınırsız insan ihtiyaçlarını kıt kaynakla gidermenin en önemli destekçisi ve aracısı olan lojistik hizmeti özellikle küresel ticaretin omurgası haline gelmiştir. Lojistik ürünlerin hammaddeyi nihai tüketiciye ileri ve geri yönlü etkin ve verimli akışını sağlamayı hedeflemektedir. Bu akışın yönetiminin ne derece başarılı yapıldığını tespit etmek için lojistik operasyonlarının performans ölçümüne ise lojistik performans ismi verilmektedir (Erturgut, 2016). Lojistik operasyonlar sırasında çevreye ve insan sağlığına ciddi derecede çıkabilen zararlar verilmektedir. Dolayısıyla lojistik performans gelecek nesillere daha iyi bir yaşam ortamı bırakmayı hedefleyen çevresel sürdürülebilirlik ile yakından ilişkilidir (Wan vd., 2022). Çevre kirliliğini azaltmayı hatta sıfıra indirmeyi hedefleyen çevresel sürdürülebilirlikte henüz belirlenen hedeflere ulaşamamıştır. Çevresel kirlilik insanlar, kurumlar, hükümetler ve uluslararası organizasyonlar tarafından da azaltılmaya yönelik baskı altındadır. Çevresel kirliliğin etkilerini gören ve potansiyelini bilen bu paydaşlar azaltılmasını sağlamak için çabalamaktadır (Tyagi vd., 2014). Dolayısıyla çevre kirliliğini, buna sebep olan faktörleri ve azaltılmasını sağlayabilecek etkenleri araştırmak önemli hale gelmiştir.

Çevresel kirlilik insan sağlığına ve gelecek nesillere bırakılacak doğaya birçok açıdan olumsuzluk yaratmaktadır. Bu olumsuzluklar arasında insanların yaşam ortamının vazgeçilmezleri olan hava, toprak, su, biyoçeşitlilik ve ekosistemin doğal bileşenlerinin değiştirilmesi yer almaktadır. Olumsuzlukları ortaya çıkaran en temel sebeplerin başında fosil yakıt kullanımı yer almaktadır. Fosil yakıtlar enerji ve ürün üretiminden ulaştırmaya kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı sonucu çevreye çeşitli gaz salınımı gerçekleşmektedir. Bu gazlardan en önemlisi karbondioksit salınımıdır. Diğer çevre kirliliği nedenleri arasında ürün çeşitliliğinin artması, ekonomik büyüme, sanayileşme, kentleşme, teknolojik gelişmeler gibi mikro ve makro faktörler yer alır (Hussain ve Zhou, 2022; Tyagi vd., 2014). Bütün bu faktörler aynı zamanda lojistik ile doğrudan ilgilidir. Bunun sebebi bu faktörlerdeki artışın lojistik operasyonlarını artırması olarak gösterilebilir. Lojistiğin hemen her alanında fosil yakıt kullanımı mevcuttur. Özellikle taşıma operasyonlarının büyük çoğunluğunda fosil yakıt kullanılmaktadır. Bunu ulaşımdan kaynaklanan karbon salınım miktarının toplam karbon salınım miktarı içerisindeki payının yaklaşık dörtte biri olması açık

bir şekilde desteklemektedir (Altinok vd., 2024). Ekonomik büyüme, sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve kentleşme gibi makro faktörler ise lojistik olmadan düşünülemez. Bu faktörlerin artışı lojistik sektörü ile bağlantılı hareket eder ve genellikle aynı yönde bir hareket sunar. Dolayısıyla lojistik operasyonların artması anlamına gelir ve bu da genellikle çevre kirliliğinde artışına yol açabilir (Magazzino vd., 2021).

Lojistik operasyonların artışı çevre kirliliğinde artışa neden oluyor gibi görünmektedir. Fakat lojistik operasyonlarını sıfırlamak mümkün değildir. Çünkü lojistik sektörü vazgeçilemez bir sektördür. Bunun yerine çevreye verilen zararı azaltacak faaliyetler gerçekleştirmek daha makul bir yaklaşım olacaktır. Bu zararı azaltmanın yollarından biri olarak lojistik faaliyetleri optimize etmek gösterilir. Lojistik faaliyetlerinin optimizasyonu için öncelikle bu faaliyetlerin ne denli etkin ve verimli yapıldığını gösteren lojistik performansın ölçülmesi gerekmektedir. Daha sonra lojistik performanstaki bir değişimin çevre kirliliği üzerinde nasıl bir etki gösterdiğinin bilinmesi gereklidir. Literatüre bakıldığında bu ikisi arasında karmaşık bir ilişki olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalar lojistik performans artışının çevre kirliliğini azalttığını savunurken diğer bazı çalışmalar artırdığını savunmaktadır. Bu karmaşıklıktan yola çıkarak bu ilişkinin yeniden detaylı bir şekilde incelenmesi önem kazanmaktadır (Khan vd., 2020; Khan ve Qianli, 2017; Liu vd., 2018; Magazzino vd., 2021; Mariano vd., 2017; Schramm-Klein ve Morschett, 2006).

Tedarik zincirinin her alanına etki eden inovasyonda çevre kirliliğini etkileyen faktörler arasındadır. Yapılan inovasyonlar insan yaşamına birçok açıdan avantaj sağlamaktadır. Daha farklı ürün ve süreçlerin oluşu maliyet, zaman, yer ve rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu avantajlarının yanında çevre kirliliğine olumlu ve olumsuz katkıları olduğu da görülmüştür. Bu olumsuz katkılar arasında daha fazla üretim kapasitesine sahip olma, atık oluşumunun artması, fosil yakıt kullanımının artması, ürün çeşitliliğinin artması, daha fazla kaynak kullanımı yer almaktadır. Çevre kirliliğini azaltıcı inovasyonlara ise çevreci, yeşil, eko inovasyon gibi tabirler kullanılır. Bu inovasyonlar kaynak kullanımının ve üretim faktörlerinin verimliliği, atık azaltımı, alternatif enerji kaynakları ve kullanımı, enerji verimliliği, geri kazanım gibi çevreye daha az zarar vermeyi hedeflemektedir. Literatür incelendiğinde yeşil inovasyonun çevre kirliliği üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğu görülmüştür (Behera ve Sethi, 2022; Guo vd., 2024; Ibrahim vd., 2024; Li vd., 2021; Lin ve Ma, 2022).

Yeşil inovasyonun çevre kirliliği üzerinde azaltıcı bir etkisi olsa da karmaşık lojistik performans ve çevre kirliliği üzerinde nasıl bir rol oynadığını net bir şekilde ifade etmek güçtür. Yapılan inovasyonların lojistik alanında kullanılması lojistik performansın çevre kirliliğini azaltacağı düşünülmektedir (Anser vd., 2020; Magazzino vd., 2021; Randrianarisoa ve Gillen,

2022; Wan vd., 2022). Fakat bu literatürde sık çalışılmış bir konu değildir. Bunun yanında farklı yeşil inovasyon seviyelerinde lojistik performansın çevre kirliliği üzerinde nasıl etkiler yarattığını inceleyen çalışmalara da pek rastlanılamamaktadır.

Bu çalışma lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemesi açısından önemlidir. Bu karmaşık ilişkiyi açıklamada bu çalışmayı literatürden ayıran nokta farklı lojistik performans seviyelerinde lojistik performansın çevre kirliliğini nasıl etkilediğini ve bu etkiye yeşil inovasyonun nasıl katkı sağladığını tespit etmeye çalışmaktır. Ayrıca farklı yeşil inovasyon seviyelerinde lojistik performans artışının çevre kirliliği üzerindeki etkisinin incelenmesi de daha önce yapılan literatürden farkını ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca çevre kirliliği, lojistik performans ve yeşil inovasyon perspektifinde literatür taraması gerçekleştirilmiş ve literatürü değerlendirmek için bibliyometrik analiz yapılmıştır. Bu durum bu üç değişken arasındaki ilişkiyi anlamak açısından önemlidir.

3.2. Araştırmanın Kapsamı ve Amacı

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinin ortaya çıkmaya başladığı ve potansiyelinin ciddi yıkımlara yol açabileceği günümüzde yapılan çalışmalarla tespit edilmeye başlanmıştır. Çevresel kirliliğin burada en önemli etken olarak ön plana çıkması insanların, işletmelerin, ülkelerin ve uluslararası organizasyonların bu konuda politikalar üretmesinin zorunlu kılmasıdır. İnsanların yaşam ortamını tehdit eden bu alanda birçok kirlilik faktörü görülmektedir. Bu faktörlerin incelenmesi de önem kazanmıştır. Lojistik sektörü kendisi kirliliğin bir sebebi olduğu gibi diğer faktörlerle de sıkı bir ilişki içerisinde. Bu yüzden lojistik sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisini ortaya koyacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda lojistik sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisini artırıcı veya azaltıcı etkenlerinde incelenmesinin önemi açıktır. Çevre kirliliğini azaltıcı inovasyonların yapılmasını amaçlayan yeşil inovasyonun da bu etki üzerinde nasıl bir rol izlediğinin bilinmesi yapılacak yeni politikalara yön verebilecektir.

Bu kapsamda çalışmanın amacı çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki ilişkiyi incelemek ve bu ilişkide yeşil inovasyonun etkisini tespit etmektir. Araştırmanın amaçları doğrultusunda ilk olarak cevaplanması gereken sorular oluşturulmuştur. Bu sorular:

- 1) Lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki etkisi nedir?
- 2) Bu ilişki doğrusal mıdır? Lojistik performansa ilişkin bir eşik seviyesi var mıdır?
- 3) Lojistik performansı düşük olan ülkelere lojistik performans artışı çevre kirliliğini artırır mı?

- 4) Lojistik performansı yüksek olan ülkelerde lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltır mı?
- 5) Yeşil inovasyon lojistik performansın çevre kirliliğini artırmasında veya azaltmasında etkin bir rol oynar mı?
- 6) Yeşil inovasyon seviyesi düşük olan ülkelerde lojistik performans artışı çevre kirliliğini artırır mı?
- 7) Yeşil inovasyon seviyesi yüksek olan ülkelerde lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltır mı?
- 8) Çevre kirliliğini etkileyen diğer makroekonomik faktörler nelerdir?

Bu soruların cevaplanması insanların, işletmelerin, ülkelerin ve uluslararası organizasyonların çevre kirliliğini etkileyen faktörleri seçilen faktörler açısından tespit etmesi için önemlidir. Cevapların politika üreticilerinin çevre kirliliğinin azaltılması adına yön verici politikalar üretmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada amaçlar kapsamında farklı hedefler mevcuttur. Bu hedeflerin ilki OECD ülkelerinde çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki ilişkinin tespit edilerek yeşil inovasyonunun bu ilişkideki rolünün Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (GYGPR) yöntemi kapsamında incelenmesidir. Bu yöntem iki değişken arasındaki ilişkide ilişkiyi etkileyen değişkenler için bir eşik değeri belirlemektedir. Bu belirlenen eşik değeri ilişkinin eşik seviyesinin altında ve üstünde nasıl değişkenlik gösterdiğini tespit etmek açısından önemlidir. Bu çalışmada öncelikle çevresel kirlilik ve lojistik performans arasındaki ilişki incelenerek lojistik performans için bir eşik değeri belirlenmeye çalışılacaktır. Bu durum lojistik performansı belirli bir seviyeden düşük ve yüksek olan ülkelerde lojistik performans artışının çevre kirliliğini nasıl etkilediğini ortaya koyacaktır. İkinci olarak yeni bir değişken olarak yeşil inovasyon eklenecektir. Yeşil inovasyonun bu ilişkiyi etkileme durumu tespit edilmeye çalışılacaktır. Üçüncü olarak çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki ilişkide yeşil inovasyon için bir eşik değeri belirlenmeye çalışılacaktır. Buradaki eşik seviyesi yeşil inovasyonun belirli bir seviyeden düşük ve yüksek olduğu durumlarda lojistik performanstaki bir artışın çevre kirliliğini nasıl etkilediğini göstermeye yardımcı olması beklenmektedir. Daha sonra bu değişkenlere kontrol değişkenleri eklenerek kontrol değişkenlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi gösterilmeye çalışılacaktır. Bu hedefler doğrultusunda aşağıdaki alt hedefler oluşturulmuştur.

- 1) Çevre kirliliği ile lojistik performans arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi tespit etmek.

- 2) Çevre kirliliği ile lojistik performans arasındaki doğrusal olmayan ilişkide lojistik performansa ilişkin eşik seviyesi tespit etmek
- 3) Çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki doğrusal olmayan ilişkide yeşil patentlerinin etkisini tespit etmek
- 4) Çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki doğrusal olmayan ilişkide yeşil patentlere ilişkin eşik seviyesi tespit etmek
- 5) Kontrol değişkenlerinin çevre kirliliğine olan etkisini tespit etmek

Bu hedefler doğrultusunda öncelikle evren belirlenerek bu evreni temsil edebilecek örneklem seçilecektir. Daha sonra araştırma modeli oluşturularak veriler elde edilecektir. Verilerin elde edilmesinden sonra analizler gerçekleştirilecektir. Son olarak ise elde edilen bulular yorumlanacaktır.

3.3. Araştırmanın Örneklemi

Çalışmanın evrenini bütün ülkeler oluşturmaktadır. Fakat bütün ülkelerin verilerine ulaşmak mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda genellikle evreni temsil edebilecek örneklem tercih edilmesi doğru olacaktır. Bu çalışmada da evrene ait bütün veriler bulunmadığından evreni temsil edebilecek örneklem seçilmiştir. Örneklem olarak Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) seçilmiştir. OECD 38 üye ülkesi bulunan uluslararası bir organizasyondur. Bu örneklem seçiminde birçok faktör etkili olmuştur. Bu faktörler;

- Gelişmekte ve gelişmiş ülkelerin bir arada olduğu ülke grubu olması,
- Verilerinin İsrail ülkesi haricinde diğer ülkelerde tam bir şekilde elde edilebilir olması,
- Neden oldukları çevre kirliliğinin toplam çevre kirliliği içerisindeki payının çok yüksek olması,
- Dünyanın en büyük ekonomilerini barındırması,
- Dünya üretim miktarının büyük çoğunluğuna sahip olması,
- Çevresel bilinç açısından en önemli konulardan olan eğitimin bütün ülkelerde artmasının amaçlanması
- Çevresel kirliliği azaltıcı politikalar konusunda baskıcı ülkelere dönüşmesi,
- Çevresel kirliliği azaltıcı politikalar içeren birçok uluslararası anlaşmalara sahip ülkelere dönüşmesi,
- Yeşil inovasyon miktarı düşük ve yüksek ülkeleri bir arada barındırması
- Lojistik performansı düşük ve yüksek ülkeleri bir arada barındırması

- Daha önce yapılan çalışmalarda bu örnekleme ait belirlenen sorulara yanıt verebilecek nitelikte çalışmalara rastlanılmaması olarak belirtilebilir.

Bu ülkelerin hangileri olduğu Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Araştırmada İncelenen OECD Ülkeleri

Ülke	Ülke
Avustralya	Kore
Avusturya	Letonya
Belçika	Litvanya
Kanada	Lüksemburg
Şili	Meksika
Kolombiya	Hollanda
Kosta Rika	Yeni Zelanda
Çek Cumhuriyeti	Norveç
Danimarka	Polonya
Estonya	Portekiz
Finlandiya	Slovakya
Fransa	Slovenya
Almanya	İspanya
Yunanistan	İsveç
Macaristan	İsviçre
İzlanda	Türkiye
İrlanda	Birleşik Krallık
İtalya	Amerika Birleşik Devletleri
Japonya	

3.4. Araştırmada Kullanılan Veri Seti

Araştırmada kullanılacak veri setleri belirlenirken öncelikle bağımlı değişken olarak çevresel kirliliğini temsilen kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yıllara göre büyümesi alınmıştır. Ekolojik ayak izi sürdürülebilir çevrenin ideal bir göstergesidir. Bir birey, şehir, bölge, ülke veya insanlığın ihtiyaçlarını karşılamak için tükettiği doğal kaynakları üretmek için ve oluşan her türlü atıkların (karbon salınımı da dahil) bertaraf edilmesi için gereken verimli toprak ve su alanları olarak bilinir. Bu alanlar yerleşik alanlar, ormanlar, tarım alanları, otlaklar, balıkçılık alanları ve karbondioksit emilimi için gereken her türlü alanlardır. Ülkelerin ekolojik ayak izi ülkede yaşayan kişilerin faaliyetleri sonucunda ekosisteme olan zararı hesaplamak ve

bu zararı giderebilecek toplam alan miktarını belirleyebilmek için geliştirilmiştir. Kısaca bir ülkede yaşayan insanların üretim, tüketim gibi faaliyetlerle doğaya ne kadar yük olduğunu belirlemeyi sağlamaktadır. Bu veri setinin kullanılmasının en önemli nedeni bütün faaliyetlerin doğaya verdiği zararı incelemesidir.

Diğer bir değişkenimiz olan lojistik performans ölçümü için Dünya Bankası tarafından yayımlanan lojistik performans endeksi alınmıştır. Lojistik performans endeksi ülkelerin lojistik operasyonlarının ne kadar etkin ve verimli olduğunu ölçmek için kullanılan en önemli yoldur. Bu endeksin kullanım sebebi olarak daha önce yapılan çalışmalarda ülkelerin lojistik performanslarını temsilen sıkça ele alınması, en kapsamlı performans endeksi olması, birkaç yılda bir yayınlansa da panel veriye daha uygun olması, bu denli başka lojistik performansı temsil edecek bir verinin bulunmaması olarak söyleyebiliriz. Lojistik performans çalışmada bağımsız değişken olarak kullanılacağı gibi lojistik performansının belirli bir seviyeden düşük veya yüksek olduğu durumlarda lojistik performanstaki artışın çevre kirliliğini nasıl etkilediğini ortaya koymayı amaçlayan modelde eşik değişkeni olarakta kullanılacaktır. Bunun yanında yeşil inovasyonun bu ilişkideki rolünü ortaya koymada yeşil inovasyon ile çarpımı kontrol değişkeni olarak modele dahil edilecektir.

Yeşil inovasyon veri setimiz OECD veri bankasından elde edilmiş çevresel patent sayılarını göstermektedir. OECD veri bankasında patent sayıları toplam, çevresel, iklim değişikliği, ulaşım gibi kategorilere ayrılmaktadır. Burada yeşil patentleri temsilen çevresel patentlerin sayısı ele alınmıştır. Bunun temel sebebi toplam patentler içerisinde çevresel olmayan patentlerinde olması ve iklim değişikliği ve ulaşım patentleri içerisinde de veri kayıplarının çok olması gösterilebilir. Ayrıca bazı çalışmalarda yeşil inovasyonu temsilen teknolojik ürün ihracatı, Ar-Ge harcamaları gibi farklı veri setleri de kullanılmıştır. Fakat bu veri setleri yeşil patentler kadar çevreye verilen zararı azaltmaya odaklanmış veriler değildir. Teknolojik ürünler içerisinde çevre kirliliğini azaltmaya yönelik olmayan ürünlerde olabilecektir. Bunun yanında Ar-Ge harcamaları da diğer patent türleri gibi her zaman çevreyi daha az kirlüten ürün veya süreçler için yapılmayabilir. Bu kapsamda yeşil patentler belirli bir seviyenin altında veya üstünde olduğunda lojistik performanstaki artışın çevre kirliliğini nasıl etkilediğini ölçen modelde yeşil patentler eşik değişkeni olarak kullanılacaktır. Diğer modelde ise lojistik performansın çevre kirliliğine etkisinde yeşil patentlerin nasıl bir rol oynadığını tespit etmek amacıyla lojistik performans ile çarpılarak kontrol değişkeni olarak kullanılacaktır.

Araştırmada kullanılan diğer değişkenler kontrol değişkenleridir. Kontrol değişkenleri etkisi merak edilmeyen bağımsız değişkenler gibi bağımlı değişkeni etkileme olasılığı olan değişkenlerdir. Bağımsız değişkenlerin dışında tutulur. Kontrol değişkenleri seçilirken Nüfus,

Refah ve Teknoloji Üzerindeki Stokastik Etkiler (STIRPAT) modelinden yararlanılmıştır. STIRPAT modeli insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılan bir modeldir. Burada çevresel kirliliği etkileyen değişkenler olarak genellikle nüfus, ekonomik kalkınma, kentleşme, sanayileşme, inovasyon, finansal gelişme, yatırımlar ve enerji kullanımı literatürde sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada ticari açıklık, toplam enerji arzı, sanayileşme, kentsel nüfus ve yabancı yatırımcılar kontrol değişkenleri olarak ele alınmıştır. Tablo 3.2’de çalışmada kullanılan veri setleri, tanımları, elde edildiği veri tabanları, ölçü birimleri ve çalışmada hangi ölçü birimine dönüştürülerek kullanıldığı gösterilmektedir.

Tablo 3.2 Araştırmada Kullanılan Veri Seti ve Özellikleri

<i>Değişkenler</i>	<i>Değişken Tanımları</i>	<i>Kaynak</i>	<i>Ölçü Birimi</i>	<i>Çalışmada Kullanılan Ölçü Birimi</i>
EF	Ekolojik Ayak İzi	Küresel Ayak İzi Ağı	Kişi Başına	
LPI	Lojistik Performans Endeks	Dünya Bankası	İndeks	İndeks
GP	Çevresel Yeşil Patent	OECD	Sayı	Sayı ve Toplam İçerisindeki Oranı
TO	Ticari Açıklık	Dünya Bankası	% GSYH	Büyüme
TES	Toplam Enerji Arzı	Uluslararası Enerji Ajansı	petajoule (PJ)	Büyüme
IND	Sanayi (inşaat dahil)	Dünya Bankası	Katma Değer	Büyüme
UP	Kentsel Nüfus	Dünya Bankası	Yıllık	Büyüme
FDI	Doğrudan Yabancı Yatırımlar	Dünya Bankası	Net girişler	Büyüme
GDP	Kişi Başı GSYH	Dünya Bankası	2015 US\$	Büyüme

3.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Lojistik performansın çevre kirliliğine etkisinde yeşil inovasyonun rolünün belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada çeşitli kısıtlar bulunmaktadır. Bu kısıtlardan ilki ikincil verilerin tercih edilmesidir. Çalışma konusu kapsamında birincil verilerin toplanması erişilebilirlik, ulaşılabilirlik açısından çok güçtür. Aynı zamanda ikincil veriler aynı kriterler kapsamında belirli örgütler tarafından seçildiği için daha objektif olacaktır.

Başka bir kısıt ülke grubunun seçimindedir. Ülke grubu olarak OECD ülkeleri belirlenmiştir. OECD 38 üyesi olan uluslararası bir organizasyondur. Analize bu ülkelerden 37’sinin verileri dahil edilmiştir. İsrail ülkesinin verilerinde eksikliklerin olması analizin

yapılmasını engellemesi nedeniyle araştırmadan çıkarılmıştır. OECD ülkelerinin seçilme sebebi araştırmanın örneklem kısmında verilmiştir.

Çalışmanın bir başka kısıtı analize dahil edilen ülkelerde alınan verilerin dönem aralığıdır. Çalışmada 2007-2018 dönemi tercih edilmiştir. Bunun temel nedeni Dünya Bankası tarafından yayınlanan Lojistik Performans Endeksi verileridir. Bu veriler ilk olarak 2007 yılında yayınlanmıştır. Daha sonra 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında yayınlanmıştır. Bundan dolayı dönem aralığının 2007 yılında başlaması verilerin elde edilebilirliği için önemli hale gelmiştir. Sonrasında ise verilerin toplanmaya başlandığı yıl olan 2024 yılında 2023 yılına ait çevresel patent sayıları ve diğer bazı değişkenlere ait verilerin elde edilememesinden dolayı dönem aralığının sonu lojistik performans endeksinin bir önceki yayınlanma yılı olan 2018 yılına çekilmiştir. Veriler analize dahil edilirken 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yılları verileri alınmıştır. Bu yıllar dışında kalan yıllara ait veriler analize dahil edilmemiştir. Dolayısıyla çalışmada 37 ülke ve 2007-2018 dönemi verileri analiz edilmiştir.

Çalışmanın bir başka kısıtı ise Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon analiz yönteminin tercih edilmesidir. Bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı modele eşik değişkeni ekleyerek bu eşik değişkeni için bir eşik seviyesi belirlemesi ve açıklayıcı değişkenlerde dahil edilebilmesidir. Eşik değişkenine ait eşik değeri belirlendikten sonra bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisinin bu eşik seviyesinin altında ve üstünde ne şekilde geliştiğini göstermeye yardımcı olması açısından da bu yöntem ön plana çıkmaktadır.

Çalışmanın beşinci kısıtı ise tercih edilen değişkenlerdir. Literatür incelendiğinde çevresel kirliliğe yol açan bir faktör olduğu görülmektedir. Çalışmada özellikle lojistik performansın çevre kirliliğini nasıl etkilediği üzerinde durulmuştur. Bunun yanında ise yeşil inovasyonların bu ilişkiyi nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada hem lojistik performans endeksi hem de çevresel inovasyon eşik değişkeni olarak ayrı ayrı kullanılmıştır. Bu durumun lojistik performans ve çevresel inovasyon için bir eşik değeri belirleyerek bu değerin altında ve üstünde lojistik performansın çevre kirliliğini nasıl etkilediği tespit etmeye yardımcı olması beklenmektedir. Son olarak ise kontrol değişkenlerini seçmede literatür incelenerek çevre kirliliğini etkileyen faktörlerin incelenmesinde sıkça kullanılan STIRPAT modelinden yararlanılmıştır. Diğer çalışmalarda kullanılan ekonomik büyüme, ticari açıklık, sanayileşme, kentsel nüfus ve yabancı yatırımlar kontrol değişkeni olarak modele dahil edilmiştir.

3.6. Araştırmanın Modeli ve Hipotezleri

3.6.1. Araştırmanın Modeli

Çevresel etkilerin önemli faktörlerinin incelendiği çalışmalar son yıllarda giderek artmaktadır. Artan ekonomik büyümeler, küreselleşme, üretim miktarı, teknolojik gelişmeler, kentleşme, lojistik operasyonlar, nüfus gibi faktörler çevrede ciddi zararlara yol açmıştır. Bu faktörlerin çevreye olan etkilerinin incelendiği birçok yeni modelde üretilmiştir. Bu modellerin en önemlilerinden biri de insan faaliyetleri ile çevre ilişkisini açıklamaya yardımcı olan Nüfus, Refah ve Teknoloji Üzerindeki Stokastik Etkileri (STIRPAT) inceleyen modeldir. Bu model diğer modellere karşın çevresel faktörlerin birçoğunun bir arada analiz edilebilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada da teorik çerçeve olarak STIRPAT modeli kullanılacaktır. Bu modelin başlangıç noktası Ehrlich ve Holdren (1971, 1972) tarafından geliştirilen IPAT modelidir (Ehrlich ve Holdren, 1971, 1972; Fan vd., 2006b).

Bu modelin yapısı;

$$I=P A T$$

(3.1.)

şeklindedir. Burada (I); çevresel etkiyi, (P); nüfus büyüklüğünü, (A); refahı (kişi başına tüketim veya üretim) ve (T); teknoloji (tüketim veya üretim birimi başına etki) faktörlerini ifade etmektedir. Bu model insan faaliyetlerinin çevre üzerine etkisini bu üç faktör kapsamında değerlendirmiştir. Waggoner ve Ausubel (2002) IPAT'ı yeniden kavramsallaştırmaya çalışmıştır (Waggoner ve Ausubel, 2002). (T)'yi GSYİH birimi başına tüketim (C) ve tüketim birimi başına etki (T) olarak parçalayarak ImPACT olarak yeniden adlandırmışlardır. Böylece I=PACT olmuştur. ImPACT modelinin temel amacı, etkileri azaltmak için değiştirilebilecek faktörleri ve bu faktörleri de etkileyen alt faktörleri belirlemeye çalışmıştır. IPAT ve ImPACT'ın ekolojik ilkelere dayanma, açık olma, itici güçlerdeki değişikliklerin etkiyi nasıl değiştireceğini görme gibi konularda üstünlüğü vardır. Fakat bunun yanında hipotez testine izin vermeme, orantılı sonuçlar gösterme gibi kısıtları da bulunmaktadır. Bu orantılı sonuçlar bir faktör arttığında çevresel etkinin de aynı oranda arttığını savunmaktadır(Fan vd., 2006). Bu modellerin kısıtlarından kurtulmak için York vd. (2003) IPAT'ı stokastik bir model olarak yeniden formüle etmiştir(York vd., 2003). Buna STIRPAT modeli adını vermiştir. STIRPAT modelinin formülü ve tanımı aşağıdaki gibidir.

$$I_{it} = aP_{it}^b A_{it}^c T_{it}^d \varepsilon_{it}$$

(3.2.)

Burada (I); çevre değişimini, (P); çevre değişiminin belirleyicisi nüfusu, (A); çevre değişiminin belirleyicisi refah ve (T); çevre değişiminin belirleyicisi teknolojiyi ele alarak ana

model olan I=PAT denklemini korur. Daha sonra logaritmalar alınarak aşağıdaki denklem biçimini alır.

$$\ln I_{it} = a + b(\ln P_{it}) + c(\ln A_{it}) + d(\ln T_{it}) + \varepsilon_i \quad (3.3.)$$

Burada IPAT'tan farklı olarak i gözlem sayısını t yılı belirtirken b , c ve d ise P , A ve T 'nin üsleridir. a sabittir ve e hata terimini ifade eder. Daha sonra yapılan çalışmalarda çevresel etkiyi gösteren (I)'yı temsilen $PM_{2.5}$, CO_2 ekolojik ayak izi gibi birçok farklı veri kullanılmıştır (Xie ve Sun, 2020; Xing vd., 2023; Yeh ve Liao, 2017). Bu çalışmada ekolojik ayak izi (EF) verisi kullanılacaktır. Yukarıda belirtilen STIRPAT çerçevesi yalnızca nüfus, gelir ve teknolojinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Ancak mevcut çalışmalar çevre kirliliğini etkileyen birçok faktör olduğunu ortaya koymuştur. Mevcut çalışmalarda çevre kirliliğini etkileyen faktörlerden birinin de insan faaliyetlerinden olan lojistik performans olduğu belirlenmiştir (Aydın vd., 2023; Karaduman vd., 2020; Khan ve Ullah, 2019; Khan, 2019; Liu vd., 2018; Liu vd., 2023; Tetteh vd., 2024; Yu vd., 2021). Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştıran bu çalışmalar lojistik performansın çevre kirliliğini olumlu veya olumsuz etkilediğini savunmaktadırlar. Bundan dolayı bu çalışmada çevre kirliliğini etkileyen faktörlerden bir olarak lojistik performans ele alınacaktır. İkinci olarak yeşil inovasyon modele dahil edilecektir. Yeşil inovasyonda literatürde çevre ile sıkı bir ilişkiye sahip değişken olarak savunulmaktadır (Rehman vd., 2021; Wang vd., 2022; Weng vd., 2015). Sonrasında ise kontrol değişkeni olarak ticari açıklık, toplam enerji arzı, sanayileşme, yabancı yatırımlar ve kentsel nüfus modele dahil edilmiştir. Bu değişkenlerinde çevre kirliliği üzerindeki etkisinin olduğunu savunan birçok çalışma mevcuttur

$$\ln EF_{it} = a_i + \lambda_t + \beta \ln LPI_{it} + \theta_1 \ln GP_{it} + \delta_1 \ln TO_{it} + \delta_2 \ln TES_{it} + \delta_3 \ln IND_{it} + \delta_4 \ln UP_{it} + \delta_5 \ln FDI_{it} + \delta_6 \ln GDP_{it} + \mu_{it} \quad (3.4.)$$

Burada EF; ekolojik ayak izini, LPI; lojistik performans endeksini, GP; yeşil patentleri, TO; ticari açıklığı, TES; toplam enerji tüketimini, IND; sanayileşmeyi, UP; kentsel nüfusu, FDI; doğrudan yabancı yatırımlar girişini ve GDP; ekonomik büyümeyi göstermektedir. Ayrıca β , θ_1 , δ_1 , δ_2 , δ_3 , δ_4 ve δ_5 bilinmeyen parametreleri, μ ise rastgele hatayı temsil etmektedir.

Lojistik performans çevre kirliliğini sadece kendi birimindeki değişikliklerle etkilemez. Bunun yanında yeşil inovasyonlar tarafından etkilenecek çevre kirliliğini dolaylı olarak etkiler. Buna yeşil inovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde dolaylı etkisi diyebiliriz. Buradan yola çıkarak modeli Hastie ve Tibshirani (1993) işlevsel katsayı modeli ile genişletiyoruz. Hem $\ln LPI$ hem de $\ln GP$ katsayılarının GP etki seviyesi tarafından belirlendiği varsayılmaktadır. Bu nedenle β ve θ_1 parametreleri ayrıştırılmıştır.

$$\beta = \vartheta + \beta_0 \ln LPI_{it}, \theta_1 = \varphi_1 + \beta_1 \ln LPI_{it} \quad (3.5.)$$

Burada β_0 , β_1 , ϑ ve φ_1 bazı parametrelerdir. Bu denklemi bir önceki modele dahil edersek şu sonucu verir.

$$\ln EF_{it} = a_i + \lambda_t + \vartheta \ln LPI_{it} + \beta_0 \ln LPI_{it} \ln LPI_{it} + \beta_1 \ln LPI_{it} \ln GP_{it} + \varphi_1 \ln GP_{it} + \delta_1 \ln TO_{it} + \delta_2 \ln TES_{it} + \delta_3 \ln IND_{it} + \delta_4 \ln UP_{it} + \delta_5 \ln FDI_{it} + \delta_6 \ln GDP_{it} + \mu_{it} \quad (3.6.)$$

Daha sonra bu model lojistik performansın geçiş fonksiyonu $g(\ln LPI_{it}; y, c)$ olarak modele dahil edilmesiyle ilk olarak Gonzalez vd. (2004), González ve Terasvirta, (2017) tarafından ortaya atılan GYGPR modeline dönüştürülür (Gonzalez vd., 2017; González ve Terasvirta, 2004). Burada y ve c bazı parametrelerdir

$$\ln EF_{it} = a_i + \lambda_t + \vartheta \ln LPI_{it} + \sum_{j=1}^r \{ \beta_{0j} \ln LPI_{it} g_j(\ln LPI_{it}; y_j, c_j) + \beta_{1j} \ln LPI_{it} g_j(\ln GP_{it}; y_j, c_j) \} + \varphi_1 \ln GP_{it} + \delta_1 \ln TO_{it} + \delta_2 \ln TES_{it} + \delta_3 \ln IND_{it} + \delta_4 \ln UP_{it} + \delta_5 \ln FDI_{it} + \delta_6 \ln GDP_{it} + \mu_{it} \quad (3.7.)$$

Burada r geçiş fonksiyonlarının sayısını belirtir. $r + 1$ Rejimli YGPR (Yumuşak Geçişli Panel Regresyon) modelinin bir uzantısına atıfta bulunur. Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda; $\vartheta \ln LPI_{it}$ lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal etkisini ifade eder. $\beta_{0j} \ln LPI_{it}$ lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal olmayan doğrudan etkisini göstermektedir. β_{1j} ise çeşitli GP seviyeleri altında $\ln LPI_{it}$ lojistik performansın çevre kirliliği üzerinde doğrusal olmayan dolaylı etkisini gösterir.

Son olarak Denklem 3.7 yeşil inovasyonun geçiş fonksiyonu $g(\ln GP_{it}; y, c)$ olarak modele dahil edilmesiyle denklem 3.8 oluşur.

$$\ln EF_{it} = a_i + \lambda_t + \vartheta \ln LPI_{it} + \sum_{j=1}^r \{ \beta_{0j} \ln LPI_{it} g_j(\ln GP_{it}; y_j, c_j) + \beta_{1j} \ln LPI_{it} g_j(\ln GP_{it}; y_j, c_j) \} + \varphi_1 \ln GP_{it} + \delta_1 \ln TO_{it} + \delta_2 \ln TES_{it} + \delta_3 \ln IND_{it} + \delta_4 \ln UP_{it} + \delta_5 \ln FDI_{it} + \delta_6 \ln GDP_{it} + \mu_{it} \quad (3.8.)$$

Burada yeşil inovasyonun eşik değişkeni olduğu durumda; $\vartheta \ln LPI_{it}$ lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal etkisini ifade eder. $\beta_{0j} \ln LPI_{it}$ lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal olmayan doğrudan etkisini göstermektedir. β_{1j} ise çeşitli GP seviyeleri altında $\ln LPI_{it}$ lojistik performansın çevre kirliliği üzerinde doğrusal olmayan dolaylı etkisini gösterir.

3.6.2. Araştırmanın Hipotezleri

Çalışmanın ana amacı çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi tespit ederek bu ilişkide yeşil inovasyonun oynadığı rolü tespit etmektir. Bu kapsamda

birçok hipotez kurulmuştur. Ana hipotez çevre kirliliği ve lojistik performans arasındaki ilişkini doğrusal olmadığı ve lojistik performansın ve yeşil inovasyonun seviyelerine bağlı olduğudur.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde lojistik performans ve çevre kirliliği arasında karmaşık bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu karmaşık ilişki daha önceki bölümlerde anlatılmıştır. Nihayetinde lojistik performansın çevre kirliliğine hem pozitif hem de negatif etkileri olduğu görülmüştür. Öncelikle bu çalışmada lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişki incelenecektir. Daha sonra bu ilişkinin doğrusal olup olmadığı araştırılacaktır. Bu ilişki tespit edildikten sonra lojistik performans seviyeleri farklılık gösterdiğinde çevre kirliliğini nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılacaktır. Kısaca düşük lojistik performansa sahip olduğunda lojistik performansın çevre kirliliğine etkisi ve yüksek lojistik performansa sahip olduğunda lojistik performansın çevre kirliliğine etkisi incelenecektir. Düşük lojistik performansa sahip olduğunda literatüre göre çevre kirliliğinin artması beklenmektedir. Ülkelerin düşük lojistik performansa sahip olması altyapı kalitesinin düşük olması, gümrük süreçlerinin etkin olmaması, rekabetçi fiyatlara sahip gönderilerin yapılamaması, lojistik hizmet kalitesinin yetersizliği, izleme ve takip yeteneğinin kısıtlı olması, teslimat sürelerinin uzaması anlamına gelmektedir (Liu vd., 2018; Liu vd., 2023; Wan vd., 2022; Magazzino vd., 2022). Bunun sonucunda lojistik faaliyetlerde optimizasyon, verimlilik, etkililik ve etkinlik konusunda başarılı olunamamasından dolayı çevre kirliliğini artıracakları düşünülmektedir. Literatürde yetersiz lojistik faaliyetlerin kaynakları etkin kullanamama, boş araç gönderimi veya geri dönüşünün yüksek olması, rota optimizasyonu eksikliği, verimsiz depo kullanımı, intermodal taşımacılığın yeterince kullanılamaması, stok devir hızının düşük olması, stok seviyesinin gereksiz yüksek olması, tersine lojistik faaliyetlerinin az olması, atıkların yüksek olması, sürdürülebilir olmayan atıkların kullanımının yüksek olması, bilişim sistemleri entegrasyonunun düşük olması, işlem ve prosedür fazlalığının yanında hızının düşük olması gibi sonuçlara neden olduğu görülmektedir (Aydın vd., 2023; Larson, 2021; Yu vd., 2021; Liu vd., 2023; Karaduman vd., 2020). Lojistik sektörünün bu durumu, lojistik performansı yüksek olan ülkelere göre aynı girdiler kullanılarak daha az lojistik süreç çıktısı yaratması ile sonuçlanacaktır. Dolayısıyla bu ülkelerdeki lojistik performans artışının daha fazla lojistik operasyonlar yaratarak çevre kirliliğini artıracakları veya lojistik performansı yüksek ülkelere göre daha az azaltacakları düşünülmektedir. Sonuç olarak lojistik performansın eşik olduğu bir durumda lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde ters (U) şeklinde bir sonuç elde edileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın devamında yeşil inovasyonun bu ilişkideki rolü tespit edilmeye çalışılacaktır. Yeşil inovasyon çevre kirliliğini azaltıcı inovasyonlar olarak bilindiğinden genel

anlamda lojistik performansın çevreye olan etkisini etkilemesi beklenmektedir. Bunun temel sebebi inovasyonların lojistik sektörüne entegrasyonun lojistik etkinlik ve verimliliğini artıracığının düşünülmesidir (Liu vd., 2023; Godil vd., 2021; İbrahim vd., 2024; Zhang vd., 2024; Magazzino vd., 2021; Ding vd., 2023). Çünkü çevresel inovasyon aynı girdi ile inovasyonun entegrasyonundan önceki duruma göre daha fazla lojistik çıktı elde edebilecektir. Çevresel inovasyonun bir diğer amacı aynı girdi ile daha fazla çıktı elde ederken çevreye daha az zarar vermeyi hedeflemektedir. Dolayısıyla yeşil inovasyonların lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde azaltıcı bir rol oynaması beklenmektedir.

Çalışmada lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisi ve bu ilişkide yeşil inovasyonun bir ilişkisinin olup olmadığı belirlendikten sonra yeşil inovasyon seviyesinin düşük veya yüksek olması durumunda lojistik performansın çevre kirliliğini nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılacaktır. Yeşil inovasyon seviyesi düşük olduğunda lojistik performans artışı gerçekleşirken çevresel olarak çaba sarf edilmeyeceği ve çevre kirliliğini artıracığı düşünülmektedir. Fakat yeşil inovasyon seviyesi yüksek olduğunda lojistik performansın artırılmasını sağlayan ülkelerin daha fazla çevresel çaba göstereceği ve bu durumun ise çevre kirliliğini azaltacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde ters (U) şeklinde bir sonuç elde edileceği düşünülmektedir.

Bu bağlamda çalışmada kurulan iki model bulunmaktadır. Bu modellere ilişkin ana ve alt hipotezler şu şekildedir;

3.6.2.1. Model (I)'in Hipotezleri

Model I'in ana amacı lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyonun rolünün olup olmadığını tespit etmektir (Denklem 3.7.). Bu kapsamda öncelikle lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişki tespit edilmeye çalışılacaktır. Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişki tespit edildikten sonra lojistik performansla ilişkin eşik seviyesi(leri)nin olup olmadığı incelenecek ve eşik seviyesinin varlığı durumunda eşik altında ve üstünde bu ilişkinin nasıl gerçekleştiği analiz edilecektir. Daha sonra bu ilişkide yeşil inovasyonun rolünün olup olmadığı tespit edilmeye çalışılacaktır.

Denklem 3.7'de Belirtilen Model I'e İlişkin Ana Hipotezler

Hipotez 1

H_0 =Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini etkilemez.

H_{1A} = Lojistik performansın düşük olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini artırır.

H_{1B} = Lojistik performansın yüksek olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltır.

Hipotez 2

H_0 = Yeşil İnovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide etkisi yoktur.

H_1 = Yeşil İnovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide etkisi vardır.

Denklem 3.7’de Belirtilen Model I’de Kontrol Değişkenlerine İlişkin Hipotezler

Hipotez 3

H_0 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda gayri safi yurt içi hasıla çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda gayri safi yurt içi hasıla çevre kirliliğini artırır.

Hipotez 4

H_0 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda ticari açıklık çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda ticari açıklık çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 5

H_0 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda enerji arzı çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda enerji arzı çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 6

H_0 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda sanayileşme çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda sanayileşme çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 7

H_0 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda kentleşme çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda kentleşme çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 8

H_0 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda yabancı yatırımlar çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Lojistik performansın eşik olduğu bir durumda yabancı yatırımlar çevre kirliliğini artırır.

3.6.2.2. Model (II)'nin Hipotezleri

Model II'de Model I'de belirtilen lojistik performans çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyonun rolünün varlığı tespit edildiğinde yapılacak analiz verilmiştir. Bu bağlamda Model II lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyona dair bir eşik seviyesinin olup olmadığını tespit ederek bu eşik seviyesinin altında ve üstünde lojistik performans artışının çevre kirliliğini nasıl etkilediği incelenecektir (Denklem 3.8.).

Denklem 3.8'de Belirtilen Model II'ye İlişkin Ana Hipotezler

Hipotez 9

H_0 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini etkilemez.

H_{1A} = Yeşil inovasyonun düşük olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini artırır.

H_{1B} = Yeşil inovasyonun yüksek olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltır.

Denklem 3.8'de Belirtilen Model II'de Kontrol Değişkenlerine İlişkin Hipotezler

Alt Hipotez 10

H_0 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda gayri safi yurt içi hasıla çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda gayri safi yurt içi hasıla çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 11

H_0 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda ticari açıklık çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda ticari açıklık çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 12

H_0 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda enerji arzı çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda enerji arzı çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 13

H_0 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda sanayileşme çevre kirliliğini azaltır.

H_1 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda sanayileşme çevre kirliliğini artırır.

Alt Hipotez 14

H_0 = Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda kentleşme çevre kirliliğini azaltır.

$H_1 = \text{Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda kentleşme çevre kirliliğini artırır.}$

Alt Hipotez 15

$H_0 = \text{Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda yabancı yatırımlar çevre kirliliğini azaltır.}$

$H_1 = \text{Yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda yabancı yatırımlar çevre kirliliğini artırır.}$

3.7. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın temel amacı lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyonun rolünü tespit etmektir. Bu bağlamda OECD ülkelerinin 2007-2018 periyodun incelenecektir. Bağımlı değişkenimiz çevre kirliliğini temsilen ekolojik ayak izi, bağımsız değişkenimiz lojistik performansı temsilen lojistik performans endeksi, eşik değişkeni olarak lojistik performansı temsilen lojistik performans endeksi ve yeşil inovasyonu temsilen çevresel patent başvuruları, kontrol değişkenleri olarak ise ticari açıklık, sanayileşme, kentsel nüfus ve yabancı yatırımlar kullanılacaktır. Lojistik performansın çevre kirliliği ilişkisinde lojistik performans ve yeşil inovasyona ilişkin eşik değeri belirlemek amacıyla Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (GYGPR) modeli kullanılacaktır. Araştırmada eşik seviyelerini belirlemek için iki farklı model kurulmuştur. Bu modeller Denklem 7 ve 8 de gösterilmektedir. Bu model eşik seviyelerinin altında ve üstünde bağımsız değişken ve bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi tespit etmeye de yardımcı olacaktır. Son olarak bu model lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan ve yeşil inovasyonun katkısıyla dolaylı etkisini ortaya koyacaktır. Ancak araştırmada GYGPR modelini uygulanmadan önce değişkenlere ilişkin modelin tahmini ve sağlamlığı açısından önemli olan yatay kesit bağımlılığı, birim kök testleri, eşbütünleşme analizi ve homojenlik testi gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

3.7.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Panel veri analizlerinde farklı birimlerin aynı zaman diliminde ölçüldüğü durumlarda ülkeler, bireyler gibi gruplar arasında ilişki olabilir. Bu durumun nedeni doğrudan gözlemlenemeyen fakat tüm birimleri aynı anda etkileyen ortak faktörlerin (örneğin; ani şoklar veya olaylar) varlığıdır. Bu tür ortak etkiler ve şoklar modelin açıklanamayan kısmı olan hata terimlerinde yer alır. Buna yatay kesit bağımlılığı denir (Sarafidis ve Wansbeek, 2012). Bu birim ya da grupların birbiriyle bağımlılık ve seriye gelen herhangi bir şoktan aynı derece de etkilenme durumu panel verilerde önemlidir. Bunun için panel verilerle yapılacak çalışmalarda öncelikle yatay kesit bağımlılığı analizinin yapılması gerekmektedir.

Panel verilerde yatay kesit bağımlılığı testleri için birkaç alternatif vardır. (Pesaran, 2021); Moran (1948) tarafından geliştirilen mekânsal korelasyon testi ve Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Lagrange çarpanı yaklaşımıdır (Breusch ve Pagan, 1980; Moran, 1948). Breusch ve Pagan tarafından ortaya atılan test en yaygın kullanılanıdır. Fakat burada panelin yapısal özelliklerinden dolayı iki farklı seçenek ortaya çıkmaktadır. Bu zaman periyodu (T) ve gözlem sayısı (N) ile ilgilidir. Zaman periyodu olan T'nin büyük gözlem sayısı olan N'nin küçük olduğu durumlar için bu test uygundur. Fakat gözlem sayısının zaman periyodundan büyük olduğu durumlarda Pesaran (2004, 2021) tarafından geliştirilen testin uygulanması daha doğru olacaktır. Bunun sebebi gözlem sayısının büyük olduğu durumlarda boyut bozulmaları sergilemesi oluşabileceğinden küçük örnek özelliklerine sahip yatay kesit bağımlılığı testinin daha iyi sonuçlar vereceğinin düşünülmesidir (Pesaran, 2004, 2021). Çalışmada birden fazla yatay kesit bağımlılığını test etmek için birkaç farklı model birden kullanılmıştır. Bunlar; Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) CD testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Sapması Düzeltilmiş LM testi.

Genel panel veri modelinin denklemi şu şekildedir;

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad (3.9)$$

Denklem 3.9'da $i = 1, 2, \dots, N$ gözlem sayısını $t = 1, 2, \dots, T$ yılı belirtirken y ve x regresör vektörü, β regresör parametresini, α sabit bireysel parametreleri, u hata terimleri toplamını ifade etmektedir. Burada hata teriminin bütün gözlemlerde ve dönemlerde sıfır ortalama ve sabit varyansla normal dağıldığı varsayılmaktadır. Fakat burada hata terimleri korelasyon içerebilecektir.

Breusch ve Pagan'ın yatay kesit bağımlılığının Zellner, (1962) SURE bağlamında $N=\text{sabit}$ ve $T=\infty$ olacak şekilde denklemi;

$$CD_{LM} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (3.10)$$

şeklindedir. Buradaki ρ_{ij} Denklem 3.11'de tanımlanan kalıntıların çiftler arası korelasyonunun örnek tahminidir.

$$\rho_{ij} = \rho_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T u_{it} u_{jt}}{\left(\left(\sum_{t=1}^T u_{it}^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{t=1}^T u_{jt}^2 \right)^{1/2} \right)} \quad (3.11)$$

Burada belirtilen u_{it} ise Denklem 3.12'de tanımlanan Sıradan En Küçük Kareler tahminidir.

$$u_{it} = y_{it} - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}_i' x_{it} \quad (3.12)$$

$\hat{a}_i$ ve $\hat{\beta}_i$ hesaplanan a_i ve β_i tahminleridir. Her bir i için ayrı ayrı kesme terimi ve x_{it} üzerinde y_{it} 'nin Sıradan En Küçük Kareler Regresyonu kullanılarak hesaplanır.

Panel veri modellerinde seriler arasında bağımlılık durumunu gösteren hipotezler şu şekildedir;

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ji} = \text{cov}(u_{it}, u_{jt}) = 0 \quad \text{tüm } t\text{'ler için ve } i \neq j \quad (3.13)$$

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

$$H_1: \rho_{ij} = \rho_{ji} \neq 0 \quad i \neq j \quad (3.14)$$

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

CD_{LM} , $N(N-1)/2$ serbestlik derecesiyle ki-kare olarak asimptotik olarak dağıtılır. Bu test $N=\infty$ olduğunda uygulanabilir değildir. Ancak H_0 altında;

$$T\hat{\rho}_{ij}^2 \stackrel{a}{\sim} X_1^2 \quad (3.15)$$

$\hat{\rho}_{ij}^2$, $i = 1, 2, \dots, N-1$, $j = i+1, 2, \dots, N$ asimptotik olarak bağımsız olduğundan N ve T büyük olsa bile çapraz bağımlılık hipotezini test etmek için CD_{LM} 'in Denklem 3.16'daki ölçeklenmiş versiyonu kullanılabilir.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (3.16)$$

Burada H_0 altında $T=\infty$ ve $N=\infty$ olduğunda CD_{LM} 'in $CD_{LM} \stackrel{a}{\sim} N(0,1)$ olacağı görülebilir. Ancak bu test N büyük T küçük olduğu durumlarda sıklıkla karşılaşılan önemli boyut bozulmalarına yol açabilir. Bunun nedeni küçük T 'lerde yanlış merkezileşmenin mümkün olması ve N arttıkça kötüleşmenin artması gösterilebilir. Bundan dolayı N 2nin büyük olduğu durumlarda kullanılacak yeni bir yatay kesit bağımlılığı testi Pesaran (2004) tarafından önerilmiştir. Çiftler arası korelasyon katsayılarına dayanan bu alternatif Denklem 3.17 de verilmiştir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N p_{ij} \right) \quad (3.17)$$

Burada CD_{LM} , Lm test grafiğinin tersine “eğim katsayılarında ve hata varyanslarında birden fazla kırılmaya tabi heterojen dinamik modeller de dahil olmak üzere geniş bir panel veri modeli sınıfı altında, T ve N sabit değerleri için tam olarak sıfır ortalamaya sahiptir” Diğer bir ifadeyle zaman boyutu örneklem boyutundan büyük olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu model dengesiz paneller için Denklem 3.18'deki alternatif kullanılır (Pesaran, 2004, 2021).

$$CD = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \sqrt{T_{ij}} p_{ij} \right) \quad (3.18)$$

Burada T_{ij} , i ve j birimler arasındaki ortak zaman serisi gözlemlerini göstermektedir. Burada T 'nin alt kümeleri için atık değerlerinin sıfır olduğu görülmektedir (De Hoyos ve Sarafidis, 2006). Fakat grup ortalaması sıfır ve bireysel ortalama sıfırdan farklı ise nu değerin sapması gerekmektedir. (Pesaran vd., 2008) bu denkleme varyans ve ortalama'yı da ekleyerek bu durumu düzeltmiştir. Buna LM_{adj} modeli diyebiliriz.

$$LM_{adj} = \left(\frac{2}{N(N-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left[\hat{p}_{ij}^2 \left(\frac{(T-k-1)\hat{p}_{ij} - \hat{\mu}_{tij}}{v_{Tij}} \right) \right] \sim N(0,1) \quad (3.19)$$

Burada k regresör numarasını simgelerken $\hat{\mu}_{tij}$ ortalama'yı ve v_{Tij} varyansı gösterir. Bu test kapsamında yatay kesit bağımlılığının olmadığı H_0 hipotezi altında işlemektedir.

Bu çalışmada yukarıda belirtilen bilgiler ışığında öncelikle yatay kesit bağımlılığının olup olmadığı tespit edilecektir. Bunun tespiti birim kök test seçiminde bize yol gösterecektir. Serilerin durağanlığının tespitini ele alan birim kök testlerinde eğer seriler arasında yatay kesit bağımlılığı yoksa birinci nesil varsa ikinci nesil birim kök testleri uygulanmaktadır (Turgut ve Uçan, 2019).

3.7.2. Panel Birim Kök Testleri

Serilerle yapılan panel veri ve zaman serisi analizlerinde bu serilerin durağanlığının diğer bir ifadeyle birim kök içerip içermediğinin tespiti önemlidir. Çünkü durağanlık analizin ilerleyişini etkilemektedir. Seriler durağan ise farklı durağan değilse eşbütünleşme ve nedensellik analizi gibi farklı analizler kullanılmaktadır. Durağanlık beklenmedik diğer bir ifadeyle ani gelişen bir şok karşısında direnç gösterip kısa bir zaman sonra eski haline dönebilme durumunu ele alır. Örneğin ani veya rassal bir finansal krizle karşılaşan ülke kısa bir süre içerisinde direnç gösterip eski haline dönebiliyorsa durağandır. Direnç gösteremeyip eski haline dönemiyor ve yeni koşullara adapte oluyorsa durağan değildir. Uzun dönemli serilerde genellikle birden fazla rassal şoklar meydana gelir. Bu şokların etkisi geçici veya seriler dirençli ise durağanlık etkisi uzun süreli veya seriler dirençli değilse durağan dışı etki denir (Mert ve Çağlar, 2019).

Panel verilerin durağanlığını ölçen birçok test vardır. Bunlar yatay kesit bağımlılığı sonucu elde edilen bilgilere göre birinci nesil ve ikinci nesil olarak değişmektedir. Birincil nesil birim kök testleri Maddala ve Wu (1999), Hadri (2000), Choi (2001), Levin, Lin, Chu (2002), Im, Pesaran, Shin (2003) ve Breitung (2005) (Breitung ve Das, 2005; I. Choi, 2001; Hadri, 2000; Im vd., 2003; Levin vd., 2002; Maddala ve Wu, 1999) İkinci nesil birim kök testleri ise Taylor ve Sarno (1998), Breuner, Mcnown ve Wallace (2002), Moon ve Perron (2004), Bai ve Ng (2004), Pesaran (2007)'dir (Bai ve Ng, 2004; Breuer vd., 2002; Moon ve Perron, 2004;

Pesaran, 2007; Taylor ve Sarno, 1998). Serilerin birim kök içerip içermediğini gösteren (Moon ve Perron, 2004) tarafından geliştirilen Moon and Perron birim kök testi bu çalışmada kullanılacaktır.

Moon ve Perron Panel birim kök testinde bireysellik değil genel öğeler üzerinden birim kök varlığı tespit edilmeye çalışılmaktadır. Sabit etkileri göz önüne alan dinamik bir model kullanan araştırmacılar Denklem 3.20 ve 3.21'deki modeli kurmuşlardır (Moon ve Perron, 2004; Yıldırım, 2019).

$$Z_{it} = a_{it} + y_{it} \quad i = 1, \dots, N \text{ ve } t = 1, \dots, T + 1 \quad (3.20)$$

$$y_{it} = p_i y_{it-1} + e_{it} \quad (3.21)$$

Burada a_{it} sabit etkileri e_{it} hata terimlerini temsil etmektedir. $\varepsilon_{i,t}$ M tane gözlemlenemeyen tesadüfi faktörler, F_t artık şoklar, λ_i tesadüfi olmayan faktörler olduğunda ε_{it} şu şekilde hesaplanır (Moon ve Perron, 2004; Yıldırım, 2019).

$$\varepsilon_{it} = \lambda_i' F_t + e_{i,t} \quad (3.22)$$

Testin hipotezleri

$$H_0: p = 1 \text{ (tüm } i = 1, \dots, M \text{ için)}$$

$$H_1: p < 1 \text{ (bazı } i \text{ 'ler için)}. \text{ Bu hipotezleri test etmek için;}$$

$$t_a = \frac{\sqrt{NT}(\hat{P}_h^+ - 1)}{2\Phi_e^4/w_e^4} \quad (3.23)$$

$$t_b = \sqrt{NT}(\hat{P}_h^+ - 1) \sqrt{\frac{1}{NT^2} \text{tr}(Y_{-1} Q_\Lambda Y_{-1}') \frac{w_e^2}{\Phi_e^4}} \quad (3.24)$$

Hesaplanan t istatistiğinde $\hat{P}_h^+$, p'nin sapmasının düzeltilmiş halidir.

$$\hat{P}_h^+ = \frac{\text{tr}(Y_{-1} Q_\Lambda Y_{-1}') - NT \lambda_e^n}{\text{tr}(Y_{-1} Q_\Lambda Y_{-1}')} \quad (3.25)$$

Q_Λ , izdüşümü alınmış matris, $\sum_{e,i}^2$, $e_{i,t}$ 'nin varyansı, $w_{e,i}^2$, $e_{i,t}$ 'nin uzun dönemli varyansı, λ_e^i , $e_{i,t}$ 'nin tek yönlü uzun dönemli varyansı, $\sum_e^2$, w_e^2 , λ_e , yatay kesit ortalamaları, Y_{-1} , gecikmeli değişkenler matrisini ifade etmektedir. Ayrıca istatistikler N ve T sonsuza giderken ($N/T \rightarrow 0$) standart (0,1) limit dağılımına sahiptirler (Moon ve Perron, 2004; Tataloğlu, 2013; Yıldırım, 2019).

3.7.3. Eşbütünleşme Testleri

İki veya daha fazla durağan olmayan serinin bireysel anlamda trend gösterirken uzun dönemde birlikte hareket edecek şekilde durağan olmasına eşbütünleşme denir. Geleneksel zaman serisi analizinde uzun dönemli ilişkilerin tespitini sağlayan eşbütünleşme analizinin hem zaman hem de kesit boyutunu içeren panel verileri incelemek için uyarlanmış haline panel eşbütünleşme analizi denilmektedir. Zaman serisi analizlerinde kullanılan Engle-Granger ve

Johansen analizlerinin Kao, Pedroni ve Westerlund panel veri eşbütünleşme versiyonlarına geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Zaman serilerinde gerçekleştirilen eşbütünleşme analizlerine göre daha fazla gözlem içerdiği için istatistiksel gücü artırır ve kesitler arasında bireysel farklılıklar olarak adlandırılan heterojenliği kontrol eder (Ağayev, 2011; Engle ve Granger, 2015; Selim vd., 2014; Tataloğlu, 2013).

Bu çalışmada doğrusal olmayan eşbütünleşme ilişkisini inceleyen Westerlund, (2006) panel eşbütünleşme analizi kullanılacaktır. Westerlund, (2006) eşbütünleşme analizi panel veriler için kullanılan bir LM istatistiği testidir. Bir seride meydana gelen ani ve kalıcı şokları ele alan yapısal kırılmaları ve kesitlerin birbirleriyle olan ilişkisini ele alan yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadır Bunun yanında otokorelasyonu, değişen varyansı, heterojenliği de dikkate almaktadır (Selim vd., 2014). (Westerlund ve Edgerton, 2008) panel eşbütünleşme test istatistiğinin denklemi Denklem 3.26'da verilmiştir.

$$y_{it} = a_i + x'_{it}\beta_{it} + z_{it} \quad (3.26)$$

Burada $t = 1, 2, \dots, T$ zamanı, $i = 1, 2, \dots, N$ kesitleri, y_{it} = bağımlı değişkeni, a_i = kırılmadan önceki kesişimi, x'_{it} = k boyutlu regresörleri içeren vektörü, β_i = eğimi ve z_{it} = hata terimini ifade etmektedir. Denklem 3.27 ise hata terimi bileşenleri kapsamını açıklamaktadır.

$$z_{it} = \mu_{it} + \mu_{it}v_{it} = \sum_{j=1}^t \eta_{it} \quad (3.27)$$

Burada η_{it} = aynı hata terimine sahip sıfır ortalama olan ve δ_i^2 varyanslı hata terimini göstermektedir. Bu denklemlere göre oluşturulan hipotezler şu şekildedir.

$H_0: \delta_i^2 = 0$ seriler tüm i 'ler için eşbütünleşik değildir.

$H_0: \delta_i^2 > 0$ seriler bazı i 'ler için eşbütünleşiktir.

3.7.4. Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Regresyon Modeli

Bir değişkende meydana gelen değişikliğin (bağımsız) diğer değişken (bağımlı) üzerinde nasıl bir etkiye yol açtığını araştıran çalışmalarda farklı ilişkiler söz konusudur. Bunlardan en geniş kategoriye sahip ikisi doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkidir. Doğrusal ilişki bağımlı değişkendeki artış veya azalışın bağımsız değişken tarafından doğrudan (sabit) orantıyla etkilenmesidir. Doğrusal olmayan ilişki ise bağımsız değişkende meydana gelen bir değişikliğin bağımlı değişkeni sabit orantılı etkilememe veya değişen değişim oranı durumudur. Genellikle grafikte doğrusal ilişki gibi düz bir çizgiyle değil bir eğriyle gösterilir. Doğrusal ilişkiye göre çok daha karmaşık ilişkileri inceler (Amemiya, 1983; Bates ve Chambers, 2017; Grafarend vd., 2022; Mahmoudi, 2019). GYGPR (GPSTR - Generalized Panel Smooth Transition Regression – Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Panel Regresyon) analizi bu

doğrusal olmayan ilişkiyi inceleyen panel veri modellerindendir. Bu model ilk olarak Hansen, (1999) tarafından geliştirilen PTR (Panel Threshold Regression – Panel Eşik Regresyon) modelinden yola çıkarak (Gonzalez vd., (2017) tarafından geliştirilen PSTR (Panel Smooth Transition Regression – Panel Yumuşak Geçişli Regresyon) modelinin Xie ve Sun, (2020) tarafından genişletilmiş halidir (Xie ve Sun, 2020).

Hansen, (1999) PTR’de bağımsız değişkenlerin eşik değişkenleri farklı seviyelerdeyken bağımlı değişkeninin etkilenme durumunu ortaya koymaya çalışmıştır. PTR modelinde rejimler veya durumlar arası geçişin çok keskin olduğunu ve eşik değişkenin değerine göre birkaç küme veya gruba ayrıldığını söyleyen Gonzalez vd. (2005) modeli PSTR modeline genişletmiştir. PSTR modeli rejim veya durumlar arası geçişlerin keskin değil daha yumuşak (düzgün bir dönüşüm) olduğunu, eşik değerinin önceden verilmeyerek analizde hesaplandığını ve eşik değişkeninin açıklayıcı değişken olarak ta eklendiğinden açıklanan değişken üzerindeki etkinin daha iyi görüleceğidir (Bessec ve Fouquau, 2008; Destais vd., 2007; Duarte vd., 2013; Gonzalez vd., 2017; Xie vd., 2020). Basit bir PSTR modeli (iki uç rejime sahip) şu şekildedir.

$$y_{it} = \mu_i + \lambda_t + \beta'_0 x_{it} + \beta'_1 x_{it} g(q_{it}; \gamma, c) + u_{it} \quad (3.28)$$

Burada $i = 1, 2, \dots, N$ ve $t = 1, 2, \dots, T$ için N panelin kesit T de zaman boyutlarını ifade etmektedir. Bağımlı değişken y_{it} skaler, x_{it} zamanla değişen dışsal değişkenlerin k boyutlu vektörü, μ_i sabit bireysel etki, λ_t zaman etkilerini, u_{it} hata terimini ifade eder. Denklemdaki $g(q_{it}; \gamma, c)$ geçiş fonksiyonudur. $g(q_{it}; \gamma, c)$, gözlemlenebilir değişken q_{it} ’nin sürekli fonksiyonudur ve o ile 1 arasında olacak şekilde normalize edilmiştir. Bu iki uç değer regresyon katsayıları β_0 ve $\beta_0 + \beta_1$ ile ilişkilidir. Geçiş değişkeni q_{it} ’nin değeri $g(q_{it}; \gamma, c)$ değerini ve dolayısıyla t zamanındaki bireysel i için etkin regresyon katsayıları $\beta_0 + \beta_1 g(q_{it}; \gamma, c)$ ’yi belirler. (Jansen ve Teräsvirta, 1996; Teräsvirta, 1994; Teräsvirta ve Timo, 1996) tarafından belirtilen Denklem 3.30’daki lojistik fonksiyon haline çevrilmektedir.

PSTR analizi zaman etkilerinin heterojenliği ve kontrol değişkenlerinin rolünün göz ardı edilmesinden dolayı Xie vd., (2020) tarafından geliştirilmiştir. Model Denklem 3.29’daki halini almıştır (Xie vd., 2020).

$$y_{it} = \mu_i + \varphi' x_{it} + \sum_{j=1}^r \beta'_j x_{it} g(q_{it}; \gamma_j; c_j) + a' z_{it} + u_{it} \quad (3.29)$$

Burada x_{it} bağımsız değişkeni, z_{it} kontrol değişkeni, φ doğrusal bileşenlerin katsayısı β_j doğrusal olmayan bileşenlerin katsayısı x_{it} ; z_{it} kontrol değişkenleri, a ; μ_i bireysel sabit etkileri, u_i hata terimini, $g(q_{it}; \gamma_j; c_j)$ geçiş fonksiyonunu ve r geçiş fonksiyonu parametresini ifade etmektedir. Geçiş fonksiyonunun formu Denklem 3.30’da belirtilen lojistik bir yapıdadır (Q. Xie vd., 2020; Q. Xie ve Sun, 2020).

$$g_j(q_{it}; \gamma_j, c_j) = [1 + \exp(-\gamma_j \prod_{k=1}^m (q_{it} - c_{j,k}))]^{-1} \quad (3.30)$$

Burada γ_j eğim parametresini (düzgün dönüşüm eğrisi), c_j tahmin edici konum parametresini ifade eder ve $c_j, 1 \leq c_j, 2 \leq \dots \leq c_j, m$ (m = konum parametreleri sayısı) şeklindedir. Bu durumda çalışmanın modeli Denklem 3.31'deki gibi olacaktır (Xie ve Sun, 2020).

$$g_j(\ln LPI_{it}; \gamma_j, c_j) = [1 + \exp(-\gamma_j \prod_{k=1}^m (\ln LPI_{it} - c_{j,k}))]^{-1} \quad (3.31)$$

$\gamma_j \rightarrow 0$ olduğunda GYGPR doğrusal panel modeline dönüşecektir. Çalışmada $m = 1$ ve $m = 1$ için geçiş fonksiyonu q_{it} düşük ve yüksek uç rejimlerine karşılık gelen $[0, 1]$ kümesindeki değerleri alacaktır. Model 3.31'deki katsayılar $\ln LPI_{it}$ arttıkça ϑ den $\vartheta + \beta_{01} + \beta_{11}$ 'e düzgün bir şekilde değişir.

Çalışmada kullanılan iki rejimli değişkenleri eklenmiş nihai model denklem 3.32'de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \ln EF_{it} = & a_i + \lambda_t + \vartheta \ln LPI_{it} + \sum_{j=1}^r \{ \beta_{0j} \ln LPI_{it} g_j(\ln GP_{it}; \gamma_j, c_j) + \\ & \beta_{1j} \ln LPI_{it} g_j(\ln GP_{it}; \gamma_j, c_j) \} + \varphi_1 \ln GP_{it} + \delta_1 \ln TO_{it} + \delta_2 \ln TES_{it} + \delta_3 \ln IND_{it} + \\ & \delta_4 \ln UP_{it} + \delta_5 \ln FDI_{it} + \delta_6 \ln GDP_{it} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (3.32)$$

GYGPR modelinin tahmininden önce bazı ön testler yapılmalıdır. Bunlar; doğrusal olmayan bir ilişkinin tespiti için doğrusallık testi ve geçiş fonksiyonlarının sayısını ve uygun konum parametresini gösteren heterojenlik testi. Öncelikle bu iki adımı açıklayalım.

Doğrusallık testi için hipotezler;

$$H_0: r = 0$$

H_0 : Herhangi bir düzgün geçiş fonksiyonu içermediğinden doğrusaldır.

$$H_1: r \geq 1$$

H_1 : En az bir düzgün geçiş fonksiyonu içerdiğinden doğrusal değildir.

Burada beklenen H_0 'ın reddedilerek modelin doğrusal olmadığını kanıtlamaktır. Eğer reddedilemezse GYGPR analizini yapmaya gerek yoktur (Xie vd., 2020). Bunu test etmek için Denklem 3.33'teki LM_F istatistiği kullanılır.

$$LM_F = \frac{(SSR_0 - SSR_1) / 2m}{SSR_1 / (TN - N - 2m - 6)} \sim F(2m, TN - T - 2m - 6), \quad (3.33)$$

Burada $H_0: r = 0$ ve $H_0: r \geq 1$ kapsamında SSR_0 ve SSR_1 kalıntıların toplamını temsil eder (Q. Xie vd., 2020).

Heterojenlik için kurulan hipotezler;

$$H_0: r = 1$$

$$H_1: r \geq 2$$

Doğrusallık testine benzer LM_F istatistiği kullanılarak test edilir. H_0 reddedilmeye devam ederse kabul edilene kadar kalan heterojenlik yok hipotezi ilk kez kabul edilene kadar devam eder. Heterojenlik testi tamamlandıktan sonra konum parametre sayısı olan m seçilir. m

seçilirken Gonzalez vd., (2017) ve González ve Terasvirta, (2004)'e göre F istatistiği yüksek olan veya Akaike bilgi kriteri olan AIC ve Bayes bilgi kriteri olan BIC en küçüklenerek seçilebilir (Xie vd., 2020). Bu ön testler gerçekleştirildikten sonra Denklem 3.32'de verilen GYGPR model tahmini gerçekleştirilecektir.

3.8. Analiz Sonuçları

3.8.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Çevre kirliliği doğrudan ve doğa üzerinden dolaylı olarak insan yaşamını ciddi derecede olumsuz etkilemektedir. Bu etkinin gelecekte ulaşabileceği potansiyeller ile ilgili de çok fazla senaryo bulunmaktadır. İnsan yaşamına bu kadar olumsuzluk yaratan bir alanın araştırılması da önemli bir hale gelmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların genel amacı çevre kirliliğine neden olan faktörlerin tespiti, sonuçları ve gelecekte bu olumsuz etkilerin azaltılması için alınabilecek önlemlerin tespiti olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla bu alana yapılacak katkılar önemlidir. Çalışmada lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki etkisinde yeşil inovasyonun rolü OECD ülkelerinde GYGPR modeli aracılığıyla incelenmiştir. Bu kapsamda bağımlı değişken çevre kirliliğini temsilen ekolojik ayak izi (EF); bağımsız değişken, model I de eşik değişkeni ve yeşil inovasyonla çarpılarak kontrol değişkeni olarak lojistik performansı temsilen lojistik performans endeksi (LPI); Model II'de eşik ve lojistik performansla çarpılarak her iki modelde de kontrol değişkeni olarak yeşil inovasyonu temsilen çevresel patent miktarı (GP); ticari açıklık (TO), enerji tedarikini temsilen toplam enerji arzı (TES), sanayileşmeyi temsilen inşaat dahil endüstri üretimi (IND), kentleşmeyi temsilen kentleşme oranı (UP), yabancı yatırımları temsilen doğrudan yabancı yatırım girişleri (FDI) ve ekonomik büyümeyi temsilen kişi başı GSYH (GDP) kontrol değişkeni olarak ele alınmıştır. Bu değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3.3'te verilmiştir.

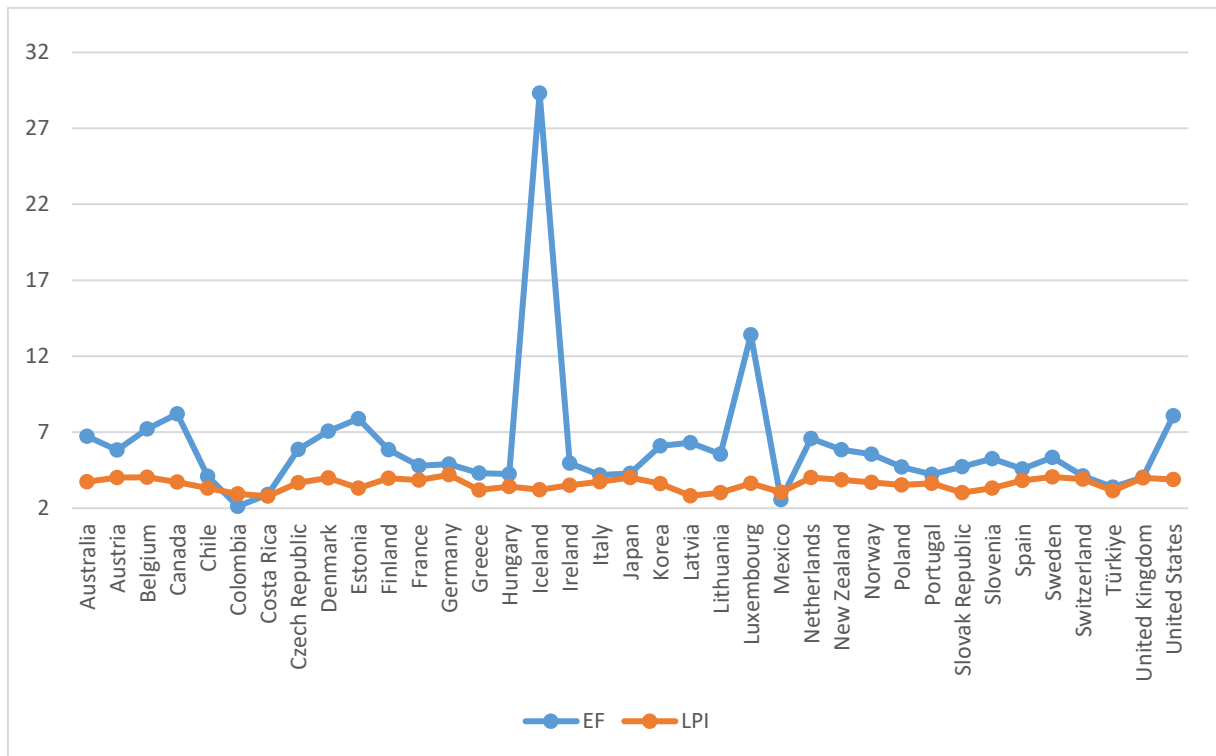
Tablo 3.3 Tanımlayıcı istatistikler

	Mean	Median	Std. Sapma	Maks.	Min.	Göz. Say.
EF	6,1	5,6	3,7	33,3	2,0	215
LPI	3,6	3,7	0,4	4,2	2,5	215
GP	963,8	75,1	2853,4	17874,4	0,0	215
GDP	36041,5	34081,1	22711,0	112417,9	4890,3	215
TO	98,6	80,2	58,6	362,4	26,6	215
TES	6285,7	1557,6	15346,3	97818,5	154,6	215
IND	2,6	2,4	3,9	14,7	-14,1	215
UP	0,9	0,8	0,8	3,2	-1,2	215
FDI	4,1	2,7	15,1	86,5	-117,4	215

Not: Std. Sapma: Standard Sapma, Maks.: Maksimum, Min.: Minimum, Göz. Say.: Gözlem Sayısı

Tablo 3.3. incelendiğinde ve verilere detaylı bakıldığında OECD ülkeleri arasında ekolojik ayak izine sahip en yüksek ülke 2007 yılında kişi başına 33,33'le İzlanda olarak gerçekleşmiştir. En düşük ise 2012 yılında Kolombiya'da kişi başına 1,96 olarak tespit edilmiştir. Lojistik performans endeksi kapsamında incelediğimizde ün yüksek 2016 yılında 4,23'lük skorla Almanya ön plana çıkarken en düşük 2007 yılında 2,50'lik skorla Kolombiya ön plana çıkmaktadır. Çevresel patent başvuruları en yüksek ülke 2012 yılında yaptığı 17874 başvuru ile Amerika Birleşik Devletleridir. Bu başarı diğer yıllarda da diğer ülkelere göre en yüksektir. Bunun yanında Japonya her dönem ikinci sırada yer almıştır. En düşük patent sayıları incelendiğinde 2007 yılında Kosta Rika, Litvanya, Slovenya ve 2010 yılında Kosta Rika, Litvanya, Letonya ülkeleri sıfır başvuru sahibi olmakla başvuru sayısı sıralamalarında en son sıralarda yer almaktadır. Ülkelerin dış ticaret hacminin GSYH'ye oranı olarak hesaplanan ticari açıklıkta en yüksek orana sahip olan ülke 362,4 oranla 2018 yılında Lüksemburg olmuştur. Lüksemburg bu anlamda her yıl ilk sırada yer alan ülke olmuştur. Bunun yanında İrlanda 2007 yılı hariç ikinci, Slovakya ise 2007 ve 2010 hariç bütün yıllarda üçüncü olmuştur. En düşük orana sahip ülke 26,6 oranla Amerika Birleşik Devletleri olmuştur. ABD 2012 yılı hariç her yıl son sıralarda yer almıştır. Toplam enerji tedarikinde sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Almanya her yıl ve aynı sırada ilk üçü oluşturmaktadır. En fazla 2007 yılında ABD 97818,5 pj veriye sahiptir. En düşük enerji tedariki ise her yılda da Lüksemburg'da olmuştur. 2016 yılında en düşük enerji tedarikine sahip ülke toplam 154,6 pj enerji tedariki gerçekleştirmiştir. İnşaat dahil endüstrinin GDP'ye oranının artış hızı en yüksek olan ülke 2010 yılında 14,7'lik oranla Almanya olmuştur. En düşük orana sahip ülke ise 2010 yılında -14,1'lik oranla Yunanistan'dır. Kentleşme oranı büyümesinin en yüksek olduğu ülke 3,22 oranla 2007 yılında İrlanda, en düşük olduğu ülke ise -2,2 oranla 2010 yılında Litvanya olmuştur. Son olarak

doğrudan yabancı yatırım girişlerinin GDP'ye oranı gösteren verilerde en üst sırada 2007 yılındaki 86,5'lik oranıyla Hollanda yer almaktadır. En alt sırada ise -117,4'lük oranla 2018 yılında Lüksemburg bulunmaktadır. Ekonomik büyümeyi temsilen ele alınan GDP kişi başına düşen GSYH'yı göstermektedir. En yüksek ülke 2007 yılında \$112417,9 ile Lüksemburg olmuştur. Diğer yıllarda da Lüksemburg ilk sırada yer almaktadır. Bütün yıllarda ikinci sırayı İsviçre alırken üçüncü sırayı ise Norveç almaktadır. Son sırada ise her yılda Kolombiya yer alır (2018=\$4890,3). 2007 ve 2010 yıllarında Türkiye en düşük kişi başı GSYH'ye (2007=\$8483,97, 2010=\$84913,59) sahip ikinci ülke olmuştur.



Grafik 3.1 2018 Yılında Ülkelere Göre Ekolojik Ayak İzi ve Lojistik Performans Endeksi

Grafik 3.1. incelendiğinde ekolojik ayak izi 2018 yılında en yüksek olan ülkenin net bir şekilde İzlanda (29,33) olduğu görülmektedir. İkinci sırayı 13,41'lik skorla Lüksemburg alırken üçüncü sırayı 8,02 skorla Kanada ve dördüncü sırayı 8,09'luk skorla ABD almaktadır. Lojistik performans endeksinde ilk sırayı 4,20'lik skorla Almanya, ikinci sırayı 4,05'lik skorla İsveç, üçüncü sırayı 4,04'lük skorla Belçika almaktadır. Ülkemiz ise ekolojik ayak izinde 3,39'luk lojistik performans endekste 3,15'lik bir skor elde etmiştir. LPI da son sıralarda yer alan ülkemiz çevre kirliliğinin göstergesi olan ekolojik ayak izinde de son sıralarda yer aldığı için çevreye daha az zarar veren ülkeler arasında yer alır diyebiliriz.

3.8.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide yeşil inovasyonun rolünün incelendiği çalışmada öncelikle yatay kesit bağımlılığı testi gerçekleştirilmiştir. Yatay kesit bağımlılığı farklı birimlerin aynı zaman diliminde ölçüldüğü durumlarda ülkeler, bireyler gibi gruplar arasında ilişkinin varlığını tespit etmeye çalışır. Kısaca bir ülkede meydana gelen ani bir şokun diğer ülkeleri etkileyip etkilemediğini araştırır. Bu çalışmada bunu tespit etmek için Pesaran vd., (2008) tarafından geliştirilen LM_{adj} testi uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı sonuçları Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4 Yatay Kesit bağımlılığı

	CD_{BP}	CD_{LM}	CD	LM_{adj}
EF	54,90***	7,28 ***	-4,30 ***	8,26 ***
LPI	155,92***	25,73 ***	-3,34 ***	7,52 ***
GP	82,06***	12,24***	-4,29 ***	1,47 *
GDP	29,52**	2,65***	-2,09**	14,83***
TO	55,44***	7,38 ***	-2,34 ***	4,31 ***
IND	34,34***	3,53 ***	-2,99 **	15,54***
UP	36,91***	3,99 ***	-1,49 *	9,40 ***
FDI	40,69***	4,69 ***	-2,28 **	13,32***
TES	32,33***	3,16 ***	-2,26 **	3,60 ***

CD_{LM} : Pesaran 2004 CD_{LM} test, CD_{BP} : Breusch and Pagan 1980 test, LM_{adj} : Bias-adjusted CD test and, CD : Pesaran 2004 CD test. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.4'te görüldüğü üzere ekolojik ayak izi, lojistik performans endeksi, yeşil inovasyon, ticari açıklık, endüstri, kentsel nüfus, doğrudan yabancı yatırımlar ve toplam enerji tedariki arasında yatay kesit bağımlılığı mevcuttur. P_{value} değerleri tamamında %10'dan küçük olduğundan Denklem 3.13'te belirttiğimiz H_0 hipotezi olan “yatay kesit bağımlılığı yoktur” hipotezi reddedilmiştir. Buna karşın Denklem 3.14'te belirttiğimiz H_1 hipotezi olan “yatay kesit bağımlılığı vardır” hipotezi kabul edilmiştir. Bu sonuçların birim kök testinin seçiminde önemli olduğunu belirtmiştik. Panel veri analizlerinde kesitler arasında bağıllık olduğunda ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Turgut ve Uçan, 2019).

3.8.3. Birim Kök Test Sonuçları

Serilerin durağanlığının tespiti için yapılan birim kök testleri analizin ilerleyişini etkilemektedir. Serilerin durağan olup olmamasına göre analizler farklılaşmaktadır. Durağanlık

ise beklenmedik şekilde gelişen durumlara karşı koyulan direnci gösterir. Uzun dönemli serilerde genellikle birden fazla rassal şoklar meydana gelir. Rassal meydana gelebilen bu durumlara karşı kısa sürede direnç sağlanabiliyorsa seriler durağandır. Direnç gösterilemeyip eski haline dönemiyor veya koşullara adapte olunuyorsa durağanlık söz konusu değildir. Birim kök testleri yatay kesit bağımlılığı içeren ve içermeyen verilere göre farklılık gösterir. Yatay kesit bağımlılığı yoksa birinci nesil, varsa ikinci nesil birim kök testleri gerçekleştirilir. Çalışmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil birim kök testlerinden Moon ve Perron, (2004) birim kök testi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5 Moon ve Perron (2004) Panel Birim Kök Test Sonuçları

	r	ta*	tb*	pool*
EF	5	-10.657 ***	-96.760 ***	0.0389
LPI	4	-10.512 ***	-30.239 ***	-0.0407
LPI*GP	5	-6.153 ***	-45.495 ***	-0.0336
GDP	1	-5.943 ***	-5.988 ***	0.4433
TO	1	-6.078 ***	-6.430 ***	0.02674
TES	3	-10.046 ***	-14.540 ***	-0.0439
IND	1	-11.458 ***	-16.513 ***	0.0502
UP	1	-8.182 ***	-5.350 ***	-0.0775
FDI	5	-8.126 ***	-2.777 ***	-0.0596

Not: r ortak faktörlerin tahmini sayısıdır. ta* ve tb*, faktörsüzleştirilmiş panel verilerine dayanan birim kök test istatistikleridir. pool* otoregresif parametrenin düzeltilmiş tahminleridir. *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.5'te verilen Moon ve Perron, (2004) ikinci nesil birim kök testleri incelendiğinde serilerin birim kök içerdiği savunan H_0 hipotezi kuvvetli bir şekilde reddedilerek serilerin düzey değer de $I(0)$ durağan olduğu görülmektedir. Serilerin birim kök içermemesi ve düzey değer de durağan olması çalışmada eşbütünleşme analizinin yapılabileceğini ortaya koymaktadır.

3.8.4. Eşbütünleşme Testleri

İki veya daha fazla durağan olmayan serinin bireysel anlamda trend gösterirken uzun dönemde birlikte hareket edecek şekilde durağan olmasına eşbütünleşme denir. Bu çalışmada doğrusal olmayan eşbütünleşme ilişkisini inceleyen Westerlund, (2006) panel eşbütünleşme

analizi kullanılmıştır. Westerlund, (2006) eşbütünleşme analizi panel veriler için kullanılan bir LM istatistiği testidir. Bir seride meydana gelen ani ve kalıcı şokları ele alan yapısal kırılmaları ve kesitlerin birbirleriyle olan ilişkisini ele alan yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadır. Bunun yanında otokorelasyonu, değişen varyansı, heterojenliği de dikkate almaktadır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6 Panel eşbütünleşme testi sonuçları

<i>Model</i>	<i>Zϕ(N)</i>	<i>Zτ(N)</i>
Eğim ₁	-3.577***	-2.567***
Eğim ₂ (Trend)	-7.738***	-4.433***

Not: LM tabanlı test istatistiklerinin *Z ϕ (N)* ve *Z τ (N)* dağılımları normaldir.

Bai ve Ng, (2004) tarafından önerilen bilgi kriterleri, ortak faktörlerin sayısını belirlemek için kullanılır (maksimum 5).

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.6’da incelendiğinde ekolojik ayak izi ve lojistik performans endeksi arasındaki ilişkide yapılan eşbütünleşme analizinin H_0 hipotezinin kuvvetli bir şekilde reddedildiği görülmektedir. Bunu analiz sonuçlarının %1 anlamlılık düzeyinde olması göstermektedir. H_0 eşbütünleşmenin olmadığını belirtir. Sonuç olarak ilişkide eşbütünleşme olduğu diğer bir ifadeyle seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu söylenebilir. Bu adımdan sonra GYGPR analizine geçilecektir.

3.8.5. Genelleştirilmiş Yumuşak Geçişli Regresyon Tahmin Sonuçları

Eşbütünleşme analizi sonucu uzun dönemli bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla GYGPR analizine geçilebilecektir. Burada ön testler yapılacaktır. Bu ön testlerin amacı modelin doğrusal olup olamama durumunun ve heterojenliğin tespitidir. Fakat çalışmada iki farklı model kurulmuştur. Birinci modelde lojistik performansın çevre kirliliği ile ilişkisinde lojistik performans için bir eşik seviyesi belirleyerek lojistik performans bu eşik seviyesinin altında ve üstünde olduğunda lojistik performanstaki bir artışın çevre kirliliğini nasıl etkilediği tespit edilmiştir. Sonrasında yeşil inovasyon lojistik performans ile çarpılıp modele kontrol değişkeni olarak eklenerek lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde rol oynayıp oynamadığı tespit edilmiştir. Daha sonra STIRPAT modelinden yola çıkılarak elde edilen diğer kontrol değişkenleri eklenerek lojistik performansın eşik olduğu durumda kontrol değişkenlerinin çevre kirliliğini nasıl etkilediği görülmüştür. Birinci modelde (Denklem 3.7) Lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide yeşil inovasyonun rolü tespit edildikten sonra ikinci modelde (Denklem 3.8) eşik değişkeni lojistik performans yerine yeşil inovasyon

olarak değiştirilmiştir. Bu model de de yeşil inovasyona ilişkin belirli bir eşik seviyesi belirlenmiştir. Bu adım sonucunda yeşil inovasyon bu eşik seviyesinin altında ve üstünde olduğunda lojistik performanstaki artışın çevre kirliliğini nasıl etkilediği incelenmiştir. Daha sonra yine yeşil inovasyon lojistik performansla çarpılarak kontrol değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Burada yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde yeşil inovasyonun etkisi tespit edilmiştir. Son olarak modele STIRPAT modelinden yola çıkılarak elde edilen diğer kontrol değişkenleri dahil edilmiştir. Dolayısıyla her iki model de de öncelikle doğrusallık ve heterojenlik testi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ise GYGPR modeli tahmin edilmiştir. Sonuçlar **Model I** ve **Model II** olarak ayrı ayrı verilmiştir.

3.8.5.1. Model I

Çalışmada tahmin edilen ilk model Denklem 3.7 kapsamında lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki doğrusal olmayan ilişkide lojistik performansa ilişkin bir eşik değeri belirlemektir. Lojistik performans bu eşik değerinin altında ve üstünde iken lojistik performanstaki artışın çevre kirliliğine etkisi tespit edilmiştir. Bu lojistik performansın çevre kirliliği ile doğrusal olmayan ilişkide doğrudan etkisini ortaya koyacaktır. Daha sonra yeşil inovasyon ve lojistik performans çarpılarak kontrol değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Buda lojistik performansın çevre kirliliği ile doğrusal olmayan ilişkisinde lojistik performansın yeşil inovasyon üzerinden dolaylı etkisini ortaya koyacaktır. Sonrasında ise STRIPAT yöntemi kapsamında diğer kontrol değişkenleri modele dahil edilecektir. Burada da lojistik performansın eşik olduğu bir durumda kontrol değişkenlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Model I tahmin edilirken öncelikle kontrol değişkenleri olmadan model tek başına tahmin edilecektir. Sonrasında kontrol değişkenleri tek tek modele dahil edilmiştir. Fakat sonuçlar benzer çıktığı için çalışmada verilmemiştir. Bunun yerine kontrol değişkenlerinin tamamı eklenerek yapılan tahmin verilmiştir. Böyle yapmanın modelin sağlamlığını ve güvenilirliğini test etmenin bir yolu olarak yapılması uygun görülmüştür (Altınok vd., 2024; Aydın vd., 2023; Merdivenci vd., 2024). Sonuçlarda eşik değerleri birbirine benzer çıktığı için modelin sağlamlığı kontrol edilmiş olup sorun teşkil etmediği görülmüştür. Bu sonuçları vermeden önce ön testler olan doğrusallık ve heterojenlik testi sonuçları Tablo 3.7 ve Tablo 3.8’de incelenmiştir.

Tablo 3.7 Model I Doğrusallık Testi Sonuçları

<i>Eşik Değişkeni (Lojistik Performans)</i>		
H_0 : Doğrusal Model H_1 : En az bir tane eşik değişkenine sahip GPSTR Modeli		
	Model	Model ve Kontrol Değişkenleri
LM	31.73*** (0.000)	25.68*** (0.000)
LM_F	30.35*** (0.000)	23.15*** (0.000)
LRT	34.24*** (0.000)	27.29*** (0.000)

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Doğrusal ilişki bağımlı değişkendeki artış veya azalışın bağımsız değişken tarafından doğrudan (sabit) orantıyla etkilenmesidir. Doğrusal olmayan ilişki ise bağımsız değişkende meydana gelen bir değişikliğin bağımlı değişkeni sabit orantılı etkilememe veya değişen değişim oranı durumudur. Tablo 3.7 incelendiğinde modelin tek başına ve kontrol değişkenleri ile birlikte yer aldığı 2 ayrı doğrusallık modeli tahmin sonuçları verilmiştir. Buna göre hem model tek başına hem de kontrol değişkenleri dahil edildiğinde P_{value} değerleri %1 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezi olan “Herhangi bir düzgün geçiş fonksiyonu içermediğinden doğrusaldır.” hipotezi kuvvetli bir şekilde reddedilmiştir. Buda en az bir düzgün geçiş fonksiyonuna sahip doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Sonrasında ise rejim sayısının belirlenmesi aşaması olan uygun parametre sayısının bulunması sağlanmıştır. Tablo 3.8’de sonuçlar belirtilmiştir.

Tablo 3.8 Model I Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması

<i>Eşik Değişkeni (Lojistik Performans)</i>		
H_0 : $r = 1$ vs H_1 : $r = 2$		
	Model	Model ve Kontrol Değişkenleri
LM	0.05 (0.820)	0.15 (0.701)
LM_F	0.04 (0.837)	0.12 (0.728)
LRT	0.05 (0.820)	0.15 (0.701)

Tablo 3.8’de görüldüğü üzere modeldeki bir rejim sayısına sahip olma durumunu gösteren H_0 hipotezi reddedilememiştir. Diğer bir ifadeyle lojistik performans ve çevre kirliliği arasında kesinlikle doğrusal olmayan bir ilişki vardır ve lojistik performansa ilişkin bir eşik değeri bulunmaktadır sonucu çıkmıştır. Dolayısıyla bu durum modelin eşik seviyesinin altı ve üstü olarak iki rejime sahip GYGPR analizi ile değerlendirilmesinin uygun olduğunu göstermektedir. Bu aşamadan sonra modelin tahminine geçilmiştir. Öncelikle modelin kontrol değişkenleri olmadan sonucu Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9 Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden GYGPR Model I Tahmin Sonuçları

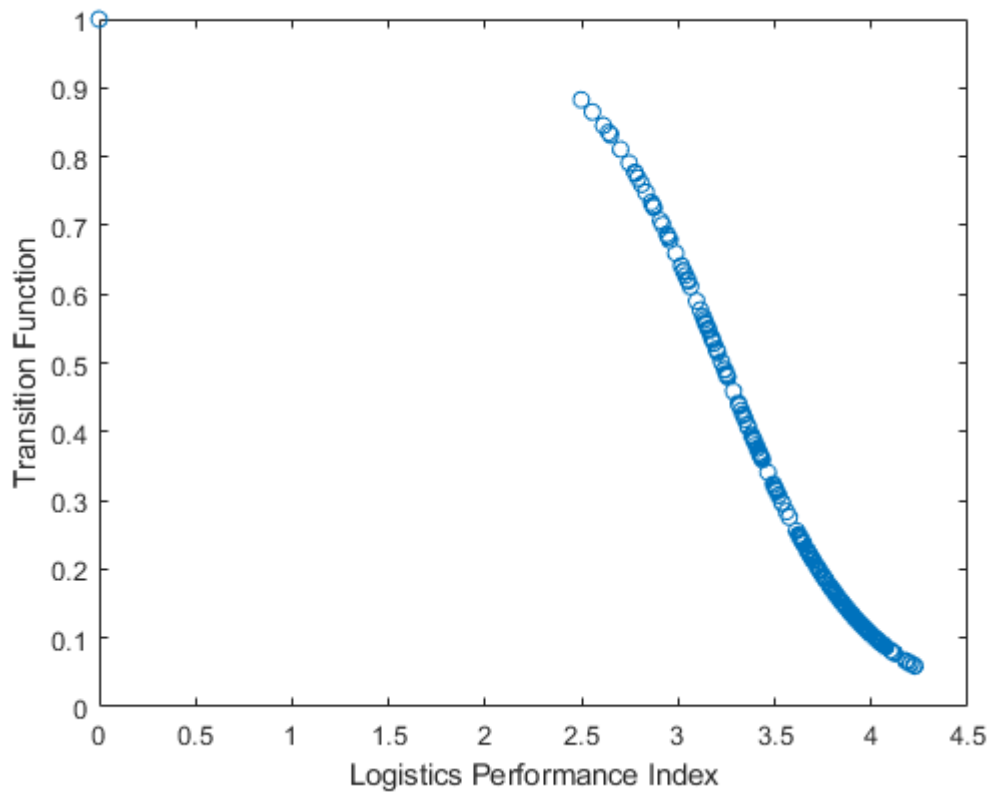
<i>Eşik Değişkeni (Lojistik Performans $m=1, r=1$)</i>	<i>Doğrudan Etki</i>		
	<i>Doğrusal Bileşen</i>	<i>Doğrusal Olmayan Bileşen</i>	<i>Dolaylı Etki</i>
<i>LPI</i>	-1.4652*** (0.6790)	-2.6909*** (0.1342)	-0.1218*** (0.0589)
<i>Konum Parametresi, θ</i>	3.2263		
<i>Geçiş Parametresi, γ</i>	-2.7671		
<i>R²</i>	0.414		
<i>F-İstatistik</i>	21.063***		

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.9’da görüldüğü gibi R^2 nispeten yüksek ve F-İstatistik %1 anlamlılık seviyesine sahiptir. Bu modelin tüm gözlemler için uygun olduğunu göstermektedir. Modelin konum parametresi olan lojistik performans endeksi (*LPI*) eşik seviyesi 3.2263 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle lojistik performans için eşik değeri (c) 3.2263’tür. Lojistik performans endeksi $0 < LPI < 3,2263$ olduğunda düşük rejim geçerlidir. Dolayısıyla lojistik performansı 3,2263’ten düşük olan ülkeler ilk rejimi oluşturmaktadır. Modelde lojistik performans endeksi 3,2263’ten düşük olduğunda lojistik performansa dair tahmin edilen katsayı (β_0), %1 anlamlılığa sahip olarak negatif değere (-1.4652) sahiptir. Buda lojistik performansı eşik seviyesinin (3,2263) altında yer alan ülkelerde lojistik performans artışı gerçekleşirse çevre kirliliğinin azalacağını göstermektedir.

Lojistik performans endeksi 3.2263 seviyesinin üstünde diğer bir ifadeyle $LPI > 3,2263$ ($3,2263 < LPI$) olduğunda yüksek rejim geçerlidir. Lojistik performansı 3.2263 skorun üzerinde olan ülkeler ikinci rejimi oluşturmaktadır. Modelde lojistik performans endeksi 3,2263’ten yüksek olduğunda lojistik performansa dair tahmin edilen katsayı ($\beta_0 + \beta_1$), %1 anlamlılığa sahip olarak negatif değere (-2.6909) sahiptir. Buda lojistik performansı eşik seviyesinin üstünde yer alan ülkelerde lojistik performans artışı gerçekleşirse çevre kirliliğinin

daha fazla azalacağını göstermektedir. Bu durum lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan etkilerinin doğrusal katsayısının (-1.4652) ve doğrusal olmayan etkisinin (-1.2257) olduğunu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtir. Dolayısıyla lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan etkisinin katsayıları $[-2.6909, -1.4652]$ aralığındadır. Bu durum lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki etkisinin doğrudan negatif olduğunu gösterir. Buda lojistik performanstaki bir artışın çevre kirliliğini azalttığını gösterir. Yeşil yeniliğin bu ilişkideki rolünü gösteren lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal olmayan dolaylı etkisi katsayısı $(-0,1218)$ 'dir. Bu durum %1 güvenilirlik düzeyinde anlamlıdır. Bu dolaylı etkinin katsayı aralığı $[-0,1218, 0,0000]$ 'dır. Bu sonuç yeşil inovasyonun lojistik performans üzerine etki ederek çevre kirliliğini azaltmaya yönelik bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Lojistik performansın çevre kirliliğine olan toplam etkisinin katsayı aralığı ise $[-2.8121, -1,4652]$ olarak hesaplanır. Bu durum lojistik performans ve çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğunu ve yeşil yeniliğin bu ilişkiyi negatif yönde desteklediğini gösterir.



Şekil 3.1 Lojistik Performansa Dair Model I'de Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden Tahmini Geçiş Fonksiyonu

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi geçiş fonksiyonu 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer eşik değere göre rejimler arası geçişi göstermektedir. Ayrıca Model I de kontrol değişkenleri hariç eşik değeri belirlendiğinde eşik değerinin 3.2263 olduğu görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi lojistik performansın düşük olduğu rejimden yüksek olduğu rejim arası geçiş

ani değil yumuşaktır. Bu geçişin yumuşak olduğunu eğim parametresinin düşük değer alması desteklemektedir (-2,7671).

Tablo 3.10 2018 Yılı Verilerine Göre Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden Model I’de Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu

Model I (Kontrol Değişkenleri Hariç)		
Lojistik Performans Eşik Değeri=3.2263 – Yüksekten Düşüğe Sıralama		
Eşik Değerinin Altında Yer Alan Ülkeler	Eşik Değerinin Üstünde Yer Alan Ülkeler	
İzlanda	Almanya	Avustralya
Yunanistan	İsveç	İtalya
Türkiye	Belçika	Kanada
Meksika	Avusturya	Norveç
Slovakya	Japonya	Çek Cumhuriyeti
Litvanya	Hollanda	Portekiz
Kolombiya	Danimarka	Lüksemburg
Letonya	Birleşik Krallık	Kore
Kosta Rika	Finlandiya	Polonya
	İsviçre	İrlanda
	Amerika Birleşik Devletleri	Macaristan
	Yeni Zelanda	Şili
	Fransa	Slovenya
	İspanya	Estonya

Tablo 3.10’a bakıldığında 2018 yılı verilerine göre lojistik performansın eşik değerinin altında kalan 9 ülke olduğu görülmektedir. Buna karşın 28 ülke eşik değerinin üstünde yer almıştır. Bu durum ülkelerin çoğunluğunun çevreye daha az zarar vermektedir diyebiliriz. Çalışmanın devamında modele kontrol değişkenleri eklenerek bu tahminler yinelenecaktır. Sonuçlar Tablo 3.11’de verilmiştir.

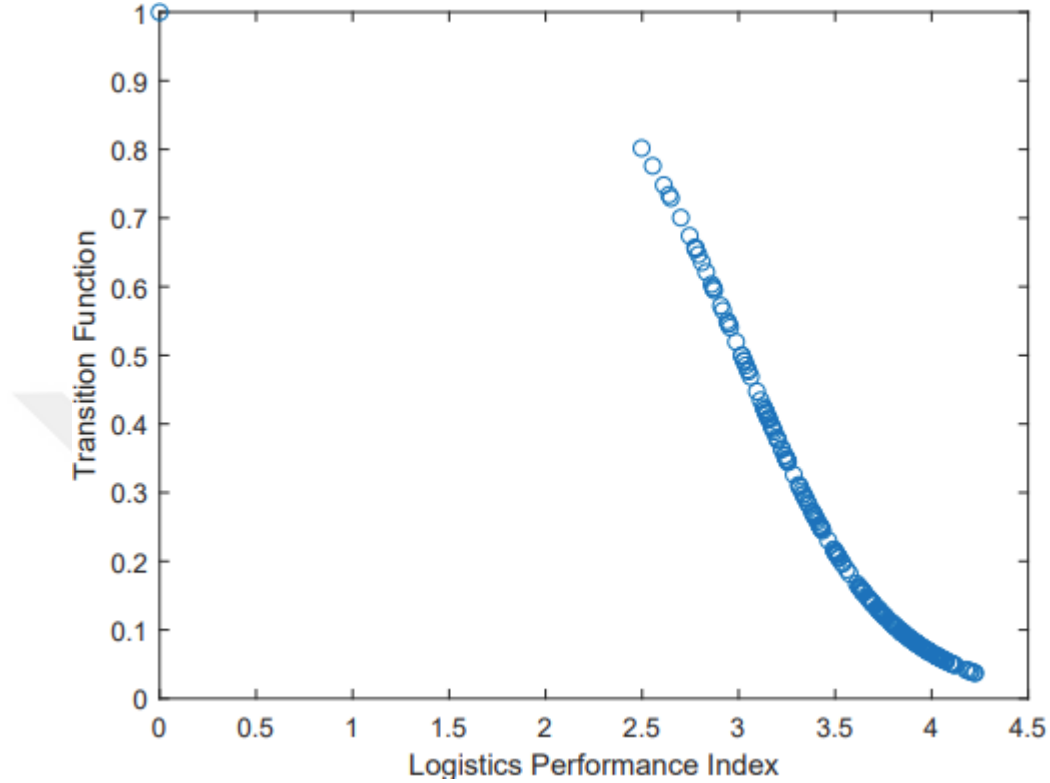
Tablo 3.11 Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra GYGPR Model I Tahmin Sonuçları

Eşik Değişkeni (Lojistik Performans)	Doğrudan Etki		
	Doğrusal Bileşen	Doğrusal Olmayan Bileşen	Dolaylı Etki
<i>LPI</i>	-1.1931*** (0.5324)	-2.3677*** (0.1228)	-0.1008*** (0.0389)
<i>GDP</i>	0.1287*** (0.0294)	-	-
<i>TO</i>	1.5678*** (0.2965)	-	-
<i>TES</i>	0.9301*** (0.3446)	-	-
<i>IND</i>	-0.0401*** (0.0134)	-	-
<i>UP</i>	0.6122*** (0.1074)	-	-
<i>FDI</i>	0.0096 (0.0078)	-	-
Konum Parametresi, θ	3.0163		
Geçiş Parametresi, γ	-2.6921		
R^2	0.570		
<i>F-İstatistik</i>	19.096***		

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.11’da Tablo 3.9’a benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır. Lojistik performansın eşik değeri 3,0163 olarak belirlenmiş ve Tablo 3.9’dakine yakın bir sonuç çıkmıştır. Lojistik performans endeksi $0 < LPI < 3,0163$ olduğunda düşük rejim, $LPI > 3,0163$ ($3,0163 < LPI$) olduğunda yüksek rejim geçerlidir. İstatistiksel olarak %1 güvenilirlik seviyesinde anlamlıdır. Lojistik performansa dair tahmin edilen katsayı hem eşik seviyesinin altında ($\beta_0 = -1.1931$) hem de eşik seviyesinin üstünde ($\beta_0 + \beta_1$) negatif ($\beta_0 + \beta_1 = -2.3677$) olarak gerçekleşmiştir. Lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan etkisinin katsayıları ise $[-2.3677, -1.1931]$ aralığındandır. Yeşil yeniliğin bu ilişkideki rolünü gösteren lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal olmayan dolaylı etkisi katsayısı ise (-

0,1008)'dur. Bu dolaylı etkinin katsayıları $[-0,1008, 0,0000]$ 'dır. Dolayısıyla toplam lojistik performansın çevre kirliliğine olan toplam etkisinin katsayıları $[-2.4685, -1.1931]$ olarak görülmüştür. Bu durum lojistik performans ve çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğunu ve yeşil yeniliğin bu ilişkiyi negatif yönde desteklediğini gösterir.



Şekil 3.2 Lojistik Performansa Dair Model I'de Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra Tahmini Geçiş Fonksiyonu (Kontrol Değişkenleri Dahil)

Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi geçiş fonksiyonu 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer eşik değere göre rejimler arası geçişi göstermektedir. Ayrıca Model I de kontrol değişkenleri dahil edilerek eşik değeri belirlendiğinde eşik değerinin 3.0163 olduğu görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi lojistik performansın düşük olduğu rejimden yüksek olduğu rejim arası geçiş ani değil yumuşaktır. Bu geçişin yumuşak olduğunu eğim parametresinin düşük değer alması desteklemektedir (-2.6921).

Modele STIRPAT modeli kapsamında dahil edilen ve GYGPR tahmin modeli ile tahmin edilen kontrol değişkenleri için elde edilen bulgular incelendiğinde ticari açıklık, enerji tedariği ve kentleşmenin çevre kirliliğini artırdığı; sanayileşmenin ise çevre kirliliğini azalttığı görülmektedir. Bunun yanında yabancı yatırımların çevre kirliliği üzerindeki etkisinde sonuçlar anlamsız çıkmıştır. Dolayısıyla yabancı yatırımlara ilişkin bir yorum yapılması doğru olmayacaktır. Ticari açıklığın çevre kirliliğini artırma sebepleri olarak üretim, tüketim, taşıma gibi ekonomik faaliyetleri artırması, özellikle gelişmekte olan ülkelerin kirliliği yüksek ürünlerde uzmanlaşması, ölçek etkisi yaratarak daha fazla üretim sonucu kaynak kullanımının

artışı gösterilebilir (Copeland, 2013; Le vd., 2016). Bu sonuçlar literatürdeki çalışmalarla benzer ve tutarlıdır (Bernard ve Mandal, 2016; Copeland, 2013; Le vd., 2016; Managi vd., 2009; Thi vd., 2024; Yu vd., 2019).

Enerji tüketimi artışının çevre kirliliğini artırması birçok sebebe dayanmaktadır. Günümüzde kullanılan enerjinin büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlardan ve bu yakıtların yanması sonucu üretilen enerjiden oluşmaktadır. Bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha yoğun görünmektedir. Fosil yakıtlar ise çevreye en fazla zarar veren enerji türüdür. Dolayısıyla enerji tüketiminin veya arzının artışı da çevre kirliliğini artıracaktır. Bu sonuç literatürdeki çalışmalarla benzer ve tutarlıdır (Azam vd., 2021; Butt vd., 2023; Ganda, 2021; Holdren, 1987; Khan vd., 2019; Magazzino vd., 2022; Omer, 2008).

Çalışmada elde edilen bulgular kentleşmenin artış göstermesinin de çevre kirliliğini artırdığını göstermektedir. Kentsel nüfus artışı trafik artışı sonucu daha fazla enerji tüketimine, özel araçların artmasına, fabrika vb. üretimi artırıcı faaliyetler sonucu daha fazla kaynak tüketimine, endüstriyel kirleticilerin artmasına, su kaynaklarının hem nüfus hem de endüstriyel kirleticiler tarafından kirlenmesine, evsel atıkların artmasına ve atık toplama işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekliliğine, gecekondü yapılarının oluşmasına yol açabileceğinden bu etkiyi göstermektedir. Bu sonuçlar bu alanda daha önce yapılan çalışmalarla benzer ve tutarlıdır (Clark vd., 2011; El Araby, 2002; Gardezi vd., 2020; Kahouli vd., 2022; Nuță vd., 2024; Preston, 1996; Rached ve Craissati, 2000; Setchell, 1991; Warsame vd., 2023; Younis vd., 2021).

Son olarak sanayileşme artışının çevresel kirliliğini azalttığı tespit edilmiştir. Literatürde benzer sonuçlar elde edilmiş (Ahmed vd., 2022; Opoku ve Aluko, 2021) olsa da karşıt görüşler (Destek, 2021; Hussain ve Zhou, 2022; Kahouli vd., 2022; Sumaira ve Siddique, 2023) daha fazla ön plana çıkmaktadır. Azalttığını ifade eden çalışmalarda genel olarak ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin düşük olmasından dolayı sanayileşmenin tarım veya çevreye daha az zarar veren alanlarda yapılması, gelişmiş ülkelerde yeşil inovasyon yoluyla sanayileşmenin gerçekleşmesi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği sebep olarak gösterilmiştir (Ahmed vd., 2022; Opoku ve Aluko, 2021). Sonuç olarak STIRPAT modeli hipotezinin doğrulandığını söyleyebiliriz.

Tablo 3.12 2018 Yılı Verilerine Göre Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra Model I’de Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu

Model I (Kontrol Değişkenleri Dahil)		
Lojistik Performans Eşik Değeri=3.0163 – Yüksekten Düşüğe Sıralama		
Eşik Değerinin Altında Yer Alan Ülkeler	Eşik Değerinin Üstünde Yer Alan Ülkeler	
Kolombiya	Almanya	Avustralya
Letonya	İsveç	İtalya
Kosta Rika	Belçika	Kanada
	Avusturya	Norveç
	Japonya	Çek Cumhuriyeti
	Hollanda	Portekiz
	Danimarka	Lüksemburg
	Birleşik Krallık	Kore
	Finlandiya	Polonya
	İsviçre	İrlanda
	Amerika Birleşik Devletleri	Macaristan
	Yeni Zelanda	Şili
	Fransa	Slovenya
	İspanya	Estonya
	Meksika	İzlanda
	Slovakya	Yunanistan
	Litvanya	Türkiye

Tablo 3.12’de görüldüğü gibi 2018 verilerine göre 34 ülke eşik değerinin üzerinde yer alırken sadece 3 ülke bu eşiğin altında kalmıştır. Bu durum kontrol değişkenlerinin eklenmesi sonucu ortaya çıktığı için kontrol değişkenlerinin de lojistik performans artışının çevre kirliliğini azaltmasında OECD ülkeleri için artırıcı bir etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

3.8.5.2. Model II

Çalışmada tahmin edilen ikinci model Denklem 3.8 kapsamında lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki doğrusal olmayan ilişkide yeşil inovasyona ilişkin bir eşik değeri belirlemektir. Yeşil inovasyon bu eşik değerinin altında ve üstünde iken lojistik performanstaki artışın çevre kirliliğine etkisi tespit edilmiştir. Bu lojistik performansın çevre kirliliği ile

doğrusal olmayan ilişkide doğrudan etkisini ortaya koyacaktır. Daha sonra yeşil inovasyon ve lojistik performans çarpılarak kontrol değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Buda lojistik performansın yeşil inovasyon eşik olduğunda çevre kirliliği ile doğrusal olmayan ilişkisinde lojistik performansın yeşil inovasyon üzerinden dolayı etkisini ortaya koyacaktır. Sonrasında ise STRIPAT yöntemi kapsamında diğer kontrol değişkenleri modele dahil edilmiştir. Burada da yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda kontrol değişkenlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Model II tahmin edilirken öncelikle kontrol değişkenleri olmadan model tek başına tahmin edilmiştir. Sonrasında kontrol değişkenlerinin tamamı eklenerek yapılan tahmin verilmiştir. Böyle yapmanın modelin sağlamlığını ve güvenilirliğini test etmenin bir yolu olarak yapılması uygun görülmüştür (Altınok vd., 2024; Aydın vd., 2023; Merdivenci vd., 2024). Sonuçlarda eşik değerleri birbirinden çok farklı çıkmadığı için modelin sağlamlığı kontrol edilmiş olup sorun teşkil etmediği görülmüştür. Bu sonuçları vermeden önce ön testler olan doğrusallık ve heterojenlik testi sonuçları Tablo 3.13 ve Tablo 3.14’te incelenmiştir.

Tablo 3.13 Model II Doğrusallık Testi Sonuçları

<i>Eşik Değişkeni (Yeşil İnovasyon)</i>		
H_0 : Doğrusal Model H_1 : En az bir tane eşik değişkenine sahip GPSTR Modeli		
	Model	Model ve Kontrol Değişkenleri
<i>LM</i>	3.940** (0.047)	3.743* (0.053)
<i>LM_F</i>	3.288* (0.071)	3.019* (0.084)
<i>LRT</i>	3.975** (0.046)	3.775* (0.052)

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Doğrusal ilişki bağımlı değişkendeki artış veya azalışın bağımsız değişken tarafından doğrudan (sabit) orantıyla etkilenmesidir. Doğrusal olmayan ilişki ise bağımsız değişkende meydana gelen bir değişikliğin bağımlı değişkeni sabit orantılı etkilememe veya değişen değişim oranı durumudur. Tablo 3.13’ incelendiğinde modelin tek başına ve kontrol değişkenleri ile birlikte yer aldığı 2 ayrı doğrusallık modeli tahmin sonuçları verilmiştir. Buna göre hem model tek başına hem de kontrol değişkenleri dahil edildiğinde P_{value} değerleri %5 ve %10 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezi olan “Herhangi bir düzgün geçiş fonksiyonu içermediğinden doğrusaldır.” hipotezi kuvvetli bir şekilde reddedilmiştir. Buda en az bir düzgün geçiş fonksiyonuna sahip doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Sonrasında ise rejim sayısının belirlenmesi aşaması olan uygun parametre sayısının bulunması sağlanmıştır. Tablo 3.14’te sonuçlar belirtilmiştir.

Tablo 3.14 Model II Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması

<i>Eşik Değişkeni (Yeşil İnovasyon)</i>		
$H_0 : r = 1$ vs $H_1 : r = 2$		
	Model	Model ve Kontrol Değişkenleri
LM	0.05 (0.941)	0.008 (0.929)
LM_F	0.04 (0.947)	0.007 (0.935)
LRT	0.05 (0.941)	0.008 (0.929)

Tablo 3.14'te görüldüğü üzere modeldeki bir rejim sayısına sahip olma durumunu gösteren H_0 hipotezi reddedilememiştir. Diğer bir ifadeyle lojistik performans ve çevre kirliliği arasında kesinlikle doğrusal olmayan bir ilişki vardır ve lojistik performansa ilişkin bir eşik değeri bulunmaktadır sonucu çıkmıştır. Dolayısıyla bu durum modelin eşik seviyesinin altı ve üstü olarak iki rejime sahip GYGPR analizi ile değerlendirilmesinin uygun olduğunu göstermektedir. Bu aşamadan sonra modelin tahminine geçilmiştir. Öncelikle modelin kontrol değişkenleri olmadan sonucu Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.15 Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden GYGPR Model II Tahmin Sonuçları

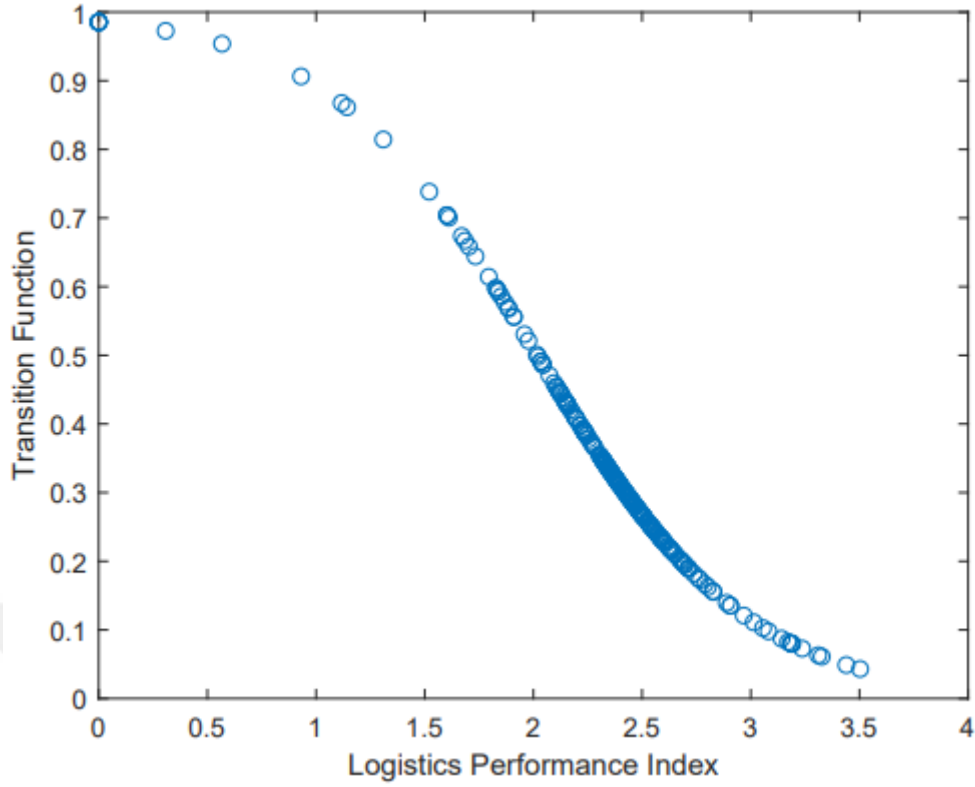
<i>Eşik Değişkeni (Yeşil İnovasyon $m=1, r=1$)</i>	<i>Doğrudan Etki</i>		
	<i>Doğrusal Bileşen</i>	<i>Doğrusal Olmayan Bileşen</i>	<i>Dolaylı Etki</i>
LPI	-1.1846*** (0.3699)	-1.4862*** (0.0341)	-0.1216*** (0.0220)
<i>Konum Parametresi, θ</i>	2.0176		
<i>Geçiş Parametresi, γ</i>	-2.0880		
R^2	0.311		
<i>F-İstatistik</i>	13.483***		

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.15'te görüldüğü gibi R^2 nispeten yüksek ve F-İstatistik %1 anlamlılık seviyesine sahiptir. Bu, modelin tüm gözlemler için uygun olduğunu göstermektedir. Modelin konum parametresi olan yeşil inovasyon oranı (GP) eşik seviyesi 2.0176 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle yeşil inovasyon için eşik değeri (c) 2.0176'dır. Yeşil inovasyon $0 < GP <$

2.0176 olduğunda düşük rejim geçerlidir. Dolayısıyla yeşil inovasyonu 2.0176'dan düşük olan ülkeler ilk rejimi oluşturmaktadır. Modelde lojistik performans endeksi 2.0176'dan düşük olduğunda lojistik performansa dair tahmin edilen katsayı (β_0), %1 anlamlılığa sahip olarak negatif değere (-1.1846) sahiptir. Buda yeşil inovasyonu eşik seviyesinin (2.0176) altında yer alan ülkelerde lojistik performans artışı gerçekleşirse çevre kirliliğinin azalacağını göstermektedir.

Yeşil inovasyon oranı 2.0176 seviyesinin üstünde diğer bir ifadeyle $GP > 2.0176$ ($2.0176 < GP$) olduğunda yüksek rejim geçerlidir. Yeşil inovasyonu 2.0176 skorun üzerinde olan ülkeler ikinci rejimi oluşturmaktadır. Modelde yeşil inovasyon 2.0176'dan yüksek olduğunda lojistik performansa dair tahmin edilen katsayı ($\beta_0 + \beta_1$), %1 anlamlılığa sahip olarak negatif değere (-1.4862) sahiptir. Buda yeşil inovasyonu eşik seviyesinin üstünde yer alan ülkelerde lojistik performans artışı gerçekleşirse çevre kirliliğinin daha fazla azalacağını göstermektedir. Bu durum lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan etkilerinin doğrusal katsayısının (-1.4862) ve doğrusal olmayan etkisinin (-0.3016) olduğunu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtir. Dolayısıyla lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan etkisinin katsayıları [-1.4862,-1.1846] aralığındadır. Bu durum lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki etkisinin doğrudan negatif olduğunu gösterir. Buda lojistik performanstaki bir artışın çevre kirliliğini azalttığını gösterir. Yeşil yeniliğin bu ilişkideki rolünü gösteren lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal olmayan dolaylı etkisi katsayısı (-0,1216)'dır. Bu durum %1 güvenilirlik düzeyinde anlamlıdır. Bu dolaylı etkinin katsayı aralığı [-0,1216,0,0000]'dır. Bu sonuç yeşil inovasyonun lojistik performans üzerine etki ederek çevre kirliliğini azaltmaya yönelik bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Lojistik performansın çevre kirliliğine olan toplam etkisinin katsayı aralığı ise [-1.6078, -1,1846] olarak hesaplanır. Bu durum yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda lojistik performans ve çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğunu ve yeşil inovasyonun bu ilişkiyi negatif yönde desteklediğini gösterir.



Şekil 3.3 Lojistik Performansa Dair Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmeden Tahmini Geçiş Fonksiyonu

Şekil 3.3.’de görüldüğü gibi geçiş fonksiyonu 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer eşik değere göre rejimler arası geçişi göstermektedir. Ayrıca Model II de kontrol değişkenleri hariç eşik değeri belirlendiğinde eşik değerinin 2.0176 olduğu görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi yeşil inovasyonun düşük olduğu rejimden yüksek olduğu rejim arası geçiş ani değil yumuşaktır. Bu geçişin yumuşak olduğunu geçiş parametresinin benzer değer alması desteklemektedir (-2.0880).

Tablo 3.16 2018 Yılı Verilerine Göre Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edilmediğinde Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu

Model II (Kontrol Değişkenleri Hariç)		
Yeşil İnovasyon Eşik Değeri=2.0176 (%7,52) - Yüksekten Düşüğe Sıralama		
Eşik Değerinin Altında Yer Alan Ülkeler	Eşik Değerinin Üstünde Yer Alan Ülkeler	
Yunanistan	Danimarka	Avusturya
Letonya	Şili	Meksika
Polonya	Norveç	Kanada
İrlanda	Kore	İtalya
Kosta Rika	Almanya	İzlanda
Litvanya	İspanya	Finlandiya
	Slovenya	Belçika
	Kolombiya	Avustralya
	Fransa	Slovakya
	Macaristan	Lüksemburg
	Çek Cumhuriyeti	Amerika Birleşik Devletleri
	Birleşik Krallık	Portekiz
	Hollanda	Yeni Zelanda
	İsveç	Türkiye
	Japonya	İsviçre
	Estonya	

Tablo 3.16’da görüldüğü gibi Model II’de 31 ülke eşik seviyesinin üzerinde yer almıştır. Yeşil inovasyonun eşik seviyesinin %7,52 olduğu ve 6 ülkenin yeşil patentlerinin toplam patent içerisindeki oranının bu oranın altında kaldığı görülmektedir. Çalışmanın devamında modele kontrol değişkenleri eklenerek bu tahminler yinlenecektir. Sonuçlar Tablo 3.17’de verilmiştir.

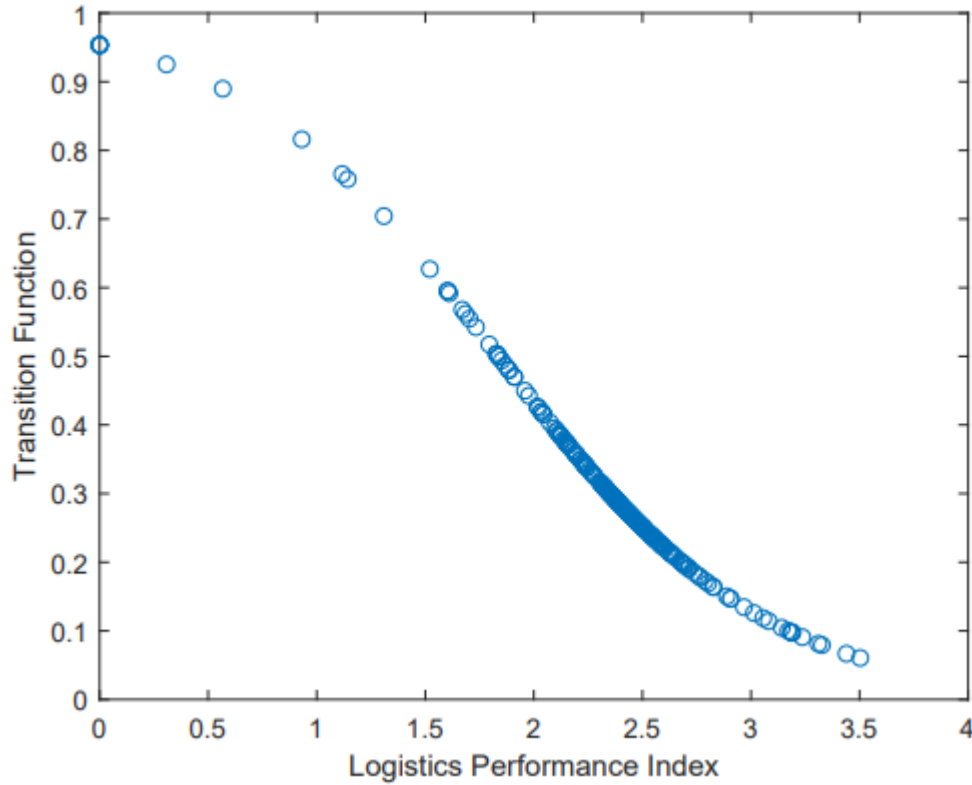
Tablo 3.17 Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra GYGPR Model II Tahmin Sonuçları

<i>Eşik Değişkeni (Lojistik Performans)</i>	<i>Doğrudan Etki</i>		<i>Dolaylı Etki</i>
	<i>Doğrusal Bileşen</i>	<i>Doğrusal Olmayan Bileşen</i>	
<i>LPI</i>	-0.9795*** (0.3178)	-1.2852*** (0.0400)	-0.1130*** (0.0449)
<i>GDP</i>	0.1273*** (0.0286)	-	-
<i>TO</i>	0.5220*** (0.2352)	-	-
<i>TES</i>	1.8218*** (0.3463)	-	-
<i>IND</i>	-0.0381*** (0.0150)	-	-
<i>UP</i>	0.1330 (0.0924)	-	-
<i>FDI</i>	0.0016 (0.0090)	-	-
<i>Konum Parametresi, θ</i>	1.8366		
<i>Geçiş Parametresi, γ</i>	-1.6455		
<i>R²</i>	0.384		
<i>F-İstatistik</i>	9.005***		

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.17’te Tablo 3.15’e benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır. Yeşil inovasyonun eşik değeri 1.8366 olarak belirlenmiş ve Tablo 3.15’tekine yakın bir sonuç çıkmıştır. Yeşil inovasyon $0 < GP < 1.8366$ olduğunda düşük rejim, $GP > 1.8366$ ($1.8366 < GP$) olduğunda yüksek rejim geçerlidir. İstatistiksel olarak %1 güvenilirlik seviyesinde anlamlıdır. Lojistik performansa dair tahmin edilen katsayı hem eşik seviyesinin altında ($\beta_0 = -0.9795$) hem de eşik seviyesinin üstünde ($\beta_0 + \beta_1$) negatif ($\beta_0 + \beta_1 = -1.2852$) olarak gerçekleşmiştir. Lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrudan etkisinin katsayıları ise $[-1.2852, -0.9795]$ aralığındandır. Yeşil yeniliğin bu ilişkideki rolünü gösteren lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki doğrusal olmayan dolaylı etkisi katsayısı ise $(-0,1130)$ ’dur. Bu dolaylı etkinin katsayıları $[-0,1130, 0,0000]$ ’dır. Dolayısıyla lojistik performansın çevre kirliliğine olan toplam etkisinin katsayıları $[-1.3982, -0.9795]$ olarak görülmüştür. Bu durum lojistik

performans ve çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğunu ve yeşil yeniliğin bu ilişkiyi negatif yönde desteklediğini gösterir.



Şekil 3.4 Lojistik Performansa Dair Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edildikten Sonra Tahmini Geçiş Fonksiyonu

Şekil 3.4.’te görüldüğü gibi geçiş fonksiyonu 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer eşik değere göre rejimler arası geçişi göstermektedir. Ayrıca Model II de kontrol değişkenleri dahil edilerek eşik değeri belirlendiğinde eşik değerinin 1.8366 olduğu görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi yeşil inovasyonun düşük olduğu rejimden yüksek olduğu rejim arası geçiş ani değil yumuşaktır. Bu geçişin yumuşak olduğunu eğim parametresinin düşük değer alması desteklemektedir (-1.6455).

Modele STIRPAT modeli kapsamında dahil edilen ve GYGPR tahmin modeli ile tahmin edilen kontrol değişkenleri için elde edilen bulgular incelendiğinde Model I’deki sonuçlara benzer olduğu görülmüştür. Dolayısıyla Model I’deki yorumların geçerli olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.18 2018 Yılı Verilerine Göre Model II’de Kontrol Değişkenleri Dahil Edildiğinde Ülkelerin Eşiğin Altında ve Üstünde Yer Alma Durumu

Model II (Kontrol Değişkenleri Dahil)		
Yeşil İnovasyon Eşik Değeri=1.8366 (%6,28) – Yüksekten Düşüğe Sıralama		
Eşik Değerinin Altında Yer Alan Ülkeler	Eşik Değerinin Üstünde Yer Alan Ülkeler	
Polonya	Danimarka	Meksika
İrlanda	Şili	Kanada
Kosta Rika	Norveç	İtalya
Litvanya	Kore	İzlanda
	Almanya	Finlandiya
	İspanya	Belçika
	Slovenya	Avustralya
	Kolombiya	Slovakya
	Fransa	Lüksemburg
	Macaristan	Amerika Birleşik Devletleri
	Çek Cumhuriyeti	Portekiz
	Birleşik Krallık	Yeni Zelanda
	Hollanda	Türkiye
	İsveç	İsviçre
	Japonya	Yunanistan
	Estonya	Letonya
	Avusturya	

Tablo 3.18’de 2018 yılı verilerine göre Model II’de 33 ülkenin eşik seviyesinin üzerinde yer aldığı belirtilmiştir. Yeşil inovasyonun eşik seviyesinin %6,28 olduğu ve 4 ülkenin yeşil patentlerinin toplam patent içerisindeki oranının bu oranın altında kaldığı görülmektedir.

Sonuçlara genel olarak bakıldığında lojistik performans ve çevre kirliliği arasında doğrusal olmayan bir ilişki mevcuttur. Lojistik performans artışının çevre kirliliğine olan etkisinin negatif diğer bir ifadeyle azaltıcı etkisinin olduğunu görüyoruz. Bunu her iki modelde de açıkça görebiliriz. Ayrıca çalışmanın sonuçları önceki yapılan çalışmalarda çıkan sonuçları desteklemektedir (Cheng vd., 2024; Karaduman vd., 2020; Liu vd., 2023; Magazzino vd., 2022; Mariano vd., 2017; Randrianarisoa ve Gillen, 2022; Rehman vd., 2022; Wan, 2022; Shamout, 2024; Shamout vd., 2024; Suki vd., 2021). Dolayısıyla çevre kirliliğini azaltmak isteyen ülkelerin lojistik performansını artırmasında yarar olduğunu söyleyebiliriz. Bunun yanında

yeşil inovasyonun lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki azaltıcı etkisine olumlu bir etkisi vardır. Bu durumda daha önceki yapılan çalışmalarla benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır (Al-Ali vd., 2022; Anser vd., 2020; Bahn vd., 2021; Ding vd., 2023; Godil vd., 2021; Ibrahim vd., 2024; Ippolitova vd., 2024; Liu vd., 2023; Loucanova vd., 2024; Magazzino vd., 2021; Mesjasz-Lech, 2019; Mihoub vd., 2024; Moroni vd., 2022; Naghi Beiranvand vd., 2023; Soosay ve Chapman, 2006; Xin, 2010; Zhang vd., 2024; Zhou vd., 2023). Dolayısıyla çevresel kirliliği azaltmak için çevresel inovasyonları lojistik sektörüne entegre ederek lojistik performansı artırmalıyız.

Tablo 3.19 Hipotez Testi Sonuçları

Model	Hipotez Numarası	Hipotezler	Kabul Edilme Durumu
Model I	Hipotez 1A	Lojistik performansın düşük olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini artırır.	Red
	Hipotez 1B	Lojistik performansın yüksek olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltır.	Kabul
	Hipotez 2	Yeşil İnovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide etkisi vardır.	Kabul
	Hipotez 3	Lojistik performansın eşik olduğu durumda gayri safi yurt içi hasıla çevre kirliliğini artırır.	Kabul
	Hipotez 4	Lojistik performansın eşik olduğu durumda ticari açıklık çevre kirliliğini artırır.	Kabul
	Hipotez 5	Lojistik performansın eşik olduğu durumda enerji arzı çevre kirliliğini artırır.	Kabul
	Hipotez 6	Lojistik performansın eşik olduğu durumda sanayileşme çevre kirliliğini artırır.	Red
	Hipotez 7	Lojistik performansın eşik olduğu durumda kentleşme çevre kirliliğini artırır.	Kabul
	Hipotez 8	Lojistik performansın eşik olduğu durumda yabancı yatırımlar çevre kirliliğini artırır.	Red
Model II	Hipotez 9A	Yeşil inovasyonun düşük olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini artırır.	Red
	Hipotez 9B	Yeşil inovasyonun yüksek olduğu bir durumda lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltır.	Kabul
	Hipotez 10	Yeşil inovasyonun eşik olduğu durumda gayri safi yurt içi hasıla çevre kirliliğini artırır.	Kabul
	Hipotez 11	Yeşil inovasyonun eşik olduğu durumda ticari açıklık çevre kirliliğini artırır.	Kabul
	Hipotez 12	Yeşil inovasyonun eşik olduğu durumda enerji arzı çevre kirliliğini artırır.	Kabul

Hipotez 13	Yeşil inovasyonun eşik olduğu durumda sanayileşme çevre kirliliğini artırır.	Red
Hipotez 14	Yeşil inovasyonun eşik olduğu durumda kentleşme çevre kirliliğini artırır.	Kabul
Hipotez 15	Yeşil inovasyonun eşik olduğu durumda yabancı yatırımlar çevre kirliliğini artırır.	Red

Tablo 3.19 incelendiğinde Model I’de öncelikle lojistik performansın çevre kirliliğinin etkisinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Bunun ardından lojistik performans eşik değerinin altında yer aldığında lojistik performans artışının beklenen gibi çevre kirliliğini artırmadığı bunun tersine azalttığı görülmüştür (H_{1A}). Eşik değerinin üzerine çıkıldığında ise lojistik performans artışının çevre kirliliğini azalttığı hipotezi desteklenmiştir. (H_{1B}). Buda lojistik performans seviyesi ne olursa olsun lojistik performans artışının çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir. Bu sonuç literatürde de birçok çalışma tarafından gösterilmektedir. Fakat literatürden farklı olarak lojistik performans seviyesi düşük iken lojistik performans artışının çevre kirliliğine olan azaltıcı etkisi düşük iken eşik seviyesinin üzerine çıkıldığında bu etkinin çok daha fazla arttığı görülmüştür. Daha sonra ise yeşil inovasyonun bu ilişkide etkisinin olduğuna ilişkin hipotezin (H_2) desteklendiği görülmüştür.

Model II’de ise yeşil inovasyonun lojistik performans ve çevre kirliliği ilişkisinde etkisinin varlığı tespit edildikten sonra yeşil inovasyona ilişkin bir eşik değeri olup olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre yeşil inovasyona dair bir eşik seviyesi vardır ve yeşil inovasyon seviyesi düşük iken lojistik performans artışının çevre kirliliğini artırdığı yönünde (H_{9A}) kurulan hipotez desteklenememiştir. Ek olarak yeşil inovasyon seviyesi yüksek iken lojistik performans artışının çevre kirliliğini azalttığı yönünde kurulan hipotez (H_{9B}) desteklenmiştir. Buna göre yeşil inovasyon seviyesi hem düşük hem de yüksek seviyede iken lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltmaktadır. Bu literatür ile aynı sonuçların olduğunu göstermektedir. Fakat yeşil inovasyon seviyesi düşük iken lojistik performans artışı çevre kirliliğini daha az azaltırken yeşil inovasyon seviyesi yükseldikçe bu etkinin şiddeti daha artmaktadır.

Model I ve Model II’de kontrol değişkenlerine ilişkin kurulan hipotezlerde yer almaktadır. Çalışmanın ana konusu bu değişkenler olmasa da çevre kirliliği üzerindeki etkileri önemlidir. Elde edilen bulgulara göre hem lojistik performansın hem de yeşil inovasyonun eşik olduğu bir durumda ekonomik büyüme (H_3 , H_{10}), ticari açıklık (H_4 , H_{11}), enerji arzı (H_5 , H_{12}) ve kentleşmenin (H_7 , H_{14}) çevre kirliliğini artırdığı; sanayileşmenin (H_6 , H_{13}) çevre kirliliğini azalttığı görülmüştür. Sanayileşme hariç diğer faktörlere ilişkin sonuçlar literatür ile benzerdir.

Yabancı yatırımlara ilişkin kurulan hipotezlerin (H_8 , H_{15}) ise istatistiksel olarak anlamlılık göstermediği diğer bir deyişle desteklenmediği görülmüştür.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Çevre insanın yaşam ortamı olmasından dolayı sürekli olarak ilişki içerisinde ve insan faaliyetleri çevreyi etkilemektedir. Bu etki sonrasında insan doğrudan veya dolaylı olarak geri etki görmektedir. Bu etkiler pozitif olabileceği gibi negatif de olabilir. Pozitif etkiler insan yaşamını kolaylaştıran ve ihtiyaçlarını karşılamaya yardımcı olan her şey denilebilir. Bunun yanında çeşitli faaliyetler sonucu çevre olumsuz etkilenecek sonrasında insan yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir. Bunun en önemli örneği, iklim değişikliği ve küresel ısınma olarak gösterilir.

Makro ve mikro faktörlerin etkisi sonucu çevre içerisinde bulunan bileşen oranları değişmektedir. Bu durum genellikle çevre kirliliği olarak adlandırılmaktadır. Çevre kirliliği insan yaşamını hem doğrudan hem de dolaylı olarak olumsuz etkilemektedir. Doğrudan etkisine kaynak kıtlığı yaşanması, kirli hava sonucu veya trafik sonucu görüntü kirliliği oluşması, nefes alımında güçlük çekmek, kanser vb. hastalıklara yol açması, gürültü kirliliği sonucu duyma veya psikolojik problemler yaşamak, toprak ve su kirliliği sonucu ihtiyaç duyulan canlılara erişimin kısa sürede elde edilememesi örnek olarak gösterilebilir. Dolaylı etkisine ise iklim değişikliği ve küresel ısınma sonucu biyolojik çeşitlilikte azalma, uzun süren ve ölüme yol açabilen hastalıkların ortaya çıkması, genetik hastalıklara yol açması örnek olarak gösterilebilir. Çevre kirliliğini azaltmak hem insanların günümüz yaşam koşulları açısından hem de gelecek nesillere daha iyi bir yaşam ortamı sağlamak olarak adlandırılan sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilir bir yaşam için birey, kurum, ülke ve uluslararası örgütler çevre kirliliğini azaltmaya yönelik birçok önlem almaktadır. Bu önlemler alınırken çevreye zarar veren faktörler iyi değerlendirilmelidir. İnsan yaşamı devam ettiği sürece çevreye verilen zararın sıfıra indirilmesi pek mümkün gözükmediğinden bu faktörler doğru bir şekilde belirlenmeli ve bu faktörlerden kaynaklanan çevre kirliliğini azaltıcı politikalar geliştirilmelidir.

Çevre kirliliğine yol açan birçok faktör vardır. Bunu insan yaşamının devamı ve kolaylığı için gereken ve insanlar tarafından gerçekleştirilen faaliyetler olarak genelleyebiliriz. Üretim, tüketim, ekonomik büyüme, nüfus artışı, sanayileşme, lojistik, doğal kaynak kullanımı, fosil yakıt kullanımı, atık oluşumu bu faktörlerden bazılarıdır.

Lojistik faaliyetler insan yaşamında gerçekleştirilmesi gereken elzem faaliyetlerdendir. Lojistik faaliyetlere olan bu bağılılığı kıt kaynaklar üzerinden başlayarak açıklayabiliriz. Bilindiği gibi insan ihtiyaçları sınırsızken doğal kaynaklar kıt ve Dünya üzerinde homojen bir şekilde dağılmamaktadır. Bundan dolayı insan ihtiyaçlarını gidermek için bu kaynakları

öncelikle ihtiyaç duyulan yere taşınması gerekmektedir. Ayrıca insan ihtiyaçlarını sadece doğal kaynakları taşıma ile gerçekleştiremeyiz. Bunun yanında ihtiyaca uygun üretim gerçekleşmesi gerekmektedir. Üretimin gerçekleşmesi için lojistik olmazsa olmaz bir alandır. Lojistik üretim öncesi, üretim lojistiği ve üretim sonrası olarak genellikle üçe ayrılır. Buda üretimin her aşamasında yer aldığını gösterir. Bu aşamalarda sadece taşıma olarak değil diğer faaliyetleri de üretimin verimliliği, etkinliği ve optimum üretim faktörleri kullanımı için büyük önem arz etmektedir. Buradan yola çıkarak insan faaliyetlerinin neredeyse her noktasında lojistik yer almaktadır diyebiliriz. Lojistik operasyonlar insan yaşamını kolaylaştırarak pozitif etki ederken çevre kirliliğine yol açarak olumsuz etkiler de barındırmaktadır. Lojistiğin çevreye verdiği olumsuz etkilere pek çok örnek verilebilir. Fosil yakıt kullanımı sonucu hava kirliliği, trafik oluşturarak veya trafik sıkışıklığı sonucu görüntü ve gürültü kirliliği, faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıklar, kaynak israfı bu örneklerden bazılarıdır. Burada en önemli çevre kirliliği türlerinden birisi hava kirliliğidir. Sadece Dünyadaki karbon salınımının yaklaşık dörtte birinin ulaşımından kaynaklanması dahi bu önemi ortaya koyabilir. Taşımacılık lojistik faaliyetlerden çevreye etkisi en yüksek olanıdır. Bunun yanında etkin ve verimli gerçekleştirilmeyen her lojistik faaliyet sonucu çevreye çeşitli zararlar verilmektedir. Bunları detaylı bir şekilde önceki bölümlerde aktardık. Lojistiğin çevreye verdiği zarar bu kadar yüksek iken bu zararı azaltacak çözüm önerileri sunmak önemli hale gelmektedir.

Lojistik operasyonların etkinliğini, verimliliğini, etkililiğini ölçen en önemli gösterge lojistik performanstır. Çevre kirliliğine yüksek derecede etki eden bu sektörün durumunun çevreye verdiği etki önemli olacaktır. Lojistik performans etkinliği ve verimliliği operasyonların optimum kaynak kullanımı, verimlilik, maliyet, etkinlik ve etkililik durumunu ortaya koyar. Etkin ve verimli bir lojistik operasyonun verimsiz bir lojistik operasyona göre çevreye daha az zarar vereceği açıktır. Dolayısıyla bu iki alan arasındaki ilişkinin incelenmesi önemlidir.

Lojistik operasyonların etkililiğini, etkinliğini ve verimliliğini etkileyen birçok alan bulunmaktadır. Bu alanlardan biri de inovasyondur. İnovasyonun bir türü olan ve çevreye verilen zararı azaltacak inovasyonlar veya iyileştirmeler olarak adlandırılan yeşil inovasyon lojistik süreçlerde de etkilidir. Yeşil inovasyonun lojistik alanında kullanılması lojistikten kaynaklanan çevre kirliliğini de azaltabilecektir. Dolayısıyla yeşil inovasyonun lojistik operasyonların performansını ölçmeyi ifade eden lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişki deki rolünü araştırmak önemlidir.

Bu kapsamda bu çalışmanın temel amacı lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki doğrusal olmayan bir ilişkide yeşil inovasyonun rolünü incelemektir. OECD ülkelerinin

incelendiği çalışmada GYGPR analizi kullanılmıştır. Öncelikle lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki doğrusal olmayan ilişkide lojistik performansa dair bir eşik değerinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra ise yeşil yeniliğin bu ilişkiyi nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonrasında lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki doğrusal olmayan ilişkide yeşil inovasyona dair bir eşik değerinin olup olmadığı araştırılmıştır. Son olarak ise STIRPAT modeli kapsamında belirlenen kontrol değişkenleri modele dahil edilmiş ve bu kontrol değişkenlerinin çevre kirliliği üzerine etkileri incelenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı diğer bir ifadeyle lojistik performanstaki bir birimlik bir artışın çevre kirliliğini eşit oranda azaltmadığı görülmüştür. Lojistik performansa ilişkin bir eşik değerinin olduğu tespit edilmiş ve bu eşik değişkeni değerinin altında ve üstünde lojistik performanstaki bir artışın çevre kirliliğini azalttığı tespit edilmiştir. Lojistik performansın artışının çevre kirliliğini azalttığı yönünde sonuçlar elde eden çalışmalar tarafından bu sonuç desteklenmektedir (Cheng vd., 2024; Karaduman vd., 2020; Liu vd., 2023; Magazzino vd., 2022; Mariano vd., 2017; Randrianarisoa ve Gillen, 2022; Rehman vd., 2022; Wan, 2022; Shamout, 2024; Shamout vd., 2024; Suki vd., 2021). Bu etkinin lojistik performansı düşük ülkelerde daha az olduğu ve lojistik performansın yüksek diğer bir ifadeyle eşik değerin üzerinde olduğu durumda lojistik performans artışının eşik değerinin altındaki duruma göre çok daha fazla azaldığı görülmüştür. Lojistik performans artışının çevre kirliliğini azaltmasının birçok sebebi olabilir. Bunlar arasında öncelikle kaynak verimliliğine değinilmesi gerekmektedir. Kaynak verimliliği her türlü kaynağın etkin ve verimli kullanılması ve en az atık üretimini sağlamasıdır. Lojistik operasyonların hemen her aşamasında (gümrük, altyapı, uluslararası sevkiyat, depolama, stok yönetimi, rotalama, yük konsolidasyonu, ambalajlama, tersine lojistik) kaynakların etkin ve verimli kullanımı lojistik performansı artıracaktır. Lojistikte bilindiği üzere çok fazla fosil yakıt kullanılmaktadır. Lojistik performans artışı rota optimizasyonu, boş veya eksik geri dönüşlerin azalması, sefer sayılarının azalması, enerji tasarruflu araçların kullanılması, israfın en aza indirilmesi gibi avantajlarla enerji başta olmak üzere kaynakları daha verimli kullanmayı destekleyecektir. Lojistik performans ne kadar yüksek olursa genellikle bu avantajlar da o kadar yüksek olacaktır.

Lojistik performans artışının lojistik operasyonlara sağladığı en önemli faydalardan biri olan optimizasyon artışı her lojistik operasyonda çevre kirliliğinin azalmasına yardımcı olacaktır. Çevre kirliliğine en fazla etki eden lojistik operasyon olan taşımada optimizasyon araçların daha verimli kullanılmasını, rotaların doğru oluşturularak daha az sevkiyatla daha fazla ürünün taşınmasını, enerji verimliliğini, atık miktarının azalmasını, işgücü verimliliğinin

artmasını, trafiğin azalmasını sağlayacaktır. Depolama yönetiminin optimizasyonu sayesinde gereksiz prosedürler ortadan kaldırılacak, gereksiz depolamalardan kaçınılacak, enerji ve aydınlatma sistemleri gereksiz yere kullanılmayacak ve verimli kullanılacaktır. Stoklar daha iyi denetlenebilecek ve doğru tahminleme yöntemleri ile gereksiz ürünlerin stokta bekletilmesi engellenecektir. Stok devir hızı yükseltilecek ve tasarruf sağlanacaktır.

Lojistik performans artışı lojistik operasyonlarda kullanılan malzeme ve araçların daha çevre dostu ve az olmasını da sağlayacaktır. Lojistik faaliyetlerden birisi olan ambalajlama lojistik performansı yüksek ülkelerde genellikle daha optimize gerçekleşmektedir. Daha az doğal kaynak kullanarak ve çevre dostu kaynaklardan (geri dönüştürülebilir) üretilmiş ambalajlar tercih edilecektir. Buda atık miktarını ve görüntü kirliliğini azaltarak geri dönüşümü artıracaktır. Bunun yanında ambalajlamada yaşanan iyileştirmeler ürünlerin hasar görmesini de engelleyecektir. Bu sayede iade, yeniden sevkiyat ve ürünlerin atığa dönüşme miktarı azaltılacaktır. Buda hem kaynak kullanımını azaltacak hem de enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Lojistik performans yükselirken tersine lojistik faaliyetleri oranı da artış gösterecektir. İyileştirilen tersine lojistik faaliyetleri sayesinde kullanılmış, geri iade edilmiş veya ihtiyaç duyulmayan ürün, ambalaj veya atıkların toplanması, işlenmesi sonucu kaynak kazanımı ve geri dönüşümü artacaktır. Bu da doğal kaynakların daha az kullanılmasına ve atık miktarının azaltılmasına fayda sağlayacaktır.

Lojistik performans artışı izlenebilirlik, şeffaflık ve bilgi alışverişini artıracaktır. İzlenebilirlik sayesinde ürünlerin hangi aşamalarda olduğu bilinecek ve önlemler buna göre alınacaktır. Emniyet stoklarının azalması, üretimin durmaması, kaynakların üretimde etkin bir şekilde planlanması, sorunların önceden tespiti ve sorunlara hızla cevap verme gibi faydalar sağlanabilecektir. Şeffaflık sayesinde çevresel kirliliğe katkısı yüksek olan süreçler tespit edilebilecek ve gerekli önlemler alınarak iyileştirmeler yapılabilecektir. Bilgi alışverişi lojistik operasyonların her aşamasında önemlidir. Bu süreçte ilgili kişilerin ürün ve süreçle ilgili bilgiye sahip olması planlama ve yönetim açısından ciddi avantajlar sağlayacaktır. Bu sayede prosedürler, belirsizlikler, gereksiz her türlü işlemler ve sorunlar azalacaktır. Buda kaynak verimliliği, enerji verimliliği, atık azaltımı gibi sonuçlarla çevre kirliliğini azaltacaktır.

Çalışmanın bir diğer sonucu lojistik performansın çevre kirliliği ile olan ilişkide yeşil inovasyonun rolüdür. Elde edilen bulgular yeşil inovasyonun lojistik performansı çevre kirliliğini azaltmada desteklediğini gösteriyor. Bu desteğin hem lojistik performans endeksi eşik olduğunda hem de çevresel patentlerin toplam patentler içerisindeki oranı eşik olduğunda ortaya çıktığı görülüyor. Bu durum literatürdeki çalışmalarla benzerdir (Al-Ali vd., 2022; Anser vd., 2020; Bahn vd., 2021; Ding vd., 2023; Godil vd., 2021; Ibrahim vd., 2024; Ippolitova vd.,

2024; Liu vd., 2023; Loucanova vd., 2024; Magazzino vd., 2021; Mesjasz-Lech, 2019; Mihoub vd., 2024; Moroni vd., 2022; Naghi Beiranvand vd., 2023; Soosay ve Chapman, 2006; Xin, 2010; Zhang vd., 2024; Zhou vd., 2023). Yeşil inovasyon bu etkiyi çeşitli şekillerde destekleyebilir. Yeşil inovasyon öncelikle tanımı gereği çevreye daha az zarar verecek inovasyonlar olarak biliniyor. Dolayısıyla lojistik operasyonlarda kullanılan ekipman ve araçlar ile süreç içerisinde herhangi bir noktada gerçekleştirilecek çevresel inovasyonlar veya iyileştirmeler çevreye verilen zararı azaltabilecektir. Yapılan inovasyon veya iyileştirmeler lojistik operasyonlarda kaynak ve enerji tasarrufu sağlayabilecek, kaynak verimliliği sağlayabilecek, gereksiz işlemleri ortadan kaldırabilecek, atık miktarını azaltabilecek, çevreye daha az zarar veren yöntem ve teknolojiler tercih edilebilecektir. Örnek olarak gelişmiş yeni robot sistemlerinin depolara entegre edilmesini ele alalım. Günümüzde akıllı depolar olarak nitelendirilen bu depolar klasik depolara göre daha az alanda daha fazla ürün depolayabiliyorlar. Depolama faaliyetleri için alternatif enerji ile çalışan (elektrik vs.) ve enerji verimliliği yüksek robotlar kullanılıyor ve bu robotlar yapısı gereği klasik depolama araçlarına göre daha kısa manevra kabiliyetine sahip oldukları için daha az alan kullanıyorlar. Bunun yanında insanlar gibi sıcaklık veya ışığa ihtiyaç duymadıkları için enerji tüketiminin azalmasına katkı sağlıyorlar. İnsanlar gibi duygulara sahip olmadıkları için hasar riskini de azaltıyorlar. Dolayısıyla kaza ve atık oranı da azalıyor.

Çevreci yeni teknolojiler sayesinde özellikle lojistik operasyonlarda kullanılan araçların enerji tasarruflu olması dikkat çekiyor. Bu teknolojiler sayesinde alternatif ve çevreye daha az zarar veren enerji kaynakları kullanılabildiği gibi daha az enerji kullanan araçlar ortaya çıkıyor. Gereksiz işlemlerin önüne geçerek işgücü, kâğıt, gibi kaynakların kullanımı da azaltıyorlar. Örnek vermek gerekirse gümrüklerde yapılan inovasyonlardan biri olan gümrük bilişim sistemleri (Tek Pencere veya Gümrük Eşya Takip ve Beyanname Sorgulama (GET-APP) Sistemi gibi) sayesinde gümrük işlemleri hızlı ve sürekli iletişim halinde gerçekleştirilebiliyor. Buda gereksiz prosedürleri ve israfı engelliyor. Ayrıca bilişim sistemleri sayesinde gerçek zamanlı trafik ve hava koşulları tespiti yapılarak rota planlanması daha başarılı gerçekleştiriliyor ve boş geri dönüşlerin önüne geçmek için taşıyıcı ve taşıtan arasındaki koordinasyon artıyor. Bu sayede hem en verimli yollar seçiliyor hem de boş veya düşük yükle taşıma engelleniyor. Bu durum lojistik performansına enerji verimliliği ve tasarrufu, trafik sıkışıklığını önleme, gürültü kirliliğini azaltma, teslimat sürelerini azaltma, kaynakların etkin kullanımı gibi avantajlar sağlayarak çevre kirliliğini de azaltıyor.

Lojistikte çevre kirliliği için dikkat çeken bir diğer konu ise ambalajlamadır. Yeşil inovasyonlar sayesinde daha az malzemeli ambalajlar kullanılması, basit ambalajlama

yöntemlerinin tercih edilmesi, ambalajların daha verimli toplanması gibi avantajlar sağlanabiliyor. Buda daha az kaynak kullanımına ve geri dönüşüm oranının artmasına yardımcı oluyor.

Lojistik performansın çevre kirliliğini azaltmasına yeşil inovasyonun bir diğer katkısı olarak da atıkların azaltılması gösterilebilir. Yeşil inovasyonlar sayesinde lojistik operasyon ve süreçler basitleştirilerek etkinliği ve verimliliği sağlanabiliyor. Bu artış elbette kaynak kullanımını azalttığı gibi atık oluşumunu da azaltıyor. Bunun yanında yapılan inovasyonlar (özellikle bilişim sistemleri) hasar ve hata oranlarını en aza indirirken önceden fark edilmesini sağlıyor. Hasar ve hatayı en aza indirmek için gerekli önlemlerin alınması sağlanıyor. İşlemler basitleştiriliyor ve duygusal yapıya sahip olan ve hata yapma olasılığı yüksek olarak bilinen insan etkisini azaltılmaya çalışılıyor. Bunun yanında hasar veya hata oluştuğunda hızlı cevap vermeyi diğer bir ifadeyle çevikliği artırıyor. Ayrıca hatanın ilk oluştuğu süreçte tespit edilmesini sağlayarak süreç içerisindeki diğer faaliyetler gerçekleşmeden önlem alınmasını sağlıyor. Buda hatalı bir ürüne lojistik faaliyet gerçekleştirmenin önüne geçiyor.

Sonuç olarak bakıldığında lojistik performans artışı çevre kirliliği oluşumunu her aşamada azaltıyor. Bu durum lojistik performansın çevre kirliliği ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Yeşil inovasyon ise lojistik performans artışının çevre kirliliği oluşumunu azaltmasına yardımcı olmaktadır. Dolayısıyla çevre kirliliğini azaltmak isteyen ülkeler lojistik performansını artırmalıdır. Ayrıca gerçekleştirilen yeşil inovasyonun lojistik alanına entegrasyonu çevre kirliliğinin azaltılmasında önemlidir. Elde edilen bulgular sonucunda işletmeler, uygulayıcılar, kamu kurum ve kuruluşları, düzenleyici politika yapıcıları ve araştırmacılara öneriler sunulacaktır.

- Çevreye verilen zararı olabildiğince azaltmak isteyen ülkeler lojistik performansını belirlenen eşik seviyesi olan 3.0163'ün üstüne çıkarmalıdır. Lojistik performans skoru bu seviyeden düşük veya yüksek iken lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltmaktadır. Fakat lojistik performans skoru 3.0163 seviyesinin üzerine çıktığında lojistik performans artışı çevre kirliliğini daha fazla azaltacaktır. Bu yüzden ülkeler lojistik performansını bu seviyenin üzerine çıkarmak adına teşvik ve düzenlemeler gerçekleştirmelidir.
- Ülkeler lojistik performans artışının çevre kirliliğini daha fazla azaltması için yeşil inovasyonun toplam inovasyon içerisindeki oranını %6.28 seviyesinin üstüne çıkarmalıdır. Yeşil inovasyon bu oranın hem altında hem de üzerinde gerçekleştiğinde lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltmaktadır. Fakat bu oranın üstündeki etki altındaki etkiye göre çok daha fazladır. Diğer bir

ifadeyle birinci rejimde lojistik performans artışı çevre kirliliğini azaltırken ikinci rejimde çok daha fazla azaltacaktır. Dolayısıyla ülkeler yeşil inovasyon miktarının toplam inovasyon içerisindeki payını artırıcı destekler, kurallar ve düzenlemeler gerçekleştirmelidir.

Bu ana önerilerin gerçekleşmesi adına yapılabilecekler şu şekildedir.

Kamusal örgütlere ve düzenleyici yetkisi bulunan kişi ve kurumlara (devlet yetkilileri, ulusal ve uluslararası örgütler vb.) öneriler;

- Lojistik faaliyetlerden biri olan taşıma işlemleri çevresel kirliliğe diğer faaliyetlerden daha fazla yol açtığı için taşımacılığın optimizasyonu önemlidir. Kullanılan enerjinin fosil yakıtlardan sürdürülebilir enerjiye geçişi bu anlamda en etkili yoldur. Sürdürülebilir enerjiye geçişi kolaylaştırmak için temiz yakıt teknoloji araçların kullanımı teşvik edilmelidir. Daha sonra rota optimizasyonu ve boş gidiş dönüşlerin önüne geçilmesi, gereksiz uygulama ve süreçlerin ortadan kaldırılması önemlidir. Bunun yanında daha az karbon salınımına yol açan deniz ve demiryolu kullanımını artırmak hedeflenmelidir. Bu amaçla altyapılar geliştirilmeli, altyapıların yetersiz olduğu alanlarda multimodal taşımacılığın kullanımı teşvik edilmelidir.
- Taşımacılığın optimizasyonu yanında diğer faaliyetlerin optimizasyonu da önemlidir. Depoların akıllı depolara dönüştürülmesi, negatif çevresel etkiyi azaltacak enerji kullanımı sağlanması, atık üretimini azaltıcı önlemler alınması, gereksiz bütün lojistik süreçlerin kaldırılması hedeflenmelidir.
- Atık yönetimi sayesinde bütün lojistik süreçlerde atıklar en aza indirilebilir. Bu anlamda bütün paydaşların atık yönetimi uygulaması sağlanmalıdır (Kalpende ve Toke., 2021).
- Çevreye daha az zarar veren, geri dönüşüme uygun ve daha az kaynakla üretilmiş ambalajların kullanımı teşvik edilmelidir.
- Tersine lojistik faaliyetlerine daha fazla önem verilmeli, kapalı sistem tedarik zinciri uygulanması yaygınlaştırılmalıdır. Geri dönüşüme uygun kaynakların kullanımının artırılması, lojistik operasyonlardan kaynaklanan atıkların geri dönüşüm sürecine girmesi sağlanmalı ve bütün paydaşlar bu konuda bilinçlendirilmelidir.
- Lojistik operasyonlarda işbirliğini artırıcı uygulamalar ve teşvikler sunulmalıdır. Böylelikle daha az ekipman, araç ve kaynakla daha fazla lojistik operasyon yapılması sağlanabilir .

- Çevreye verilen zararı azaltmak isteyen ülkeler yeşil inovasyonların lojistik alanına entegre edilmesini desteklemelidir. Yeşil inovasyonların lojistik alanına entegrasyonu, enerji ve kaynak israfını önleyecek ve verimliliği artırabilecektir. Bunu sağlayabilmek için esnek lojistik sistemlerin kurulması sağlanmalıdır.
- Lojistik süreçlerde yeni ve çevreci teknolojilerin entegrasyonu teşvik edilmeli ve gerekli durumlarda zorunlu hale getirilerek yüksek kirliliğe yol açan ürün ve süreçler saf dışı bırakılmalıdır. Bunu gerçekleştirirken ürünlerin atıl kalmaması ve yeniden kazanımı için çözümler oluşturulmalıdır.
- Yeni ve çevreci bilişim sistemleri lojistik süreçlere dahil edilmeli, bilgi paylaşımı ve şeffaflık sağlanmalıdır. Bu durum tedarik zincirinde belirsizlikleri azaltacak, paydaşların sürekli olarak karşılıklı denetim içerisinde olmasını sağlayacaktır. Sürekli denetlenme baskısı oluşacağından ilgililer lojistik performansını yükseltecek ürün, süreç ve uygulamaları tercih edecek ve bu ürün, süreç ve uygulamalardan çevreci olanlara ağırlık vermeye çalışacaktır.

Uygulayıcılara (birey, işletme vb.) yönelik öneriler;

- Çalışmada incelenen ülkelerdeki uygulayıcılar lojistik performansa ve yeşil inovasyona dair belirtilen eşik seviyelerinin üzerine çıkmaya yardımcı olmak için lojistik faaliyetlerini optimize etmeli ve politika yapıcılara baskı uygulamalıdır.
- Lojistik sektörünün her alanında (özellikle taşımacılık) kullanılan araçların çevreye daha az zarar veren araçlarla yenilenmesi faydalı olacaktır. Çevreci araçlar enerji ve kaynak verimli araçlar olarak üretildiklerinden daha az kaynak ile daha fazla lojistik hizmet üretebilecektir.
- Rota optimizasyonu, boş/dolu araç kontrolü, atıl bekleme oranını azaltma gibi uygulamalarla kullanılan araçların verimliliği artırılmalıdır.
- Klasik depolardan modern depolara geçiş hızlandırılmalıdır. Modern depolar klasik depolara göre daha az alan, enerji, işgücü, ofis ihtiyacı duymaktadır. Ayrıca atık oluşum oranını da düşürmektedir.
- Lojistik alanında gerçekleştirilen inovasyonları entegre etme noktasında esnek olunmalıdır. Bu inovasyonlar genellikle lojistik optimizasyonu ve kaynak kullanımını azaltması açısından önemli olacaktır.
- Bilişim sistemleri entegrasyonu seviyesi yükseltilmeli ve diğer işlemlerle iş birliği içerisinde bilişim sistemleri üzerinden denetleme mekanizması

kurulmalıdır. Bu durum prosedürleri, atık oluşumunu azaltacak diğer işletmelerin çevreye daha az zarar veren uygulamaları görmesi ve entegre etmesini; çevreye daha fazla zarar veren uygulamalarda ise işlemleri bilinçlendirerek baskı oluşturabilecektir.

- Ambalaj seçiminde çevreye daha az zarar veren ve geri dönüştürülebilir maddelerden üretilenlere yönelmek faydalı olacaktır. Bu durum hem kaynak kullanımının hem de atık oluşumunun azaltılmasında önemlidir.
- Nihai tüketiciler ihtiyaçlarını giderecek ürün ve hizmetlerin seçiminde çevreye daha az zarar veren işletmeleri tercih etmelidir. Bu durum hem çevreyi düşünen işletmeleri ödüllendirecek hem de diğer işletmelere daha çevreci olma konusunda baskı oluşturabilecektir.

Araştırmacılara yönelik çalışma önerileri;

- Çalışmanın kısıtlarından olan OECD ülkeleri toplam 38 ülke gibi sınırlı sayıdadır. Daha fazla ülke veya ülke grupları incelenerek sonuçlar karşılaştırılabilir. Örneğin; Avrupa birliği, G20, G7, OPEC, yüksek lojistik performans seviyesine sahip 50 ülke, yeşil inovasyon seviyesi yüksek 50 ülke vb.
- Çalışmada birincil verilerin ulaşılabilirliğinin düşük olmasından ikincil veriler tercih edilmiştir. Araştırmacılar farklı ülkelerden birincil veri toplama yöntemleri ile yeniden veri elde ederek hipotezleri test edebilir. Sonuçları çalışma ile karşılaştırabilir.
- Lojistik performans endeksi ülkelerin lojistik performansını ölçen en önemli endekslerden biridir. Fakat sadece 2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarına ait kesikli verilere sahip olması bir eksiklik olarak söylenebilir. Dolayısıyla araştırmacılar kesik verilere sahip olmayan ve lojistik performansı daha iyi temsil edecek bir endeks üreterek analiz edip sonuçları karşılaştırabilir. Bunun yanında tedarik zinciri yönetimine ilişkin bir performans ölçeği belirlenerek bu konu tedarik zinciri yönetimine de genişletilebilir.
- Lojistik performans endeksi genel skorları ele alınarak genel bir sonuç ortaya konulmuştur. Bu durum lojistik performans endeksi alt boyutları olan gümrük ve gümrük süreçlerinin verimliliği; altyapı kalitesi; uluslararası sevkiyat; lojistik hizmetlerin kalitesi, yeterliliği ve yetkinliği; izlenebilirlik ve zamanında teslimat ayrı ayrı dikkate alınmadığından araştırmacılara yeni bir araştırma alanı sunmaktadır.

- Diğer bir araştırma alanı lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide rol oynayabilecek enerji verimliliği, taşıma miktarı, intermodal entegrasyon oranı, altyapı oranı, stok devir hızı, tedarik zinciri belirsizliği, lojistik köy performansı, tersine lojistik performansı gibi diğer faktörlerin belirlenmesi ve sunulması olacaktır.
- Son olarak çevre kirliliğini etkileyen enerji verimliliği, atık yönetimi, örgütsel performans, ekonomik büyüme, kentleşme gibi diğer mikro ve makro faktörler ile lojistik performans sonuçları karşılaştırarak en önemli faktörler belirlenebilir ve bunların aralarındaki ilişki kontrol edilebilir.



KAYNAKÇA

- Adiguzel, Z., Sonmez Cakir, F., Yesilot Zehir, S., ve Zehir, C. (2024a). Examination of the effects of learning capabilities and market orientation of logistics companies on innovation and logistics performance. *Industrial and Commercial Training*, 56(3), 240–257. <https://doi.org/10.1108/ICT-08-2023-0059/FULL/PDF>
- Adiguzel, Z., Sonmez Cakir, F., Yesilot Zehir, S., ve Zehir, C. (2024b). Impact of global capabilities on performance in international logistics companies. *International Journal of Productivity and Performance Management*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2024-0401/FULL/PDF>
- Ağayev, S. (2011). İhracat ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: 12 Geçiş Ekonomisi Örneğinde Panel Eştümleşme ve Panel Nedensellik Analizleri. *Ege Academic Review*, 11(2), 241–254. <https://doi.org/10.21121/EAB.2011219568>
- Ahmed, F., Ali, I., Kousar, S., ve Ahmed, S. (2022). The environmental impact of industrialization and foreign direct investment: empirical evidence from Asia-Pacific region. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(20), 29778–29792. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-17560-W/TABLES/11>
- Akram, M. W., Hafeez, M., Yang, S., Sethi, N., Mahar, S., ve Salahodjaev, R. (2023). Asian logistics industry efficiency under low carbon environment: policy implications for sustainable development. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(21), 59793–59801. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-26681-3>
- Aksoy, M. B., ve Tezel, İ. (2022). Karayolu Taşımacılığında Yeşil Lojistik Uygulamaları. In F. Tuna ve M. F. Buğan (Eds.), *Sosyal Bilimler Üzerine Araştırmalar: Ekonomi ve Politika* (1st ed., pp. 131–148). Özgür Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Al-Ali, A. S. M. A., Sisodia, G. S., Gupta, B., ve Venugopalan, M. (2022). Change Management and Innovation Practices during Pandemic in the Middle East E-Commerce Industry. *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 4566, 14(8), 4566. <https://doi.org/10.3390/SU14084566>
- Alam, P., ve Ahmade, K. (2013). Impact of solid waste on health and the environment. *International Journal of Sustainable Development and Green Economics (IJSDEG)*, 2(1), 165–168.
- Aldakhil, A. M., Nassani, A. A., Awan, U., Abro, M. M. Q., ve Zaman, K. (2018). Determinants of green logistics in BRICS countries: An integrated supply chain

- model for green business. *Journal of Cleaner Production*, 195, 861–868. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.05.248>
- Alnıpak, S., Isikli, E., ve Apak, S. (2023). The propellants of the Logistics Performance Index: an empirical panel investigation of the European region. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 26(7), 894–916. <https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1998397>
- Altınok, H. (2023). Karbonsuz Lojistik. In F. Merdivenci ve M. Tekin (Eds.), *Lojistiğin Geleceği - 2* (1st ed.). Duvar Yayınları. www.duvar yayinlari.com
- Altınok, H., Aydın, C., Erturgut, R., ve Cetintas, Y. (2024). Does the type of transportation mode matter in the effect of freight transportation on the environmental pollution of OECD countries? *Environmental Science and Pollution Research*, 31(49), 59275–59288. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-35155-z>
- Amemiya, T. (1983). Chapter 6 Non-linear regression models. *Handbook of Econometrics*, 1, 333–389. [https://doi.org/10.1016/S1573-4412\(83\)01010-7](https://doi.org/10.1016/S1573-4412(83)01010-7)
- Anderson, R. D., Jerman, R. E., ve Crum, M. R. (1998). Quality management influences on logistics performance. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 34(2), 137–148. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(98\)00008-8](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(98)00008-8)
- Andersson, P., Aronsson, H., ve Storhagen, N. G. (1989). Measuring Logistics Performance. *Engineering Costs and Production Economics*, 17, 253–262. [https://doi.org/10.1016/0167-188X\(89\)90074-8](https://doi.org/10.1016/0167-188X(89)90074-8)
- Angelo, F. D., Jabbour, C. J. C., ve Galina, S. V. (2012). Environmental innovation: in search of a meaning. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 8(2/3), 113–121. <https://doi.org/10.1108/20425961211247734>
- Anser, M. K., Khan, M. A., Awan, U., Batool, R., Zaman, K., Imran, M., Sasmoko, Indrianti, Y., Khan, A., ve Bakar, Z. A. (2020). The Role of Technological Innovation in a Dynamic Model of the Environmental Supply Chain Curve: Evidence from a Panel of 102 Countries. *Processes* 2020, Vol. 8, Page 1033, 8(9), 1033. <https://doi.org/10.3390/PR8091033>
- Antle, J. M., ve Heidebrink, G. (1995). Environment and Development: Theory and International Evidence*. *Economic Development and Cultural Change*, 3(43), 603–625. <https://doi.org/doi:10.1086/452171>

- Aria, M., ve Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007>
- Arvis, J.-F., Mustra, M. A., Ojala, L., Shepherd, B., ve Saslavsky, D. (2010). *Connecting to Compete - 2010 - Trade Logistics in the Global Economy - The Logistics Performance Index and Its Indicators*. https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/2023-02/LPI_2010_Report.pdf
- Arvis, J.-F., Mustra, M. A., Panzer, J., Ojala, L., ve Naula, T. (2007). *Connecting to Compete - 2007 - Trade Logistics in the Global Economy - The Logistics Performance Index and Its Indicators*. https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/2023-02/LPI_2007_Report.pdf
- Arvis, J.-F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., ve Kiiski, T. (2018). *Connecting to Compete 2018 - Trade Logistics in the Global Economy- The Logistics Performance Index and Its Indicators*. www.lpi.worldbank.org
- Arvis, J.-F., Ulybina, D., ve Wiederer, C. (2024). *From Survey to Big Data The New Logistics Performance Index* (10772; Policy Research Working Paper). <http://www.worldbank.org/prwp>.
- Aydar, R., Çelik, O. N., ve Afşar, A. (2025). The Impact of Traffic Infrastructure, Environment, and User Behavior on Urban Bicycle Use: A Literature Review. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(5), 1–15. <https://doi.org/10.5505/pajes.2024.09804>
- Aydin, C., Aydin, H., ve Altinok, H. (2022). Does the level of energy intensity matter in the effect of logistic performance on the environmental pollution of OBOR countries? Evidence from PSTR analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 0(0), 1–19. <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2030685>
- Aydin, C., Aydin, H., ve Altinok, H. (2023). Does the level of energy intensity matter in the effect of logistic performance on the environmental pollution of OBOR countries? Evidence from PSTR analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(7), 1494–1512. <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2030685>
- Aydin, C., Darıcı, B., ve Şahin Kutlu, Ş. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı? *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 191–196. <https://doi.org/10.18506/anemon.459157>
- Azam, M., Liu, L., ve Ahmad, N. (2021). Impact of institutional quality on environment and energy consumption: evidence from developing world. *Environment*,

- Development and Sustainability*, 23(2), 1646–1667. <https://doi.org/10.1007/S10668-020-00644-X/TABLES/24>
- Bach, W. (1981). Fossil fuel resources and their impacts on environment and climate. *International Journal of Hydrogen Energy*, 6(2), 185–201.
- Bahn, R. A., Yehya, A. A. K., ve Zurayk, R. (2021). Digitalization for Sustainable Agri-Food Systems: Potential, Status, and Risks for the MENA Region. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 3223, 13(6), 3223. <https://doi.org/10.3390/SU13063223>
- Bai, J., ve Ng, S. (2004). A PANIC Attack on Unit Roots and Cointegration. *Econometrica*, 72(4), 1127–1177. <https://doi.org/10.1111/J.1468-0262.2004.00528.X>
- Banerjee, S. (2015). A STUDY OF VISUAL POLLUTION AND ITS EFFECT ON MENTAL HEALTH. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Research*, 4(30), 4768–4771. www.srjis.com
- Banomyong, R., ve Supatn, N. (2011). Selecting logistics providers in Thailand: A shippers' perspective. *European Journal of Marketing*, 45(3), 419–437. <https://doi.org/10.1108/03090561111107258>
- Barbir, F., Veziroglu, T. N., ve Plass, H. J. (1990). Environmental damage due to fossil fuels use. *International Journal of Hydrogen Energy*, 15(10), 739–749.
- Bataineh, M. J., Sánchez-Sellero, P., ve Ayad, F. (2024). The role of organizational innovation in the development of green innovations in Spanish firms. *European Management Journal*, 42(4), 527–538. <https://doi.org/10.1016/J.EMJ.2023.01.006>
- Bates, D. M., ve Chambers, J. M. (2017). Nonlinear Models. *Statistical Models in S*, 421–454. <https://doi.org/10.1201/9780203738535-10>
- Bayraktutan, Y., ve Özbilgin, M. (2015). Lojistik Maliyetler ve Lojistik Performans Ölçütleri. *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 95–112.
- Behera, P., ve Sethi, N. (2022). Nexus between environment regulation, FDI, and green technology innovation in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 52940–52953. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-19458-7/TABLES/11>
- Bernard, J., ve Mandal, S. K. (2016). The Impact Of Trade Openness On Environmental Quality: An Empirical Analysis Of Emerging And Developing Economies. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 203, 195–208. <https://doi.org/10.2495/EID160181>

- Bessec, M., ve Fouquau, J. (2008). The non-linear link between electricity consumption and temperature in Europe: A threshold panel approach. *Energy Economics*, 30(5), 2705–2721. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2008.02.003>
- Best, G. (1999). *Environmental Pollution Studies* (1st ed.). Liverpool University Press.
- Beysenbaev, R., ve Dus, Y. (2020). Proposals for improving the Logistics Performance Index. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/J.AJSL.2019.10.001>
- Björklund, M., Forslund, H., ve Persdotter Isaksson, M. (2016). Exploring logistics-related environmental sustainability in large retailers. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 44(1), 38–57. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-05-2015-0071>
- Bölükoğlu, H. İ. (2003). Görsel Kirlilik ve Sanat Eğitimi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8.
- Bonifant, B. C., Arnold, M. B., ve Long, F. J. (1995). Gaining competitive advantage through environmental investments. *Business Horizons*, 38(4), 37–47. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(95\)90007-1](https://doi.org/10.1016/0007-6813(95)90007-1)
- Boserup, E. (2014). The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure. *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*, 1–124. <https://doi.org/10.4324/9781315070360/CONDITIONS-AGRICULTURAL-GROWTH-ESTER-BOSERUP/ACCESSIBILITY-INFORMATION>
- Bowersox, D. J., Clos, D. J., ve Coope, M. B. (2002). *Supply Chain Logistics Management* (1st ed., Vol. 2). McGraw-Hill Higher Education.
- Breitung, J., ve Das, S. (2005). Panel unit root tests under cross-sectional dependence. *Statistica Neerlandica*, 59(4), 414–433. <https://doi.org/10.1111/J.1467-9574.2005.00299.X>
- Breuer, J. B., McNown, R., ve Wallace, M. (2002). Series-specific Unit Root Tests with Panel Data*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64(5), 527–546. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.00276>
- Breusch, T. S., ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239–253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Burinskiene, A., Lorenc, ;, ve Lerher, T. (2018). A SIMULATION STUDY FOR THE SUSTAINABILITY AND REDUCTION OF WASTE IN WAREHOUSE

- LOGISTICS. *Int j Simul Model*, 17, 485–497.
[https://doi.org/10.2507/IJSIMM17\(3\)446](https://doi.org/10.2507/IJSIMM17(3)446)
- Butt, H. M. M., Khan, I., ve Xia, E. (2023). How do energy supply and energy use link to environmental degradation in China? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(40), 92891–92902. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-28960-5/TABLES/4>
- Çamurcu, H. (2005). Dünya Nüfus Artışı Ve Getirdiği Sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(13), 87–105.
- Carrión-Flores, C. E., ve Innes, R. (2010). Environmental innovation and environmental performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(1), 27–42.
<https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2009.05.003>
- Çelik, R. (2020). Lojistik Sektöründe Kullanılan Yeni Bilişim Sistemleri: Lojistik 4.0 Örneği. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi Çelik*, 2020(04), 6.
- Cheng, H., Chaudhry, H. R., Kazi, I., ve Umar, M. (2024). Unlocking greener supply chains: A global innovative perspective on the role of logistics performance in reducing ecological footprints. *Journal of Innovation ve Knowledge*, 9(4), 100612.
<https://doi.org/10.1016/J.JIK.2024.100612>
- Chepesiuk, R. (2009). Missing the Dark Health Effects of Light Pollution Environews. *Environmental Health Perspectives*, 117(1), A20–A27.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1289/ehp.117-a20>
- Cherniwchan, J. (2012). Economic growth, industrialization, and the environment. *Resource and Energy Economics*, 34(4), 442–467.
<https://doi.org/10.1016/J.RESENEECO.2012.04.004>
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249–272. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6)
- Choi, J. Y., ve Han, D. B. (2018). The Links between Environmental Innovation and Environmental Performance: Evidence for High- and Middle-Income Countries. *Sustainability* 2018, Vol. 10, Page 2157, 10(7), 2157.
<https://doi.org/10.3390/SU10072157>
- Chow, G., Heaver, T. D., ve Henriksson, L. E. (1994). Logistics Performance: Definition and Measurement. *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 24(1), 17–28. <https://doi.org/10.1108/09600039410055981>

- Christmann, P., ve Taylor, G. (2001). Globalization and the environment: Determinants of firm self-regulation in China. *Journal of International Business Studies*, 32(3), 439–458. <https://doi.org/10.1057/PALGRAVE.JIBS.8490976/METRICS>
- Clark, B., ve Jorgenson, A. K. (2012). The Treadmill of Destruction and the Environmental Impacts of Militaries1. *Sociology Compass*, 6(7), 557–569. <https://doi.org/10.1111/J.1751-9020.2012.00474.X>
- Clark, L. P., Millet, D. B., ve Marshall, J. D. (2011). Air quality and urban form in U.S. urban areas: Evidence from regulatory monitors. *Environmental Science and Technology*, 45(16), 7028–7035. https://doi.org/10.1021/ES2006786/SUPPL_FILE/ES2006786_SI_001.PDF
- Copeland, B. R. (2013). Trade and the Environment. *Palgrave Handbook of International Trade*, 423–496. https://doi.org/10.1007/978-0-230-30531-1_15
- Coşkun, A. E., ve Erturgut, R. (2022). An empirical research on developing a logistics performance scale. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(7), 2605–2629. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0513>
- Dangelico, R. M. (2016). Green Product Innovation: Where we are and Where we are Going. *Business Strategy and the Environment*, 25(8), 560–576. <https://doi.org/10.1002/BSE.1886>
- Das, C. (2023). Analysing the effect of low carbon product design on firm performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(1), 180–199. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0516/FULL/PDF>
- De Hoyos, R. E., ve Sarafidis, V. (2006). Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel-Data Models. *The Stata Journal*, 6(4), 482–496. <https://doi.org/10.1177/1536867X0600600403>
- De Oliveira, U. R., Aparecida Neto, L., Abreu, P. A. F., ve Fernandes, V. A. (2021). Risk management applied to the reverse logistics of solid waste. *Journal of Cleaner Production*, 296(126517). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126517>
- De Silva, D. G., ve Pownall, R. A. J. (2014). Going green: does it depend on education, gender or income? *Applied Economics*, 46(5), 573–586. <https://doi.org/10.1080/00036846.2013.857003>
- Demircioğlu, N., ve Yılmaz, H. (2005). Işık Kirliliği , Ortaya Çıkardığı Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 117–123.
- Demirdöğen, O., Erdal, H., ve Akbaba, A. İ. (2018). The Analysis of Factors that Affect Innovation Performance of Logistics Enterprises in Turkey. *German-Turkish*

- Perspectives on IT and Innovation Management*, 143–164.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-16962-6_8
- Destais, G., Fouquau, J., ve Hurlin, C. (2007). Economic Development and Energy Intensity: A Panel Data Analysis. *The Econometrics of Energy Systems*, 98–120.
https://doi.org/10.1057/9780230626317_5
- Destek, M. A. (2021). Deindustrialization, reindustrialization and environmental degradation: Evidence from ecological footprint of Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126612. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126612>
- Ding, S., Ward, H., ve Tukker, A. (2023). How Internet of Things can influence the sustainability performance of logistics industries – A Chinese case study. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 6, 100094.
<https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2023.100094>
- Duarte, R., Pinilla, V., ve Serrano, A. (2013). Is there an environmental Kuznets curve for water use? A panel smooth transition regression approach. *Economic Modelling*, 31(1), 518–527. <https://doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2012.12.010>
- Dunn, S. C. (1995). Environmentally responsible logistics systems. *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 25(2), 20–38.
<https://doi.org/10.1108/09600039510083925/FULL/PDF>
- Dünya Sağlık Örgütü. (2024). *Sustainable Development Goal indicator 3.9.1 mortality attributed to air pollution*.
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/379020/9789240099142-eng.pdf?sequence=1>
- Ehrlich, P. R., ve Holdren, J. P. (1972). One-dimensional ecology. *Bulletin Of The Atomic Scientists*, 16, 16–56.
- El Araby, M. (2002). Urban growth and environmental degradation: The case of Cairo, Egypt. *Cities*, 19(6), 389–400. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(02\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(02)00069-0)
- Engle, R. F., ve Granger, C. W. J. (1985). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Applied Econometrics*, 39(3), 107–135.
<https://doi.org/10.2307/1913236>
- Erdal, H., ve Korucuk, S. (2018). Lojistik Sektöründe İnovasyon Önceliklerinin Belirlenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 36, 1–24. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/645768>
- Erturgut, R. (2016). *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. Nobel Yayınları.

- Erturgut, R., ve Altınok, H. (2020a). BİR KUŞAK BİR YOL PROJESİ KAPSAMINDA YER ALAN ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANS İNDEKSLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI COMPARISON OF THE LOGISTICS PERFORMANCE INDEXES OF THE COUNTRIES IN THE ONE BELT, ONE ROAD PROJECT. *EUROASIA SUMMIT Congress on Scientific Researches and Recent Trends-7 December 6-9, 2020 / Baku Euroasian University, Azerbaijan Book of Full Texts / Volume-3, 3, 723–728.*
- Erturgut, R., ve Altınok, H. (2020b). YURTIÇİ YÜK TAŞIMACILIĞINDA TAŞIMA MODLARININ İNSAN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ EVALUATION OF TRANSPORT MODES IN DOMESTIC FREIGHT TRANSPORT IN TERMS OF HUMAN SAFETY. *EUROASIA SUMMIT Congress on Scientific Researches and Recent Trends-7 December 6-9, 2020 / Baku Euroasian University, Azerbaijan Book of Full Texts / Volume-3, 729–734.*
- Estes, D. (1994). *World Resources 1994-95 A Guide To The Global Environment* (D. Estes, Ed.). Oxford University Press.
- Fan, M., Wu, Z., Qalati, S. A., He, D., ve Hussain, R. Y. (2022). Impact of Green Logistics Performance on China's Export Trade to Regional Comprehensive Economic Partnership Countries. *Frontiers in Environmental Science, 10*, 879590. <https://doi.org/10.3389/FENV.2022.879590/BIBTEX>
- Fan, Y., Liu, L. C., Wu, G., ve Wei, Y. M. (2006). Analyzing impact factors of CO2 emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review, 26*(4), 377–395. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2005.11.007>
- Friske, W., Yun, G., ve Ozpolat, K. (2024). The underappreciated role of logistics in national systems of entrepreneurship. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*. <https://doi.org/10.1108/JRME-05-2024-0134>
- Fu, M., Rothfeld, R., ve Antoniou, C. (2019). Exploring Preferences for Transportation Modes in an Urban Air Mobility Environment: Munich Case Study. *Transportation Research Record, 2673*(10), 427–442. https://doi.org/10.1177/0361198119843858/ASSET/EDFCD300-65F7-4798-BEC0-8A4D745C0915/ASSETS/IMAGES/LARGE/10.1177_0361198119843858-FIG5.JPG
- Gabriela-Lucia, S., ve Cristian-Gabriel, B. (2015). Innovation And Logistics Performance: Cause And Effects. *Revista Economica, 67*(3), 112–127. <https://ideas.repec.org/a/blg/reveco/v67y2015i3p112-127.html>

- Ganda, F. (2021). The non-linear influence of trade, foreign direct investment, financial development, energy supply and human capital on carbon emissions in the BRICS. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 57825–57841. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-14704-W/FIGURES/4>
- Gani, A. (2017). The Logistics Performance Effect in International Trade. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(4), 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2017.12.012>
- Gao, H., Bakar, S. A., Maulan, S., Yusof, M. J. M., Mundher, R., Guo, Y., ve Chen, B. (2024). A Systematic Literature Review and Analysis of Visual Pollution. In *Land* (Vol. 13, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/land13070994>
- Gardezi, M. A., Farooq, fatima, Safdar, N., ve Aurangzaib. (2020). The Impact of Urban Population and Inequality on Environment Degradation: Empirical Evidence from Panel Data Analysis. *Review of Education, Administration ve Law*, 3(1), 101–112. <https://doi.org/10.47067/REAL.V3I1.25>
- Garg, V. K., Yadav, A., Mohan, C., Yadav, S., ve Kumari, N. (2024). Green Chemistry Approaches To Environmental Sustainability. In *Green Chemistry Approaches to Environmental Sustainability* (1st ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-18959-3.00023-9>
- Gaur, V. K., Sharma, P., Sirohi, R., Awasthi, M. K., Dussap, C. G., ve Pandey, A. (2020). Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review. *Journal of Hazardous Materials*, 398(123019). <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123019>
- Geravandi, S., Takdastan, A., Zallaghi, E., Vousoghi Niri, M., Mohammadi, M. J., saki, H., ve Naiemabadi, A. (2015). Noise Pollution and Health Effects. *Jundishapur Journal of Health Sciences*, 7(1). <https://doi.org/10.5812/jjhs.25357>
- Godil, D. I., Yu, Z., Sharif, A., Usman, R., ve Khan, S. A. R. (2021). Investigate the role of technology innovation and renewable energy in reducing transport sector CO2 emission in China: A path toward sustainable development. *Sustainable Development*, 29(4), 694–707. <https://doi.org/10.1002/SD.2167>
- Gonzalez, , A., Teräsvirta, T., van Dijk, D., ve Yang, Y. (2017). *Panel Smooth Transition Regression Models*. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-332277>
- González, A., ve Terasvirta, T. (2004). *Panel Smooth Transition Regression model and an application to investment under credit constraints*.

- Gonzalez, A., Teräsvirta, T., van Dijk, D., ve Yang, Y. (2017). *Panel Smooth Transition Regression Models*. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-332277>
- Grafarend, E. W., Zwanzig, S., ve Awange, J. L. (2022). *Applications of Linear and Nonlinear Models*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-94598-5>
- Green, K. W., Whitten, D., ve Inman, R. A. (2008). The impact of logistics performance on organizational performance in a supply chain context. *Supply Chain Management*, 13(4), 317–327. <https://doi.org/10.1108/13598540810882206>
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., ve Briggs, J. M. (2008). Global Change and the Ecology of Cities: Supporting Online Material. *Science*, 319(5864), 756–760. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1150195/SUPPL_FILE/GRIMM.SOM.REV.PDF
- Grossman, G. M., ve Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Gu, Z., Malik, H. A., Chupradit, S., Albasher, G., Borisov, V., ve Murtaza, N. (2022). Green Supply Chain Management With Sustainable Economic Growth by CS-ARDL Technique: Perspective to Blockchain Technology. *Frontiers in Public Health*, 9, 818614. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2021.818614/BIBTEX>
- Gümüş, Y. (2009). Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejileri ve İşletme Kârı İle Olan İlişkisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 41, 97–114. www.personal.georgiasouthern.edu/~mnowak/index_files
- Guo, P., Xiao, K., Ye, Z., ve Zhu, W. (2021). Route Optimization via Environment-Aware Deep Network and Reinforcement Learning. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 12(6). <https://doi.org/10.1145/3461645>
- Guo, Q., Wang, H., Lu, X., ve Qu, L. (2024). Effects of innovation environment on carbon intensity: The moderating role of information industry. *International Review of Economics ve Finance*, 92, 967–977. <https://doi.org/10.1016/J.IREF.2024.02.059>
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*, 3(2), 148–161. <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00043>
- Hamidova, L., Alikhanova, L., Kasumova, L., Karimova, T., ve Mirzayeva, F. (2024). The impact of CO2 emissions from different types of transport on countries' logistics efficiency: Case of ITF member countries. *Environmental Economics*, 15(2), 215–231. [https://doi.org/10.21511/EE.15\(2\).2024.15](https://doi.org/10.21511/EE.15(2).2024.15)

- Hansen, B. E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference. *Journal of Econometrics*, 93(2), 345–368. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(99\)00025-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(99)00025-1)
- Harrison, R. M. (2001). *Pollution: Causes, Effects and Control Fourth Edition* (4th ed.). The Royal Society of Chemistry.
- Holdren, J. P. (1987). Global environmental issues related to energy supply: The environmental case for increased efficiency of energy use. *Energy*, 12(10–11), 975–992. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(87\)90053-3](https://doi.org/10.1016/0360-5442(87)90053-3)
- Holdren, J. P., ve Ehrlich, P. R. (1972). One-Dimensional Ecology Revisited A Rejoinder. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 28(6), 42–45. <https://doi.org/10.1080/00963402.1972.11457946>
- Houghton, J. (2001). The science of global warming. *Interdisciplinary Science Reviews*, 26(4), 247–257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1179/isr.2001.26.4>
- Huang, Y. C., Jim Wu, Y. C., ve Rahman, S. (2012). The task environment, resource commitment and reverse logistics performance: Evidence from the Taiwanese high-tech sector. *Production Planning and Control*, 23(10–11), 851–863. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.642189>
- Hussain, J., ve Zhou, K. (2022). Globalization, industrialization, and urbanization in Belt and Road Initiative countries: implications for environmental sustainability and energy demand. *Environmental Science and Pollution Research* 29:53, 29(53), 80549–80567. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-21520-3>
- İbadullayeva, J., Jumaniyazova, K., Azimzadeh, S., Canıgür, S., ve Esen, F. (2019). *The Effects of Environmental Pollution on Human Health*. 1(3), 52–58.
- Ibrahim, M. D., Pereira, M. A., ve Caldas, P. (2024). Efficiency analysis of the innovation-driven sustainable logistics industry. *Socio-Economic Planning Sciences*, 96, 102050. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2024.102050>
- Im, K. S., Pesaran, M. H., ve Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Ippolitova, I., Komandrovskaya, V., Darid, A. H., Andreitsev, V., ve Symonenko, O. (2024). The impact of innovation support on the sustainable development of enterprises. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 1(54), 392–402. <https://doi.org/10.55643/FCAPTP.1.54.2024.4260>

- Jansen, E. S., ve Teräsvirta, T. (1996). TESTING PARAMETER CONSTANCY AND SUPER EXOGENEITY IN ECONOMETRIC EQUATIONS. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 58(4), 735–763. <https://doi.org/10.1111/J.1468-0084.1996.MP58004008.X>
- Jariwala, H., Jariwala, H. J., Syed, H. S., Pandya, M. J., ve Gajera, Y. M. (2017). Noise Pollution ve Human Health: A Review. *Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities*, 1–4. <https://www.researchgate.net/publication/319329633>
- Jeevanantham, S., Saravanan, A., Hemavathy, R. V., Kumar, P. S., Yaashikaa, P. R., ve Yuvaraj, D. (2019). Removal of toxic pollutants from water environment by phytoremediation: A survey on application and future prospects. *Environmental Technology and Innovation*, 13(2019), 264–276. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.12.007>
- Kahouli, B., Miled, K., ve Aloui, Z. (2022). Do energy consumption, urbanization, and industrialization play a role in environmental degradation in the case of Saudi Arabia? *Energy Strategy Reviews*, 40, 100814. <https://doi.org/10.1016/J.ESR.2022.100814>
- Kalpande, S. D., ve Toke, L. K. (2021). Assessment of green supply chain management practices, performance, pressure and barriers amongst Indian manufacturer to achieve sustainable development. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(8), 2237–2257. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2020-0045/FULL/PDF>
- Karaduman, H. A., Karaman-Akgül, A., Çağlar, M., ve Akbaş, H. E. (2020). The relationship between logistics performance and carbon emissions: an empirical investigation on Balkan countries. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 12(4), 449–461. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-05-2020-0041/FULL/PDF>
- Karaman, A. S., Kilic, M., ve Uyar, A. (2020). Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120718. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120718>
- Kardeşoğlu, E., Yalçın, M., ve Işılak, Z. (2011). Air Pollution and Cardiovascular System. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10(1), 97–106. www.korhek.org
- Karimi Ansari, B. (2013). Işık Kirliliği (Karanlık Kirliliği) ve Çevreye Olan Etkileri. *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 11–22.

- Kearney, A. T. (1984). *Measuring and Improving Productivity in Physical Distribution*, 1984. Council of Logistics Management.
- Khan, D., ve Ullah, A. (2019). Testing the relationship between globalization and carbon dioxide emissions in Pakistan: does environmental Kuznets curve exist? *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15194–15208. <https://doi.org/10.1007/S11356-019-04913-9/FIGURES/6>
- Khan, S. A. R. (2019). The nexus between carbon emissions, poverty, economic growth, and logistics operations-empirical evidence from southeast asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 13210–13220. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04829-4>
- Khan, S. A. R., Jian, C., Zhang, Y., Golpîra, H., Kumar, A., ve Sharif, A. (2019). Environmental, social and economic growth indicators spur logistics performance: From the perspective of South Asian Association for Regional Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 214, 1011–1023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.322>
- Khan, S. A. R., ve Qianli, D. (2017a). Does national scale economic and environmental indicators spur logistics performance? Evidence from UK. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 26692–26705. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0222-9>
- Khan, S. A. R., ve Qianli, D. (2017b). Does national scale economic and environmental indicators spur logistics performance? Evidence from UK. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(34), 26692–26705. <https://doi.org/10.1007/S11356-017-0222-9/FIGURES/4>
- Khan, S. A. R., Qianli, D., SongBo, W., Zaman, K., ve Zhang, Y. (2017). Environmental logistics performance indicators affecting per capita income and sectoral growth: evidence from a panel of selected global ranked logistics countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(2), 1518–1531. <https://doi.org/10.1007/S11356-016-7916-2/TABLES/6>
- Khan, S. A. R., Zhang, Y., Kumar, A., Zavadskas, E., ve Streimikiene, D. (2020). Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth. *Sustainable Development*, 28(4), 833–843. <https://doi.org/10.1002/SD.2034>

- Khan, S. J., Dhir, A., Parida, V., ve Papa, A. (2021). Past, present, and future of green product innovation. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4081–4106. <https://doi.org/10.1002/BSE.2858>
- Khan, S. J., Kaur, P., Jabeen, F., ve Dhir, A. (2021). Green process innovation: Where we are and where we are going. *Business Strategy and the Environment*, 30(7), 3273–3296. <https://doi.org/10.1002/BSE.2802>
- Kumar Kar, S., ve Harichandan, S. (2022). Green marketing innovation and sustainable consumption: A bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 361, 132290. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132290>
- Lambert, D., Stock, J. R., ve Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. The Irwin/McGraw-Hill Series in Marketing.
- Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. (Nil), Baldé, A. B., Bertollini, R., Bose-O'Reilly, S., Boufford, J. I., Breysse, P. N., Chiles, T., Mahidol, C., Coll-Seck, A. M., Cropper, M. L., Fobil, J., Fuster, V., Greenstone, M., Haines, A., ... Zhong, M. (2018). The Lancet Commission on pollution and health. In *The Lancet* (Vol. 391, Issue 10119, pp. 462–512). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
- Lanier-Graham, S. D. . (1993). *The ecology of war : environmental impacts of weaponry and warfare*. 185.
- Larson, P. D. (2021). Relationships between Logistics Performance and Aspects of Sustainability: A Cross-Country Analysis. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 623*, 13(2), 623. <https://doi.org/10.3390/SU13020623>
- Le, T. H., Chang, Y., ve Park, D. (2016). Trade openness and environmental quality: International evidence. *Energy Policy*, 92, 45–55. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2016.01.030>
- Lee, E. S., ve Song, D. W. (2015). The effect of shipping knowledge and absorptive capacity on organizational innovation and logistics value. *International Journal of Logistics Management*, 26(2), 218–237. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2013-0011/FULL/PDF>
- Leuschner, R., Lambert, D. M., ve Knemeyer, A. M. (2012). Logistics performance, customer satisfaction, and share of business: A comparison of primary and secondary suppliers. *Journal of Business Logistics*, 33(3), 210–226. <https://doi.org/10.1111/j.2158-1592.2012.01053.x>

- Levin, A., Lin, C. F., ve Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Li, H., Pang, S., Cao, Y., ve Gao, J. (2021). Research on the evaluation of comprehensive efficiency of technological innovation and eco-environment in China. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124603. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.124603>
- Li, X., Sohail, S., Majeed, M. T., ve Ahmad, W. (2021). Green logistics, economic growth, and environmental quality: evidence from one belt and road initiative economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 30664–30674. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-12839-4/TABLES/3>
- Liang, L., Wang, Z., ve Li, J. (2019). The effect of urbanization on environmental pollution in rapidly developing urban agglomerations. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117649. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.117649>
- Liddle, B. (2013). Population, affluence, and environmental impact across development: Evidence from panel cointegration modeling. *Environmental Modelling and Software*, 40, 255–266. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.10.002>
- Lin, B., ve Ma, R. (2022). Green technology innovations, urban innovation environment and CO2 emission reduction in China: Fresh evidence from a partially linear functional-coefficient panel model. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121434. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2021.121434>
- Lin, Y. H., ve Chen, Y. S. (2017). Determinants of green competitive advantage: the roles of green knowledge sharing, green dynamic capabilities, and green service innovation. *Quality and Quantity*, 51(4), 1663–1685. <https://doi.org/10.1007/S11135-016-0358-6/FIGURES/2>
- Liu, J., Yuan, C., Hafeez, M., ve Yuan, Q. (2018). The relationship between environment and logistics performance: Evidence from Asian countries. *Journal of Cleaner Production*, 204, 282–291. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.08.310>
- Liu, L., Wu, H., Hafeez, M., Albaity, M. S. A., ve Ullah, S. (2023a). Carbon neutrality through supply chain performance: does green innovation matter in Asia? *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(3). <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2149588>
- Liu, L., Wu, H., Hafeez, M., Albaity, M. S. A., ve Ullah, S. (2023b). Carbon neutrality through supply chain performance: does green innovation matter in Asia? *Economic*

<https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2149588>

- Long, X., Chen, Y., Du, J., Oh, K., Han, I., ve Yan, J. (2017). The effect of environmental innovation behavior on economic and environmental performance of 182 Chinese firms. *Journal of Cleaner Production*, 166, 1274–1282. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.08.070>
- Loucanova, E., Kaputa, V., Nosalova, M., ve Olsiakova, M. (2024). The logistics and sustainability in the European Union. *Acta Logistica*, 11(2), 317–323. <https://doi.org/10.22306/AL.V11I2.515>
- Lu, M., Xie, R., Chen, P., Zou, Y., ve Tang, J. (2019). Green Transportation and Logistics Performance: An Improved Composite Index. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 2976*, 11(10), 2976. <https://doi.org/10.3390/SU11102976>
- Lyu, C., Peng, C., Li, R., Yang, X., ve Cao, D. (2022). Ambidextrous leadership and sustainability performance: serial mediation effects of employees' green creativity and green product innovation. *Leadership and Organization Development Journal*, 43(8), 1376–1394. <https://doi.org/10.1108/LODJ-01-2021-0037/FULL/PDF>
- Maddala, G. S., ve Wu, S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631–652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610S1631>
- Magazzino, C., Alola, A. A., ve Schneider, N. (2021). The trilemma of innovation, logistics performance, and environmental quality in 25 topmost logistics countries: A quantile regression evidence. *Journal of Cleaner Production*, 322, 129050. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129050>
- Magazzino, C., Mele, M., ve Schneider, N. (2022). A new artificial neural networks algorithm to analyze the nexus among logistics performance, energy demand, and environmental degradation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 60, 315–328. <https://doi.org/10.1016/J.STRUECO.2021.11.018>
- Mahalik, M. K., Mallick, H., ve Padhan, H. (2021). Do educational levels influence the environmental quality? The role of renewable and non-renewable energy demand in selected BRICS countries with a new policy perspective. *Renewable Energy*, 164, 419–432. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.09.090>
- Mahmoudi, M. R. (2019). On Comparing Two Dependent Linear and Nonlinear Regression Models. *Journal of Testing and Evaluation*, 47(1), 449–458. <https://doi.org/10.1520/JTE20170461>

- Managi, S., Hibiki, A., ve Tsurumi, T. (2009). Does trade openness improve environmental quality? *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(3), 346–363. <https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2009.04.008>
- Manjunath, G. (2014). Green Logistics: A Learn, Evaluation And Initiatives In Business Organizations. *International Journal of Business Quantitative Economics and Applied Management Research*, 1(7), 2349–5677. <https://ssrn.com/abstract=3358311>
- Mariano, E. B., Gobbo Jr, J. A., Camiato, F. de C., ve Rebelatto, D. A. do N. (2017). CO2 emissions and logistics performance: a composite index proposal. *Journal of Cleaner Production*, 163, 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.084>
- Marshall, A. (2005). Questioning the Motivations for International Repositories for Nuclear Waste. *Global Environmental Politics*, 5(2), 1–9. <https://doi.org/10.1162/1526380054127754>
- Martí, L., Puertas, R., ve García, L. (2014). The importance of the Logistics Performance Index in international trade. *Applied Economics*, 46(24), 2982–2992. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.916394>
- McKinnon, A. C. (2003). *Logistics and the Environment*. 4, 665–685. <https://doi.org/10.1108/9781786359513-037>
- McKinnon, A. C. (2016). Freight Transport Deceleration: Its Possible Contribution to the Decarbonisation of Logistics. *Transport Reviews*, 36(4), 418–436. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1137992>
- Merdivenci, F., Aydın, C., ve Altınok, H. (2024). Does the material recycling rate matter in the effect of the generated waste on environmental pollution? Panel smooth transition regression approach. *Environmental Research and Technology*, 7(3), 435–447. <https://doi.org/10.35208/ert.1441001>
- Mert, M., ve Çağlar, A. E. (2019). *Eviews ve Gauss uygulamalı zaman serileri analizi* (Vol. 1). Detay Yayıncılık. https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&eq=e+views+ve+gauss+uygulamal%C4%B1+zaman+serileri+analizivebtnG=
- Mesjasz-Lech, A. (2019). Logistics performance of European Union markets: Towards the development of entrepreneurship in the transport and storage sector. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 5(Special Issue), 122–130. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2019.05.SI.14>

- Meyer, A. (2015). Does education increase pro-environmental behavior? Evidence from Europe. *Ecological Economics*, 116, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.018>
- Mihoub, A., Kahia, M., Alswailim, M., Mihoub, A., Kahia, M., ve Alswailim, M. (2024). Measuring the impact of technological innovation, green energy, and sustainable development on the health system performance and human well-being: Evidence from a machine learning-based approach. *AIMS Environmental Science* 2024 5:703, 11(5), 703–722. <https://doi.org/10.3934/ENVIRONSCI.2024035>
- Mishra, R. K., Mohammad, N., ve Roychoudhury, N. (2016). Soil pollution: Causes, effects and control. *Tropical Forest Research Institute*, 13(1). <https://www.researchgate.net/publication/289281444>
- Moeller, D. W. (2005). *Environmental Health* (3rd ed.). MA:Harvard University Press.
- Moldabekova, A., Philipp, R., Satybaldin, A. A., ve Prause, G. (2021). Technological Readiness and Innovation as Drivers for Logistics 4.0. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(1), 145–156. <https://doi.org/10.13106/JAFEB.2021.VOL8.NO1.145>
- Moon, H. R., ve Perron, B. (2004). Testing for a unit root in panels with dynamic factors. *Journal of Econometrics*, 122(1), 81–126. <https://doi.org/10.1016/J.JECONOM.2003.10.020>
- Moran, P. A. P. (1948). The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), 243–251.
- Moroni, I. T., Roman Pais Seles, B. M., Lizarelli, F. L., Guzzo, D., ve Mascarenhas Hornos da Costa, J. (2022). Remanufacturing and its impact on dynamic capabilities, stakeholder engagement, eco-innovation and business performance. *Journal of Cleaner Production*, 371, 133274. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133274>
- Murphy, P. R., Poist, R. F., ve Braunschweig, C. D. (1996). Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives. *Journal of Business Logistics*, 17(1), 191–211. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/bsu:9708152658?sid=ebsco:plink:crawlervei&d=ebsco:bsu:9708152658vecrl=c>
- Murphy, P. R., Poist, R. F., ve Braunschwig, C. D. (1994). Management of Environmental Issues in Logistics: Current Status and Future Potential. *Transportation Journal*, 34(1), 48–56. <https://www.jstor.org/stable/pdf/20713224.pdf>

- Naghi Beiranvand, D., Jamali Firouzabadi, K., ve Dorniani, S. (2023). A model of service supply chain sustainability assessment using fuzzy methods and factor analysis in oil and gas industry. *Journal of Modelling in Management*, 18(1), 117–146. <https://doi.org/10.1108/JM2-01-2021-0010>
- Nguyen, T. C., ve Le, T. H. (2024). Financial crises and the national logistics performance: Evidence from emerging and developing countries. *International Journal of Finance ve Economics*, 29(2), 1834–1855. <https://doi.org/10.1002/IJFE.2768>
- Novack, R. A. (1989). Quality and Control in Logistics: A Process Model. *International Journal of Physical Distribution ve Materials Management*, 19(11), 2–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/EUM00000000000345>
- Nuță, F. M., Sharafat, A., Abban, O. J., Khan, I., Irfan, M., Nuță, A. C., Dankyi, A. B., ve Asghar, M. (2024). The relationship among urbanization, economic growth, renewable energy consumption, and environmental degradation: A comparative view of European and Asian emerging economies. *Gondwana Research*, 128, 325–339. <https://doi.org/10.1016/J.GR.2023.10.023>
- Oloruntobi, O., Mokhtar, K., Mohd Rozar, N., Gohari, A., Asif, S., ve Chuah, L. F. (2023). Effective technologies and practices for reducing pollution in warehouses - A review. *Cleaner Engineering and Technology*, 13, 100622. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2023.100622>
- Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), 2265–2300. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2007.05.001>
- Ong, T. S., Lee, A. S., Teh, B. H., ve Magsi, H. B. (2019). Environmental Innovation, Environmental Performance and Financial Performance: Evidence from Malaysian Environmental Proactive Firms. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 3494*, 11(12), 3494. <https://doi.org/10.3390/SU11123494>
- Opoku, E. E. O., ve Aluko, O. A. (2021). Heterogeneous effects of industrialization on the environment: Evidence from panel quantile regression. *Structural Change and Economic Dynamics*, 59, 174–184. <https://doi.org/10.1016/J.STRUECO.2021.08.015>
- Özbekler, T. M., ve Akgül, A. K. (2020). Last mile logistics in the framework of smart cities: A typology of city logistics schemes. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS*

- Archives*, 44(4/W3), 335–337. <https://doi.org/10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLIV-4-W3-2020-335-2020>,
- Özdemir, Z., ve Özekicioğlu, H. (2006). KENTLEŞME VE ÇEVRE SORUNLARI. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 17–30. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduibfd/issue/20839/223332>
- Pazirandeh, A., ve Jafari, H. (2013). Making sense of green logistics. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(8), 889–904. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2013-0059/FULL/PDF>
- Pellow, D. N. (2007). *Resisting Global Toxics: Transnational Movements for Environmental Justice*. MA: MIT Press. https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=veid=dhtco1U2AwYCveoi=fnd&pg=PR7&vots=fKz4vFRUBBvesig=yuXZYjUxuxE1PINlfNuXeYGOYQ0veredir_esc=y#v=onepage&qvqef=false
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics*. <https://ideas.repec.org/p/cam/camdae/0435.html>
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312. <https://doi.org/10.1002/JAE.951>
- Pesaran, M. H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60(1), 13–50. <https://doi.org/10.1007/S00181-020-01875-7/TABLES/11>
- Pesaran, M. H., Ullah, A., ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105–127. <https://doi.org/10.1111/J.1368-423X.2007.00227.X>
- Popp, D., Newell, R. G., ve Jaffe, A. B. (2010). Energy, the Environment, and Technological Change. *Handbook of the Economics of Innovation*, 2(1), 873–937. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02005-8](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02005-8)
- Preston, S. H. (1996). The effect of population growth on environmental quality. *Population Research and Policy Review*, 15(2), 95–108. <https://doi.org/10.1007/BF00126129/METRICS>
- Prieto-Sandoval, V., Torres-Guevara, L. E., ve García-Díaz, C. (2022). Green marketing innovation: Opportunities from an environmental education analysis in young

- consumers. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132509. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132509>
- Qazi, A., Simsekler, M. C. E., ve Al-Mhdawi, M. K. S. (2024). Bayesian network and structural equation modeling of dependencies between country-level sustainability risks and logistics performance. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/S10479-023-05723-6>
- Qazi, A., Simsekler, M. C. E., ve Formanek, S. (2023). Impact assessment of country risk on logistics performance using a Bayesian Belief Network model. *Kybernetes*, 52(5), 1620–1642. <https://doi.org/10.1108/K-08-2021-0773/FULL/PDF>
- Qin, L., Kirikkaleli, D., Hou, Y., Miao, X., ve Tufail, M. (2021). Carbon neutrality target for G7 economies: Examining the role of environmental policy, green innovation and composite risk index. *Journal of Environmental Management*, 295, 113119. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.113119>
- Rached, Eglal., ve Craissati, Dina. (2000). *Research for development in the Middle East and North Africa*. IDRC.
- Randrianarisoa, L. M., ve Gillen, D. (2022). Reducing emissions in international transport: A supply chain perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 102, 103074. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2021.103074>
- Rashidi, K., ve Cullinane, K. (2019a). Evaluating the sustainability of national logistics performance using Data Envelopment Analysis. *Transport Policy*, 74, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.014>
- Rashidi, K., ve Cullinane, K. (2019b). Evaluating the sustainability of national logistics performance using Data Envelopment Analysis. *Transport Policy*, 74(November 2018), 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.014>
- Rehman, S. A., Quddoos, M. U., Janjua, L. R., ve Amin, M. S. (2022). Reinvestigating the transport services and digital technology Nexus: a new era of economic sustainability. *International Journal of Transport Economics : Rivista Internazionale Di Economia Dei Trasporti : XLIX*, 2, 2022, 49(2), 231–257. <https://doi.org/10.19272/202206702005>
- Rehman, S. U., Kraus, S., Shah, S. A., Khanin, D., ve Mahto, R. V. (2021). Analyzing the relationship between green innovation and environmental performance in large manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120481. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2020.120481>

- Rejeb, A., Simske, S., Rejeb, K., Treiblmaier, H., ve Zailani, S. (2020). Internet of Things research in supply chain management and logistics: A bibliometric analysis. *Internet of Things*, 12, 100318. <https://doi.org/10.1016/J.IOT.2020.100318>
- Ries, J. M., Grosse, E. H., ve Fichtinger, J. (2017). Environmental impact of warehousing: a scenario analysis for the United States. *International Journal of Production Research*, 55(21), 6485–6499. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1211342>; JOURNAL: JOURNAL:TPRS20; WGROUP: STRING: PUBLICATION
- Rodríguez Eugenio, Natalie., McLaughlin, M. J. ., ve Pennock, D. John. (2018). *Soil pollution : a hidden reality*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Sarafidis, V., ve Wansbeek, T. (2012). Cross-Sectional Dependence in Panel Data Analysis. *Econometric Reviews*, 31(5), 483–531. <https://doi.org/10.1080/07474938.2011.611458>
- Schiederig, T., Tietze, F., ve Herstatt, C. (2012). Green innovation in technology and innovation management – an exploratory literature review. *RveD Management*, 42(2), 180–192. <https://doi.org/10.1111/J.1467-9310.2011.00672.X>
- Schramm-Klein, H., ve Morschett, D. (2006). The relationship between marketing performance, logistics performance and company performance for retail companies. *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 16(2), 277–296. <https://doi.org/10.1080/09593960600572399>
- Selim, S., Uysal, D., ve Eryiğit, P. (2014). Türkiye’de Sağlık Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisinin Ekonometrik Analizi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(3), 13–24. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/niguiibfd/>
- Setchell, C. A. (1991). *Urban transportation in Thailand : a review and evaluation of policy and research needs*. Department of Urban Studies and Planning. Massachusetts Institute of Technology, US. <http://hdl.handle.net/10625/48017>
- Seyhan, M. (2021). Yönetmelik Bağlamda Yeşil İnovasyonun Evriminin Bibliyometrik Analizi. *GAZİANTEP UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES*, 20(2), 611–625. <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>
- Shamout, M. D. (2024). Towards a cleaner and sustainable Europe and Central Asia: An investigation of the logistics-environment nexus. *Sustainable Development*, 32(6), 6629–6642. <https://doi.org/10.1002/SD.3055>

- Shamout, M. D., Hamouche, S., Elayan, M. B., Rawashdeh, A. M., Elrehail, H., ve Alshwayat, D. (2024). Modeling the moderating role of institutions on logistics–environment nexus in developed and developing economies. *Energy ve Environment*. <https://doi.org/10.1177/0958305X231167471>
- Sikder, M., Wang, C., Yeboah, F. K., ve Wood, J. (2024). Driving factors of CO2 emission reduction in the logistics industry: an assessment of the RCEP and SAARC economies. *Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development*, 26(1), 2557–2587. <https://doi.org/10.1007/S10668-022-02840-3>
- Silva, V., Amaral, A., ve Fontes, T. (2023). Towards sustainable last-mile logistics: A decision-making model for complex urban contexts. *Sustainable Cities and Society*, 96, 104665. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2023.104665>
- Simon, J. L. (1994). More people, greater wealth, more resources, healthier environment. *Economic Affairs*, 14(3), 1–16.
- Slabbekoorn, H. (2019). Noise pollution. In *Current Biology* (Vol. 29, Issue 19, pp. R957–R960). Elsevier-Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.07.018>
- Song, M., Roh, S., ve Lee, H. (2024). Exploring the implications of logistics efficiency and renewable energy for sustainable development. *Environment, Development and Sustainability*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/S10668-024-05323-9/TABLES/8>
- Soosay, C. A., ve Chapman, R. L. (2006). An empirical examination of performance measurement for managing continuous innovation in logistics. *Knowledge and Process Management*, 13(3), 192–205. <https://doi.org/10.1002/KPM.257>
- Starostka-Patyk, M., Bajdor, P., ve Białas, J. (2024). Green logistics performance Index as a benchmarking tool for EU countries environmental sustainability. *Ecological Indicators*, 158, 111396. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2023.111396>
- Stern, D. I., Common, M. S., ve Barbier, E. B. (1996). Economic growth and environmental degradation: The environmental Kuznets curve and sustainable development. *World Development*, 24(7), 1151–1160. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(96\)00032-0](https://doi.org/10.1016/0305-750X(96)00032-0)
- Suki, N. M., Suki, N. M., Sharif, A., ve Afshan, S. (2021). The role of logistics performance for sustainable development in top Asian countries: Evidence from advance panel estimations. *Sustainable Development*, 29(4), 595–606. <https://doi.org/10.1002/SD.2160>

- Sumaira, ve Siddique, H. M. A. (2023). Industrialization, energy consumption, and environmental pollution: evidence from South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(2), 4094–4102. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-22317-0/TABLES/7>
- Sun, Y., Anwar, A., Razzaq, A., Liang, X., ve Siddique, M. (2022). Asymmetric role of renewable energy, green innovation, and globalization in deriving environmental sustainability: Evidence from top-10 polluted countries. *Renewable Energy*, 185, 280–290. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2021.12.038>
- Szczepańska, M., Wilkaniec, A., ve Škamlová, L. (2019). Visual pollution in natural and landscape protected areas: Case studies from Poland and Slovakia. *Quaestiones Geographicae*, 38(4), 133–149. <https://doi.org/10.2478/quageo-2019-0041>
- Taghvace, V. M., Nodehi, M., Saber, R. M., ve Mohebi, M. (2022). Sustainable development goals and transportation modes: Analyzing sustainability pillars of environment, health, and economy. *World Development Sustainability*, 1, 100018. <https://doi.org/10.1016/J.WDS.2022.100018>
- Tang, C. F., ve Abosedra, S. (2019). Logistics performance, exports, and growth: Evidence from Asian economies. *Research in Transportation Economics*, August, 100743. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100743>
- Tataloğlu, F. Y. (2013). *Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamalı*. Beta Yayıncılık. <https://www.betayayincilik.com/panel-veri-ekonometrisi-stata-uygulamali-p-16030673>
- Taylor, M. P., ve Sarno, L. (1998). The behavior of real exchange rates during the post-Bretton Woods period. *Journal of International Economics*, 46(2), 281–312. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00054-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00054-8)
- Tekin, M., Etlioğlu, M., ve Tekin, E. (2017). İnovatif Lojistik. *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 81–104.
- Teräsvirta, T. (1994). Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208–218. <https://doi.org/10.1080/01621459.1994.10476462>
- Teräsvirta, ve Timo. (1996). Modelling Economic Relationships with Smooth Transition Regressions. *SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance*. <https://ideas.repec.org/p/hhs/hastef/0131.html>
- Tetteh, F. K., Owusu Kwateng, K., ve Mensah, J. (2024). Green logistics practices: A bibliometric and systematic methodological review and future research opportunities.

- Journal of Cleaner Production*, 476, 143735.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.143735>
- Thi, D., Pham, T., Hoai, ve, Nguyen, T., Nguyen, H. T., Chi, H., City, M., ve Minh, H. C. (2024). Effects of trade openness on environmental quality: evidence from developing countries. *Journal of Applied Economics*, 27(1).
<https://doi.org/10.1080/15140326.2024.2339610>
- Tseng, M. L., Wang, R., Chiu, A. S. F., Geng, Y., ve Lin, Y. H. (2013). Improving performance of green innovation practices under uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 40, 71–82. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2011.10.009>
- Turgut, E., ve Uçan, O. (2019). Yolsuzluğun vergi oranları ile olan ilişkisinin OECD ülkeleri örnekleminde incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 1–17.
- Tyagi, S., Garg, N., ve Paudel, R. (2014). Environmental Degradation: Causes and Consequences. *European Researcher*, 81(8–2), 1491.
<https://doi.org/10.13187/ER.2014.81.1491>
- Udeagha, M. C., ve Ngepah, N. (2023). Achieving decarbonization goals in BRICS economies: Revisiting the joint role of composite risk index, green innovation, and environmental policy stringency. *Cogent Social Sciences*, 9(1).
<https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2234230>
- Ukaogo, P. O., Ewuzie, U., ve Onwuka, C. V. (2020). Environmental pollution: Causes, effects, and the remedies. In *Microorganisms for Sustainable Environment and Health* (pp. 419–429). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8>
- Van Vo, H., ve Nguyen, N. P. (2023). Greening the Vietnamese supply chain: The influence of green logistics knowledge and intellectual capital. *Heliyon*, 9(5), e15953.
<https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2023.E15953>
- Veeken, D. J. M. van der, ve Rutten, W. G. M. M. (1998). Logistics Service Management: Opportunities for Differentiation. *The International Journal of Logistics Management*, 9(2), 91–98.
- Waggoner, P. E., ve Ausubel, J. H. (2002). A framework for sustainability science: A renovated IPAT identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7860–7865. <https://doi.org/10.1073/PNAS.122235999>
- Wahyuni, H., Vanany, I., Industrial, U. C.-J. of, ve 2019, undefined. (n.d.). Food safety and halal food in the supply chain: Review and bibliometric analysis. *Econstor.EuH*

- Wahyuni, I Vanany, U Ciptomulyono. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 2019•econstor.Eu. <https://doi.org/10.3926/jiem.2803>
- Wan, B., Wan, W., Hanif, N., ve Ahmed, Z. (2022). Logistics performance and environmental sustainability: Do green innovation, renewable energy, and economic globalization matter? *Frontiers in Environmental Science*, 10, 996341. <https://doi.org/10.3389/FENV.2022.996341/BIBTEX>
- Wang, C. ;, Du, D. ;, Liu, T. ;, Zhu, Y. ;, Yang, D. ;, Huang, Y. ;, Meng, F., Jyothi, K., Wang, C., Du, D., Liu, T., Zhu, Y., Yang, D., Huang, Y., ve Meng, F. (2024). Impact of Green Technology Innovation on Green Economy: Evidence from China. *Sustainability* 2024, Vol. 16, Page 8557, 16(19), 8557. <https://doi.org/10.3390/SU16198557>
- Wang, Q. J., Wang, H. J., ve Chang, C. P. (2022). Environmental performance, green finance and green innovation: What's the long-run relationships among variables? *Energy Economics*, 110, 106004. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2022.106004>
- Warsame, A. A., Abdi, A. H., Amir, A. Y., ve Azman-Saini, W. N. W. (2023). Towards sustainable environment in Somalia: The role of conflicts, urbanization, and globalization on environmental degradation and emissions. *Journal of Cleaner Production*, 406, 136856. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.136856>
- Weber, H., ve Sciubba, J. D. (2019). The Effect of Population Growth on the Environment: Evidence from European Regions. *European Journal of Population*, 35(2), 379–402. <https://doi.org/10.1007/S10680-018-9486-0/TABLES/5>
- Weng, H. H. R., Chen, J. S., ve Chen, P. C. (2015). Effects of Green Innovation on Environmental and Corporate Performance: A Stakeholder Perspective. *Sustainability* 2015, Vol. 7, Pages 4997-5026, 7(5), 4997–5026. <https://doi.org/10.3390/SU7054997>
- Westerlund, J. (2006). Testing for Panel Cointegration with Multiple Structural Breaks*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68(1), 101–132. <https://doi.org/10.1111/J.1468-0084.2006.00154.X>
- Westerlund, J., ve Edgerton, D. L. (2008). A Simple Test for Cointegration in Dependent Panels with Structural Breaks*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(5), 665–704. <https://doi.org/10.1111/J.1468-0084.2008.00513.X>
- Wood, D. F., Barone, A., Murphy, P., ve Wardlow, D. L. (1995). International Logistics. In *S SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V.* <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2085-6>

- Xie, Q., ve Sun, Q. (2020). Assessing the impact of FDI on PM2.5 concentrations: A nonlinear panel data analysis for emerging economies. *Environmental Impact Assessment Review*, 80, 106314. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2019.106314>
- Xie, Q., Wang, X., ve Cong, X. (2020). How does foreign direct investment affect CO2 emissions in emerging countries? New findings from a nonlinear panel analysis. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119422. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119422>
- Xie, X., Huo, J., ve Zou, H. (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. *Journal of Business Research*, 101, 697–706. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2019.01.010>
- Xin, G. (2010). Study on the Building of Performance Evaluation Index System for the Third Party Reverse Logistics Enterprise under Low-carbon Economy. *The Conference on Web Based Business Management*, 323–327.
- Xing, L., Khan, Y. A., Arshed, N., ve Iqbal, M. (2023). Investigating the impact of economic growth on environment degradation in developing economies through STIRPAT model approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 182, 113365. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2023.113365>
- Yang, Y., Chen, H., Abdullah Al, M., Ndayishimiye, J. C., Yang, J. R., Isabwe, A., Luo, A., ve Yang, J. (2022). Urbanization reduces resource use efficiency of phytoplankton community by altering the environment and decreasing biodiversity. *Journal of Environmental Sciences*, 112, 140–151. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.05.001>
- Yeh, J. C., ve Liao, C. H. (2017). Impact of population and economic growth on carbon emissions in Taiwan using an analytic tool STIRPAT. *Sustainable Environment Research*, 27(1), 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2016.10.001>
- Yi, W., Shengfu, L., Hongsheng, M., Yang, J., Yuyang, J., Yi, W., Shengfu, L., Hongsheng, M., Yang, J., ve Yuyang, J. (2023). Multi-method Early Identification and Route Optimization of Vulnerable Geological Environment Hazards on Mountainous Highways. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*. <https://doi.org/10.13203/J.WHUGIS20230214>
- Yingfei, Y., Mengze, Z., Zeyu, L., Ki-Hyung, B., Andriandafiarisoa Ralison Ny Avotra, A., ve Nawaz, A. (2022). Green logistics performance and infrastructure on service trade and environment-Measuring firm's performance and service quality. *Journal of*

- King Saud University - Science*, 34(1), 101683.
<https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2021.101683>
- Yıldırım, F. (2019). *PANEL BİRİM KÖK TESTLERİ İLE ENERJİ TÜKETİMİNİN DURAĞANLIĞININ İNCELENMESİ* [Yeksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- York, R., ve McGee, J. A. (2016). Understanding the Jevons paradox. *Environmental Sociology*, 2(1), 77–87. <https://doi.org/10.1080/23251042.2015.1106060>
- York, R., Rosa, E. A., ve Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 46(3), 351–365. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00188-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00188-5)
- Younis, I., Naz, A., Shah, S. A. A., Nadeem, M., ve Longsheng, C. (2021). Impact of stock market, renewable energy consumption and urbanization on environmental degradation: new evidence from BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research* 2021 28:24, 28(24), 31549–31565. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-12731-1>
- Yu, C., Nataliaia, D., Yoo, S. J., ve Hwang, Y. S. (2019). Does trade openness convey a positive impact for the environmental quality? Evidence from a panel of CIS countries. *Eurasian Geography and Economics*, 60(3), 333–356. <https://doi.org/10.1080/15387216.2019.1670087>
- Yu, Y., Zhu, W., ve Tian, Y. (2021). Green Supply Chain Management, Environmental Degradation, and Energy: Evidence from Asian Countries. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021(1), 5179964. <https://doi.org/10.1155/2021/5179964>
- Yu, Z., Golpira, H., ve Khan, S. A. R. (2018). The relationship between green supply chain performance, energy demand, economic growth and environmental sustainability: an empirical evidence from developed countries. *LogForum*, 1(14), 479–494. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2018.304>
- Yuan, X., Jiang, Y., ve Yan, Z. (2018). On the Causes of the Decrease of Biodiversity and the Countermeasures. *Natural Resources Conservation and Research*, 15–21.
- Zaman, K., ve Shamsuddin, S. (2017). Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries. *Journal of Cleaner Production*, 143, 51–63. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.150>
- Zeliger, H. I. (2011). Water Pollution. In H. I. Zeliger (Ed.), *Human Toxicology of Chemical Mixtures* (2nd ed., pp. 65–95). William Andrew Publishing, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-3463-8.00008-4>

- Zellner, A. (1962). An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57(298), 348–368. <https://doi.org/10.1080/01621459.1962.10480664>
- Zhang, G., ve Zhao, Z. (2012). Green Packaging Management of Logistics Enterprises. *Physics Procedia*, 24, 900–905. <https://doi.org/10.1016/J.PHPRO.2012.02.135>
- Zhang, Y., Sun, J., Yang, Z., ve Wang, Y. (2020). Critical success factors of green innovation: Technology, organization and environment readiness. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121701. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.121701>
- Zhang, Z., Song, C., Zhang, J., Chen, Z., Liu, M., Aziz, F., Kurniawan, T. A., ve Yap, P. S. (2024). Digitalization and innovation in green ports: A review of current issues, contributions and the way forward in promoting sustainable ports and maritime logistics. *Science of The Total Environment*, 912, 169075. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.169075>
- Zhou, H., Wang, Q., Wang, L., Zhao, X., ve Feng, G. (2023). Digitalization and third-party logistics performance: exploring the roles of customer collaboration and government support. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 53(4), 467–488. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2021-0532/FULL/PDF>
- Zupic, I., ve Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. https://doi.org/10.1177/1094428114562629/ASSET/70F22471-4FDC-4481-9988-88DE11F6E5BF/ASSETS/IMAGES/LARGE/10.1177_1094428114562629-FIG14.JPG

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve SOYADI	Hayrullah ALTINOK
EĞİTİM DURUMU	
Ön Lisans	Atatürk Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği (2016-2018)
Lisans	Pamukkale Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü (2014 - 2018)
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı (2018-2021)
Yüksek Lisans Tez Konusu	Lojistik Organizasyonların Performansını Artırmada Örgütsel İnovasyonun Rolü
Doktora	Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı (2021 -)
Tez Konusu	Lojistik Performans ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişkide Yeşil İnovasyonun Rolü: OECD Ülkeleri Örneği
Yabancı Dil / Diller	İngilizce: İyi
İŞ DENEYİMİ	
2024 -	Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi – Denizcilik Meslek Yüksekokulu – Müdür Yardımcısı
2022 -	Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi – Denizcilik Meslek Yüksekokulu – Ulaştırma Hizmetleri Bölümü - Öğretim Görevlisi
2019 - 2022	Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi - Ömer Seyfettin Uygulamalı Bilimler Fakültesi - Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü - Araştırma Görevlisi
YAYINLAR	

Araştırma Makalesi

Altınok, H., Aydın, C., Erturgut, R., ve Cetintas, Y. (2024). Does the type of transportation mode matter in the effect of freight transportation on the environmental pollution of OECD countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(49), 59275-59288.

Merdivenci, F., Aydın, C., ve Altınok, H. (2024). Does the material recycling rate matter in the effect of the generated waste on environmental pollution? Panel smooth transition regression approach. *Environmental Research and Technology*, 7(3), 435-447.

Aydın, C., Aydın, H., ve Altınok, H. (2023). Does the level of energy intensity matter in the effect of logistic performance on the environmental pollution of OBOR countries? Evidence from PSTR analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(7), 1494-1512.

Erturgut, R., Ustalı, N. K., ve Altınok, H. (2023). Savunma Lojistiği Kapsamında Askeri Kontratçı Firmaların Vizyon ve Misyon İfadelerinin Lojistik Temelinde İncelenmesi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 1889-1907.

Aydın, H., Ramazan, S., ve Altınok, H. (2021). Lojistik ve Faaliyetleri Konusunda Yapılan Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi. *Journal of Management and Economics Research*, 19(1), 288-303.

Kitap Bölümü

Altınok, H., (2023) Karbonsuz Lojistik. *LOJİSTİĞİN GELECEĞİ-2* Editör: Fahriye MERDİVENÇİ, Makber TEKİN, Duvar Yayınları

Altınok, H., (2022) Lojistikte Bulut Teknolojisi. *LOJİSTİĞİN GELECEĞİ-1* Editör: Fahriye Merdivenci, İksad Yayınevi

Yıldırım Y. T., Altınok H., (2020). Girişimcilik İle Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Yetenek 4.0., *Çalışma Yaşamında Yetenek 4.0*, Editör: Senem NART, Basım sayısı:1, Beta Yayınevi

Yıldırım Y. T., Altınok H., (2020). Depo Yönetiminde Yetenek 4.0., *Çivi Yazısından Dijital Kodlamaya İşletme Çalışmaları*, Editör: Hamza KAHRİMAN, Yavuz Tansoy YILDIRIM, Basım sayısı:1, Ekin Yayınevi

Kongre Bildirisi

Erturgut R., Altınok H. (2021). Savunma Lojistiğinin Tarihsel Gelişimi Üzerine Nitel Bir İnceleme. International Eurasian Conference on Educational ve Social Studies (IECES), October 22-24, Antalya, Turkey (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Erturgut R., Altınok H. (2020). Yurtiçi Yük Taşımacılığında Taşıma Modlarının İnsan Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi- Evaluation Of Transport Modes İn Domestic Freight Transport İn Terms Of Human Safety. EUROASIA SUMMIT Congress on Scientific Researches and Recent Trends 7 December 6-9, 2020 / Baku Euroasian University, Azerbaijan Book of Full Texts / Volume-3(3), 729- 734. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Erturgut R., Altınok H. (2020). Bir Kuşak Bir Yol Projesi Kapsamında Yer Alan Ülkelerin Lojistik Performans İndekslerinin Karşılaştırılması. EUROASIA SUMMIT Congress on Scientific Researches and Recent Trends 7 December 6-9, 2020 / Baku Euroasian University, Azerbaijan Book of Full Texts / Volume-3(3), 723-728. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Erturgut R., Altınok H. (2019). Lojistikte Lisans Eğitimi Veren Üniversitelerin Lojistik Etkinliklerinin İçerik Analizi ile Değerlendirilmesi. 3. Uluslararası Bölgesel Kalkınma ve Üniversitelerin Rolü Sempozyumu (IRDARUS'19), 80-85. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Altınok H., Aydın C., (2019). İhracat Yapısı İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Brics Ülkeleri Örneği. ICOAEF VI International Conference on Applied Economics and Finance Extended With Social Sciences, 1 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Aydın H., Altınok H. (2019). İşletmelerin İnternet Entegrasyonu: Lojistik İşletmelerin Web Sitelerinin Değerlendirilmesi. II. International Conference on Empirical Economics and Social Sciences (ICEESS' 19), 655-662. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Altınok H., Aydın H. (2019). İşletmelerin Sosyal Medya Kullanımı: Lojistik İşletmeler Üzerine Bir Araştırma. II. International Conference on Empirical Economics and Social Sciences (ICEESS' 19), 663-669. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

