



T.C.

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**ENERJİ YOĞUNLUĞU BAĞLAMINDA ÇEVRE
VE LOJİSTİK PERFORMANS İLİŞKİSİ: CMR
KONVANSİYONU ÜYE ÜLKELERİ**

**ASLIHAN AKÇA
2215011011**

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Celil AYDIN

Bandırma 2024

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

ENERJİ YOĞUNLUĞU BAĞLAMINDA ÇEVRE VE
LOJİSTİK PERFORMANS İLİŞKİSİ: CMR
KONVANSİYONU ÜYE ÜLKELERİ

ASLIHAN AKÇA
2215011011

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Celil AYDIN

Bandırma 2024

ETİK BEYAN SAYFASI

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (4/07/2014).

ÖZET

ENERJİ YOĞUNLUĞU BAĞLAMINDA ÇEVRE VE LOJİSTİK PERFORMANS İLİŞKİSİ: CMR KONVANSİYONU ÜYE ÜLKELERİ

Aslıhan AKÇA

Lojistik faaliyetler, mal ve hizmetlerin hareketliliğini sağlayarak pazarın büyümesine, istihdamın artmasına ve uluslararası ticaretin gelişmesine olanak tanımaktadır. Fakat lojistik sektöründe yoğun fosil yakıt kullanımı, CO₂ emisyonunun artmasına sebep olarak sektördeki enerji yoğunluğunu artırmaktadır. Ancak lojistik faaliyetler doğru yönetildiğinde sektörde verimlilik sağlanmakta ve lojistik performans artmaktadır. Lojistik performansın artması ise enerji verimliliği sağlayarak sektördeki enerji yoğunluğunu azaltmaktadır. Enerji yoğunluğunun düşmesi daha az karbon salınımına neden olarak lojistik sektöründeki çevre kirliliğinin azalması açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada lojistik performans ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolü 2007-2018 dönemi 54 CMR ülkesi için Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) analizi ile incelenmiştir ve enerji yoğunluğuna ilişkin bir eşik değeri tespit edilmiştir. Analiz sonucunda enerji yoğunluğuna ilişkin hesaplanan eşik değeri %2,461'dir. Sonuçlara göre enerji yoğunluğu %2,461' den daha az olduğunda lojistik performansın artmasının çevre kirliliğini azalttığını öte yandan enerji yoğunluğu %2,461' den daha fazla olduğunda ise lojistik performans artsa dahi çevre kirliliğinin azalmadığını göstermektedir. Ayrıca çalışmada ek olarak modelin sağlamlığını test etmek ve desteklemek amacıyla sanayi katma değeri, kişi başına GSYİH ve kentsel nüfus gibi kontrol değişkenler modele dahil edilerek YGPR analizi yeniden uygulanmıştır. Analiz sonucunda enerji yoğunluğuna ilişkin hesaplanan değer %2,446'dır. Sonuçlar enerji yoğunluğu %2,446'dan yüksek olduğunda sanayi sektöründeki ve kişi başına gelirdeki artışların çevre kirliliğini artırdığı fakat kentsel nüfus artışının çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir. Analiz sonuçlarından hareketle sektörde enerji yoğunluğunu azaltan faaliyetlerin benimsenmesi özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi insan hayatını tehdit eden çevre problemleri ile mücadelede kritik rol oynamaktadır. Bu nedenle

politika yapıcıların sürdürülebilir politikaları oluştururken enerji yoğunluğuna dair bir kritik değer belirlemeleri çevresel sürdürülebilirliği destekleyecektir.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Analizi, Çevre Kirliliği, Lojistik Performans Endeksi, Enerji Yoğunluğu.



ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENT AND LOGISTICS PERFORMANCE IN THE CONTEXT OF ENERGY INTENSITY: CMR CONVENTION MEMBER COUNTRIES

Ashhan AKÇA

Logistic activities facilitate market growth, increased employment, and the development of international trade by enabling the movement of goods and services. However, the intensive use of fossil fuels in the logistics sector contributes to increased CO₂ emissions and raises energy intensity within the sector. Effective management of logistics activities can enhance sector efficiency and improve logistics performance. Increased logistics performance, in turn, can reduce energy intensity and subsequently decrease environmental pollution in the logistics sector.

This study examines the role of energy intensity in the relationship between logistics performance and environmental pollution using Panel Smooth Transition Regression (PSTR) analysis for 54 CMR countries during the period 2007-2018. An energy intensity threshold value was identified through the analysis, calculated at 2.461%. The results indicate that when energy intensity is less than 2.461%, improved logistics performance leads to reduced environmental pollution. Conversely, when energy intensity exceeds 2.461%, increased logistics performance does not correspond to reduced environmental pollution. Additionally, the robustness of the model was tested by including control variables such as industrial value added, GDP per capita, and urban population rate in the PSTR analysis. The calculated threshold value for energy intensity from this analysis is 2.446%. Findings suggest that higher energy intensity exacerbates environmental pollution with increases in industrial sector activity and per capita income, while urban population growth decreases environmental pollution. Based on these results, adopting activities that reduce energy intensity in the sector plays a critical role in combating environmental issues threatening human life, such as global warming and climate change. Therefore, policymakers defining critical values for energy intensity when formulating sustainable policies will support environmental sustainability.

Keywords: Panel Smooth Transition Regression Analysis, Environmental Pollution, Logistics Performance Index, Energy Intensity.



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında enerji yoğunluğu bağlamında çevre ve lojistik performans arasındaki ilişki 2007-2018 dönemi verileriyle incelenmiştir. Tezimin her aşamasında, engin bilgisi, deneyimi, rehberliği ve tavsiyeleri ile daima yanımda olan, tez konusunun seçiminde fikirlerimin şekillenmesine vesile olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Celil AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın son aşamasında bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, beni motive ederek ilerlememe yardımcı olan Öğretim Görevlisi Hayrullah ALTINOK'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, üniversiteye adım attığım ilk günden bu yana yanımda olan ve ihtiyaç duyduğum her anda beni motive ederek devam etmemi sağlayan değerli yol arkadaşım Nazmi GÜNALP'a gönülden teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan, hayatımın her aşamasında sevgilerini ve desteklerini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Aslıhan Akça

Bandırma/BALIKESİR

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU.....	ii
ETİK BEYAN SAYFASI.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar.....	xv
GRAFİKLER.....	xvi
ŞEKİLLER.....	xvii
KISALTMALAR.....	xvii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE VE ENERJİ YOĞUNLUĞU: KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

1. LOJİSTİK ve LOJİSTİK PERFORMANS.....	4
1.1. Lojistik Kavramının Tanımı ve Kapsamı.....	4
1.2. Lojistiğin Tarihsel Süreci.....	6
1.3. Lojistiğin Önemi	8
1.4. Lojistik Faaliyetler.....	8
1.4.1. Taşıma.....	9
1.4.1.1. Karayolu Taşımacılığı.....	9
1.4.1.2. Demiryolu Taşımacılığı.....	10

1.4.1.3. Denizyolu Taşımacılığı.....	11
1.4.1.4. Havayolu Taşımacılığı.....	11
1.4.1.5. Boru Hattı Taşımacılığı.....	12
1.4.1.6. Çok Modlu Taşımacılık.....	12
1.4.2. Depolama.....	13
1.4.3. Envanter (Stok) Yönetimi.....	13
1.4.4. Ambalajlama.....	13
1.4.5. Malzeme Elleçleme.....	14
1.4.6. Müşteri Hizmetleri.....	14
1.4.7. Satın alma.....	15
1.5. Lojistik Türleri.....	15
1.5.1. Tedarik Lojistiği.....	15
1.5.2. Üretim Lojistiği.....	16
1.5.3. Dağıtım Lojistiği.....	16
1.5.4. Tersine Lojistik.....	17
1.5.5. Yeşil Lojistik.....	18
1.6. Lojistik Performans	19
1.7. Lojistik Performans Endeksi.....	20
2.ÇEVRE.....	21
2.1. Çevrenin Tanımı	21
2.2. Çevre Kirliliği Kapsamı ve Tanımı.....	22
2.3. Çevre Kirliliği Türleri.....	23
2.3.1. Hava Kirliliği.....	23
2.3.2. Su kirliliği.....	26
2.3.3. Toprak Kirliliği.....	27

2.3.4. Gürültü Kirliliği.....	28
2.4. Çevre Kirliliği Nedenleri.....	29
2.4.1. Nüfus Artışı.....	29
2.4.2. Kentleşme.....	30
2.4.3. Sanayileşme.....	30
2.5. Çevre Kirliliğinin Uluslararası Boyutu.....	31
2.5.1. Stockholm Konferansı (1972).....	31
2.5.2. Brundtland Raporu (1987).....	32
2.5.3. Rio, BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (1992)	32
2.5.4. Kyoto Protokolü (1997).....	33
2.5.5. Johannesburg, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (2002).....	34
2.5.6. Paris İklim Anlaşması (2015).....	35
2.6. Çevre Ekonomisi Alanında Kullanılan Modeller	36
2.6.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Modeli	35
2.6.1.1. Ölçek Etkisi.....	37
2.6.1.2. Kompozisyon Etkisi.....	38
2.6.1.3. Teknik Etki.....	39
2.6.2. STIRPAT Modeli.....	39
2.6.3. POET Modeli.....	40
3. ENERJİ VE ENERJİ YOĞUNLUĞU.....	41
3.1. Enerji Kavramının Tanımı ve Önemi.....	41
3.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	42
3.2.1. Birincil Enerji Kaynakları.....	43
3.2.1.1. Yenilemez Enerji Kaynakları.....	43
3.2.1.1.1. Fosil Kökenli Enerji Kaynakları	43

3.2.1.1.1.1. Kömür.....	44
3.2.1.1.1.2. Petrol.....	44
3.2.1.1.1.3. Doğal Gaz.....	44
3.2.1.1.2. Nükleer Enerji	45
3.2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	45
3.2.1.2.1. Güneş Enerjisi.....	46
3.2.1.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	46
3.2.1.2.3. Jeotermal Enerji.....	47
3.2.1.2.4. Biyokütle Enerjisi.....	48
3.2.1.2.5. Hidroelektrik Enerji.....	49
3.2.1.2.6. Okyanus.....	49
3.2.1.5.6.1. Gel-Git Enerjisi.....	49
3.2.1.5.6.2. Dalga Enerjisi.....	50
3.2.1.5.6.3. Okyanus Termal Enerjisi.....	50
3.2.2. İkincil Enerji Kaynakları.....	50
3.3. Enerji Verimliliği	51
3.4. Enerji Yoğunluğu.....	51

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN LOJİSTİK PERFORMANS ve ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

1. LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE İLİŞKİSİ.....	53
2. LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE İLİŞKİSİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN ROLÜ.....	56
3. CMR ÜLKELERİNDE LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE VE ENERJİ YOĞUNLUĞUNA İLİŞKİN GÖSTERGELER.....	59

3.1. Lojistik Performans Endeksi	59
3.2. Enerji Yoğunluğu	61
3.3. Çevre Göstergeleri	62
4. LİTERATÜR TARAMASI.....	67

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

CMR ÜLKELERİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN ÇEVRE VE LOJİSTİK PERFORMANS İLİŞKİSİNDEKİ ROLÜ

1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	85
2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE AMACI.....	86
3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ	87
4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI.....	88
5. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ.....	89
6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	90
6.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi.....	91
6.2. Panel Birim Kök Testleri.....	92
6.3. Panel Eş Bütünleşme Testi.....	94
6.4. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modelleri.....	95
7. ANALİZ SONUÇLARI.....	98
7.1. Tanımlayıcı İstatistikler.....	98
7.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	99
7.3. Birim Kök Test Sonuçları.....	100
7.4. Panel Eş Bütünleşme Test Sonuçları.....	101
7.5. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Tahmin Sonuçları.....	102
SONUÇ.....	109
KAYNAKÇA	114

EKLER.....	140
ÖZGEÇMİŞ.....	141



TABLÖLAR

Tablo 3.1: Değişkenlerin Tanımı.....	88
Tablo 3.2: Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	99
Tablo 3.3: Yatay Kesti Bağımlılığı Test Sonuçları.....	100
Tablo 3.4: Moon ve Peron (2004) Birim Kök Test Sonuçları.....	101
Tablo 3.5: Panel EŞ Bütünleşme Testi Sonuçları.....	101
Tablo 3.6: Doğrusallık Testi Sonuçları.....	103
Tablo 3.7: YGPR Modelinde Rejim Sayısının Belirlenmesi.....	104
Tablo 3.8: YGPR Modelinin Tahmin Sonuçları.....	104
Tablo 3.9: Kontrol Değişkenli YGPR Modelinin Tahmin Sonuçları.....	106

GRAFİKLER

Grafik 2.1: CMR Ülkelerinde 2018 yılına ait lojistik Performans Endeksi	60
Grafik 2.2: CMR Ülkelerinde 2018 yılına ait Birincil Enerjinin Enerji Yoğunluğu Düzeyi.....	61
Grafik 2.3: CMR Ülkelerinde 2018 yılına ait Kişi Başına Düşen CO ₂ Emisyonu.....	64
Grafik 2.4: CMR Ülkelerinde 2018 yılına ait Kişi Başına Ekolojik Ayak İzi.....	66



ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Çevresel Kuznets Eğrisi.....	35
Şekil 1.2: Ölçek Etkisi.....	37
Şekil 1.3: Kompozisyon Etkisi.....	38
Şekil 1.4: Teknik Etki.....	38
Şekil 3.1: CMR Ülkeleri için Enerji Yoğunluğuna İlişkin YGPR Modeli ile elde edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu.....	105
Şekil 3.2: CMR Ülkeleri için Enerji Yoğunluğuna İlişkin YGPR Modeli ile Elde edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu.....	107

KISALTMALAR

°C	: Celcius Sıcaklık Birimi
°F	: Fahrenheit Sıcaklık Birimi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoresgresif Model
CMR	: Uluslararası taşımacılıkta karayoluyla taşınan mal ve eşyanın taşınma sözleşmesi
CO₂	: Karbon Dioksit
ÇKE	: Çevresel Kuznets Eğrisi
dB	: Desibel
DP	: Dünya Bankası
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
E	: Enerji Yoğunluğu
EBİ	: Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bilgi İdaresi
EJ	: Exa Joule
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
kWh	: Kilowatt saat
LPE	: Lojistik Performans Endeksi
MJ	: Mega Joule
Mt	: Milyon ton
MW	: Megavat
NO₂	: Azot Dioksit
SO₂	: Kükürt Dioksit
UEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
UYEA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
TDK	: Türk Dil Kurumu
TEP	: Ton Eş Değeri Petrol
TZYP	: Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyoneller
YGPR	: Yumuşak Geçişli Panel Regresyon

GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte artan nüfus, kentleşme, endüstrileşme, teknolojik ilerlemeler ve değişen tüketim alışkanlıkları, lojistik sektörünün stratejik önemini büyük ölçüde artırmıştır. Lojistik faaliyetlerin etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesi, ürünlerin hareketliliğini kolaylaştırarak kalite, güvenlik ve hız gibi unsurları iyileştirmektedir. Aynı zamanda lojistik faaliyetlerin etkin yönetimi, lojistik performansın iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Lojistik performansındaki bu iyileşmeler, bölgeler arası bağlantıları güçlendirerek yoksulluğun azaltılmasına, yeni istihdam olanaklarının yaratılmasına ve uluslararası pazarda rekabetçiliğin artırılmasına olanak tanımaktadır. Ancak lojistik sektöründeki hızlı büyüme, çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır.

Lojistik sektöründe fosil yakıt kullanımı, yüksek enerji yoğunluğuna neden olarak çevre kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır. Özellikle taşımacılık faaliyetleri, atmosfere büyük miktarda karbondioksit ve diğer sera gazları salarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Çevre kirliliği ise küresel ısınma, iklim değişikliği ve ozon tabakasının incilmesi gibi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Ayrıca insan sağlığı üzerinde ise solunum yolu hastalıkları, nörolojik bozukluklar ve kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi etkiler yaratmaktadır. Çevre kirliliğinin azaltılması için hükümetler, politika yapıcılar ve firmalar yeni politikalar geliştirmek ve uygulamak zorunda kalmaktadır.

Günümüzde lojistik sektöründe düşük karbonlu enerji kaynaklarına geçiş çabalarına rağmen, fosil yakıtlar hala büyük ölçüde kullanılmaktadır. Taşıma, depolama ve dağıtım gibi temel lojistik faaliyetler, genellikle fosil kaynaklardan sağlanan enerji ile yürütülmektedir. Bu bağımlılık, ise enerji yoğunluğunu artırarak düşük verimliliğe neden olmaktadır. Ayrıca fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalar, lojistik sektöründeki işletmelerin enerji maliyetlerini artırmakta ve kar marjlarını olumsuz etkilemektedir. Bu durum, firmaların operasyonel maliyetlerini istikrarsızlaştırarak rekabet güçlerini zayıflatmaktadır. Bu bağlamda, lojistik sektöründe fosil yakıtların etkin kullanımı ve enerji yoğunluğunun azaltılması için enerji politikaları ve altyapısının etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Ülkeler belirli bir Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) seviyesine ulaşmak amacıyla enerji yoğunluğunu azaltmayı tercih etmektedirler. Bu tercih doğrultusunda enerji üretimi ve tüketimini optimize etmeye yönelik çözümler aramaktadırlar. Çözüm sürecinin ilk aşaması olarak, enerji yoğunluğunun azaltılması kontrol edilmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkeler, üretim kapasitelerini koruma ve rekabet güçlerini sürdürme imkânı bulmaktadırlar. Çünkü düşük enerji yoğunluğu bir işletmenin daha az enerji harcayarak daha yüksek çıktı elde etmesinde rol oynamaktadır. Dolayısıyla ülkeler, enerji yoğunluğunu azaltmak için teknolojik yenilikler, davranışsal değişiklikler ve ekonomik teşvikler gibi çeşitli stratejiler geliştirmektedirler.

Lojistik sektöründe enerji yoğunluğunun azaltılması için çevre dostu taşıma modlarının teşviki veya alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, sürdürülebilir çevre ve ekonomik büyümenin temel unsurları arasında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payının artması, enerji yoğunluğunun azalması ve çevre kirliliğinin azaltılmasına fayda sağlamaktadır. Ayrıca lojistik ağların daha verimli ve optimize edilmiş şekilde planlanması, taşıma mesafelerinin kısaltılması ve taşıma kapasitelerinin daha etkin kullanılmasıyla küresel düzeyde çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleşmesine imkân tanımaktadır.

Bu tez çalışması üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk kısmında lojistik, çevre ve enerji kavramları kavramsal ve kuramsal açıdan detaylı bir şekilde ele alınmış ve üç ayrı alt başlık altında incelenmiştir. İlk alt başlıkta lojistik ve lojistik performans kavramları kapsamlı bir şekilde tanımlanmış ve lojistik performans endeksi üzerinde detaylı bir inceleme yapılmıştır. İkinci alt başlıkta çevre kavramı, çevre kirliliği ve çevre kirliliğinin uluslararası boyutu gibi konular üzerinde durulmuş ve açıklanmıştır. Üçüncü alt başlıkta ise enerji kavramı ele alınmış, enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu kavramları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında enerji yoğunluğunun lojistik performans ve çevre üzerindeki etkisi dört başlık altında detaylı olarak incelenmiştir. Öncelikle lojistik performans ile çevre arasındaki ilişki açıklanmıştır. Daha sonra lojistik performans ile çevre arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolü detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ardından CMR ülkelerinde lojistik performans, çevre ve enerji yoğunluğuna ilişkin göstergeler kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Son olarak ilgili

literatürün taranması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde CMR ülkeleri için 2007-2018 yıllarına ilişkin enerji yoğunluğunun çevre ve lojistik performans ilişkisindeki rolü incelenmiştir. Sonuç kısmında ise analiz edilen veriler detaylı bir şekilde değerlendirilmiş ve bu doğrultuda politika önerileri sunulmuştur.

Literatür incelendiğinde, çevre ve lojistik performans arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolünü araştıran sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu eksikliğı gidermeyi amaçlayan bu çalışma, enerji yoğunluğu bağlamında çevre ve lojistik performans ilişkisini CMR Konvansiyonu üye ülkeleri örneğı üzerinden inceleyerek literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.



BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE VE ENERJİ YOĞUNLUĞU: KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

1. LOJİSTİK VE LOJİSTİK PERFORMANS

Lojistik başlangıç ve tüketim noktaları arasındaki malzeme, bilgi ve hizmet akışının etkili ve verimli bir şekilde yönetilmesi sürecine denilmektedir. Bu süreç envanter yönetimi, depolama, nakliye işlemleri, ambalajlama, gümrük işlemleri gibi birçok çeşitli faaliyeti kapsamaktadır. Lojistik performans ise lojistik faaliyetlerin daha hızlı, daha güvenli ve daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini desteklemektedir (Coto-Millán ve diğerleri, 2013). Bununla birlikte lojistik performansta sağlanan gelişmeler, ülkelerin veya şirketlerin maliyetlerini azaltırken, kâr marjı, piyasa hacmi ve pazar payı gibi ekonomik göstergelerini artırarak uluslararası alanda rekabet avantajı elde etmelerine katkı sağlamaktadır (Kılıç ve Koçdemir, 2018).

1.1. Lojistik Kavramının Tanımı ve Kapsamı

Lojistik, köken olarak Latince “logisticus” ve Yunanca “logistikos” kelimelerinden gelmektedir. Latince lojistik kelimesinin kapsamına bakıldığında “mantık” (logic) ve “istatistik” (statics) anlamını taşıyan terimlerin birleşmesiyle oluştuğu görülmektedir. Dolayısıyla “mantıklı hesap” olarak da adlandırılmaktadır. Yunanca’ da ise “logistikos”, “hesap yapma bilimi” anlamı taşımaktadır (Wassenhove, 2006). Lojistik kavramının ilk olarak Antik Roma, Yunan ve Bizans gibi benzeri medeniyetlerde askeri alanlarda kullanıldığı belirtilmektedir. Bu medeniyetlerde finans, dağıtım ve tedarik faaliyetlerinden sorumlu “Logistikas” adında askeri görevliler bulunmaktadır. Bu görevlilerin ordu gereksinimlerini karşılama ve dağıtım gibi lojistik faaliyetlerin yürütülmesinden sorumlu tutulduğu vurgulanmaktadır (Kaynak, 2014). Askeri lojistik terminolojisinin ise 18. Yüzyılda Fransa’ da orduların gereksinim duyduğu mühimmat, yiyecek ve diğer ürünlerin dağıtılması, ulaştırılması ve nakliyesi gibi faaliyetler için kullanıldığı bilinmektedir (Karacan ve Kaya, 2011). 20’nci yüzyılın başlamasıyla birlikte lojistik kavramının askeri alandaki sınırlarını aşarak daha geniş bir bölgeye yayıldığı gözlenmektedir. Ayrıca endüstriyel üretiminin artması, ticaretin küreselleşmesi ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler lojistik kavramın sivil alanda

yaygın olarak kullanılmasına fırsat doğurduğu görülmektedir. Günümüzde ise tedarik zinciri gibi kavramlarla entegre olan lojistik, ürünlerin hammadde kaynağından nihai satış veya tüketim noktasına kadar taşınması, depolanması ve diğer işlem süreçlerini tanımlamak için kullanılmaktadır (McKinnon ve diğerleri, 2015).

Literatür incelendiğinde birçok kişi ve kurumun lojistik kavramını farklı bir şekilde tanımladığı görülmektedir. Türk Dil Kurumu (TDK), lojistik kelimesini askeri alanda “geri hizmet” olarak adlandırırken, sivil alanda ise “bireylerin ihtiyaçlarını gidermek amacıyla her çeşit malzemenin, hizmetin ve bilginin başlangıç noktasından varış noktasına etkin ve verimli bir biçimde taşınması, planlanması ve uygulanması” olarak ifade etmektedir (TDK, 2022). Kuzey Atlantik Paktı Teşkilatı (2017) lojistik terimini askeri kuvvetlerin hareketini, bakımını planlama ve yürütme becerisi olarak açıklamaktadır. Lojistik kavramının askeri eylemler için kritik bir öneme sahip olduğunu ayrıca belirtmektedir (KAPT, 2017). Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (TZYP) ise lojistik kavramını ürünlerin, hizmetlerin ve bilgi akışının hammadde kaynağından başlayarak tüketim noktalarına ulaşmasına ve aynı zamanda tüketim noktasından kaynağa geri dönüşünü etkili bir biçimde planlayan, uygulayan ve kontrolünü sağlayan tedarik zinciri yönetimi süreci olarak tanımlamaktadır (TYZP, 2023). Kasilingam (1998) lojistiği doğru ürünlerin doğru miktarlarda, doğru yerde, doğru müşterilere, doğru fiyata, doğru zamanda ve doğru bilgiyle etkin bir şekilde teslim edilmesi olarak açıklamaktadır. Ayrıca lojistiğin hammadde kaynağından üretim noktasına pazara ya da tedarikçilere ürün teslimatını kolaylaştıran bir süreç olduğunu belirtmektedir (Kasilingam, 1998). Bravel ve Levi (1997) ise lojistiği müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretim tesislerinden başlayarak, nakliye ve dağıtım merkezlerinden envanter yönetimine kadar uzanan bir metot olarak tanımlamaktadırlar. Aynı zamanda Bravel ve Levi lojistiğin tedarik zincirini verimli bir şekilde yöneterek, taşıma maliyetlerini en aza indirgeyen bir işlem ve yönetim alanı olduğunu ifade etmektedirler (Bravel ve Levi, 1997). Langevin ve Riapel (2005) lojistiğin uluslararası ticaretin evrimi ile birlikte yeni stratejilere, yeni iş modellerine, yeni uluslararası pazarlara, yeni taşıma sistemlerine, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimine ve artan çevre bilincine dayanan faktörlerle daha karmaşık bir hal aldığına dikkat çekmektedirler (Langevin ve Riapel, 2005). Bu durumun lojistik kavramının genişlemesine ve her geçen

gün yeni bir olgunun eklenmesine neden olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda lojistik, malzemelerin üretim aşamasından son aşamaya kadar geçen tedarik zinciri süreci dışında birçok disiplin (örneğin: bilgi teknolojileri, ekonomi, işletme) ile entegre olarak bir köprü görevi üstlenmektedir (Kovács ve Kot, 2016).

1.2. Lojistiğin Tarihsel Süreci

Lojistik kavramı, insanlık tarihinde malların taşınması, saklanması, depolanması ve ticaret faaliyetlerinin gelişmesiyle şekillenmeye başlamıştır. İlk çağlarda avcılık ve toplayıcılıkla temel ihtiyaçlarını karşılayan insanlar, yiyeceklerin taşınması, saklanması ve depolanması için ilkel yöntemlerle lojistik faaliyetlerin temeli oluşturulmuştur (Baki, 2004). Orta çağda ise İpek Yolu gibi önemli ticaret yollarının kullanılmaya başlaması, askeri seferlerin gerçekleşmesi, kervansarayların inşa edilmesi, yeni yerlerin keşfi, haberleşme ve liman ticaretinin önem kazanması, ticaretin gelişimine katkı sağlamıştır. Bu dönemde ticaretin gelişmesi depolama ve dağıtım yöntemlerinin şekillenmesine neden olmuştur (Acar ve Köseoğlu, 2014). Sanayi Devrimi ile birlikte buhar makinesinin icadı, fabrikaların kurulması ve makineleşme, üretim kapasitesinin artmasına ve ürünlerin daha verimli iletilmesine olanak sağlamıştır (Zieger, 2018). Öte yandan 1914 yılında Birinci Dünya Savaşı'nın patlak vermesi motor taşımacılığının yaygınlaşmasına ve askeri birliklerin malzeme tedarikinin stratejik bir önem kazanmasına yol açmıştır (Bakkal ve Demir, 2011). Tüm bu tarihsel ilerlemeler sonucunda lojistiğin kavramsal önemi ve modern lojistiğin şekillenmesi, İkinci Dünya Savaşı döneminde daha net bir şekilde anlaşılmıştır. Bu dönemde yaşanan olaylar ve gelişmeler, lojistiğin sadece bir operasyonel süreç değil, aynı zamanda bir bilim ve ticaret alanı olarak da değerlendirilmesine imkân tanımıştır.

1962 yılında ise Peter F. Drucker'ın Fortune dergisi için yazdığı “Ekonominin Karanlık Anakarası” adlı çalışması, modern lojistiğin temellerinin atılmasına öncülük etmiştir. Drucker, piyasaya sürülmesi gereken tüm operasyonları “ekonominin karanlık kıtası” olarak vasıflandırmıştır. Ayrıca ABD şirketlerinin üretim ve pazarlamaya odaklandığını lojistik kavramına yeterince vakit ayırmadıklarını vurgulamıştır (Çekerol ve Kurnaz, 2011). 1970'lerde lojistik sektöründe önemli dönüşümler yaşanmıştır. Bu süreçte, özellikle fiziksel ürün teslimatı ve lojistik faaliyetlerin şekillenmesine odaklanılmıştır. Fiziksel ürün teslimatıyla birlikte malzeme giriş yönetimi de bu

dönemde önem kazanmıştır. Ayrıca bu iki yöntem birbiriyle entegre edilmiştir (Abara, 2022). Buna ilaveten, 1970 yılının ortalarında depolama yönetimi önemli ölçüde geliştirilmiştir. Bu yöntem sayesinde, sipariş takibi, envanter izleme ve dağıtım denetimi gibi temel lojistik faaliyetler daha etkin bir şekilde kullanılabilir hale gelmiştir (Universalcargo, 2022).

1980 yılı itibariyle bilgi işlem, iletişim, nakliye gibi alanlar da teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Ayrıca teknolojik gelişmelerin yaşanması lojistik süreçlerin daha etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesine olanak sağlamıştır (Eleren, 2008). Bir diğer gelişme ise 1980'li yılların sonuna doğru tedarik zinciri yönetimi kavramının literatüre kazandırılmasıdır. Bu kavram mal ve hizmetlerin üretimi, dağıtımı ve teslimi ile ilgili faaliyetlerin bütünsel ve stratejik bir yaklaşımla ele alınmasını ifade etmektedir (Cuturela ve Monole, 2013). 1990 'lı yıllarda lojistik operasyon yeni bir kavram olan tedarik zinciri yöntemiyle şekillenmeye başlamıştır. Aynı dönemde internetin ve dijitalleşmenin gelişmesiyle küreselleşme önemli ölçüde artmış, bu da e-lojistik kavramının literatüre girmesini neden olmuştur (Özdemir ve Gökmen, 2016). 1990 yılının sonu ve 2000'li yıllarının başında ise tedarik zinciri yönetiminin gelişmesi ve e- lojistik kavramının ortaya çıkışı elektronik tedarik zinciri yönteminin benimsenmesi yol açmıştır (Hesse ve Rodrigue, 2004).

2000'li yılların başlarında küreselleşme etkisinin artması lojistik kavramını önemli ölçüde değiştirerek farklı boyut kazanmasına neden olmuştur. Ayrıca 2000'li yılların başlarında uluslararası pazarda kısıtların ortadan kaldırılması rekabet ortamı yaratmıştır. Bu durum lojistik operasyonların etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesi için, elleçleme, gümrükleme, depolama, dağıtım gibi alanlarda uzmanlaşma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Şentürk, 2022). Aynı dönemde, lojistik sektörü elektronik ticaretin ve dijital tedarik zincirinin gelişmesiyle birlikte daha veri odaklı bir yaklaşım benimsemiştir. Hızla gelişen bilgi teknolojisi ve otomasyon, lojistik faaliyetlerinin daha kontrollü ve verimli hale getirilmesini sağlayarak, işletmelerin lojistik süreçlerini daha etkin yönetmelerine fırsat sunmuştur (Radivojević ve Milosavljević, 2019). Bu gelişmeler 21'nci yüzyılın başından günümüze kadar geçen süreçte lojistik, kaynak ve tedarik zinciri yönetimi gibi kavramları entegre ederek lojistik operasyonların daha bütüncül bir perspektifle ele alınmasına olanak sağlamıştır (Bakkal ve Demir, 2011).

1.3. Lojistiğin Önemi

Küreselleşmeyle birlikte ticaretin serbestleşmesi uluslararası pazarda rekabet ortamını artırmıştır. Bu durum işletmelerin mevcut ve ileriki dönemlerde karlarını arttırmaları için lojistik faaliyetleri daha etkin ve verimli bir şekilde yönetmeleri gerektiğini vurgulamıştır (Kubasakova, Kampf ve Stopka, 2014). Aynı zamanda teknoloji alanında yaşanan ilerlemeler lojistik faaliyetlerin ve lojistik ağların kalitesini geliştirmiştir. Bu gelişme ürünlerin nakliye süresinin kısılmasını ve maliyet tasarrufu sağlanmasını mümkün kılmıştır (Christopher, 2011). Kısa süre de yapılan teslimat müşteri memnuniyetini artırarak firma/işletmelerin güvenilirlik kazanmasına yol açmıştır. Ayrıca nakliye, depolama, dağıtımın planlanması, ambalajlama, etiketleme, gümrük işlemleri, stok, elleçleme ve sipariş yönetimi gibi lojistik faaliyetlerin iyi yönetilmesi malzeme ve bilgi akışını hızlandırmıştır. Bilgi akışının hızlanması da lojistik hizmetlerin daha hızlı, kaliteli, güvenli ve verimli bir şekilde faaliyet göstermesine imkân tanımıştır (Bekmezci ve Aksungur, 2018).

1.4. Lojistik Faaliyetler

Lojistik malzemelerin üretim noktasından nihai tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreçte tedarik zincirinin yönetilmesini ifade etmektedir. Lojistik süreçleri mal ve hizmetlerin verimli bir şekilde müşteriye ulaşması için planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve koordine edilmesini kapsamaktadır. Küreselleşme, ticaretin serbestleşmesi ve teknolojik gelişmeler gibi faktörler, ülkeler arası bağlantıların artmasına neden olmaktadır. Ülkeler arası bağlantılarındaki artış firmaların uluslararası alanda yeni pazar arayışına girmelerine yol açmaktadır. Ayrıca ticaret hacminin genişlemesiyle birlikte müşteri taleplerinin çeşitlenmesi lojistik süreçlerin daha karmaşık hale gelmesine sebep olmaktadır. Lojistik süreçlerdeki bu karmaşıklık lojistik kavramının tanımına, yeni faaliyetlerin eklenmesini olanak sağlamaktadır. Günümüzde lojistik, taşıma, depolama, stok yönetimi, paketleme ve etiketleme, malzeme elleçleme, satın alma, filo yönetimi, dağıtım planı, kuruluş yeri seçimi, sipariş yeri yönetimi ve müşteri hizmetleri gibi faaliyetleri içermektedir (Şen, 2014).

1.4.1. Taşıma

Taşıma çeşitli araçlar kullanarak canlı ve cansız varlıkların (örneğin, eşya, ekipman, yiyecek, malzeme, envanter ve insan gibi) ilgili noktalara, güvenli bir şekilde ulaştırılmasını sağlayan en önemli lojistik faaliyet olarak tanımlanmaktadır (Black, 2003). Taşıma faaliyeti, işletmeler açısından iki şekilde ele alınmaktadır. Bunlar; kurum içi taşıma ya da kurum dışı taşıma olarak ifade edilmektedir. Kurum içi taşıma tedarik edilen hammaddelerin, malzemelerin ve hizmetlerin üretiminden bir sonraki evreye taşınması veya depolanan ürünlerin farklı birimler arasında taşınması olarak açıklanmaktadır. Kurum dışı taşıma ise mal ve hizmetlerin farklı işletmeler ve müşteriler arasında gerçekleşen taşıma işlemine denilmektedir. Yani kurum dışı taşıma malzemelerin üretimden, depolanmasına, dağıtımına ve müşteriye ulaşıncaya kadar geçen süredeki taşıma faaliyeti anlamına gelmektedir (Straka, 2019). Bu taşıma faaliyetlerinin gerçekleşmesi için dünya da yaygın olarak kullanılan çeşitli taşıma yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar; karayolu, demir yolu, havayolu, boru hattı ve çok modlu taşımacılık olarak sınıflandırılmaktadır. Aynı zamanda taşıma işlemleri hız, güvenilirlik, zaman, kalite, maliyet gibi çeşitli dezavantaja ve avantaja sahip olduğundan taşıma yöntemleri seçilirken birçok faktör göz önüne alınmaktadır. Bu faktörler, farklı yük türleri, taşıma uzaklığı ve süresi, çevresel etkiler, taşıma ve rota planlanması, malzemenin miktarı ve değeri olarak belirtilmektedir (Köfteci ve Gerçek, 2010).

1.4.1.1. Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığı hammaddenin, yarı mamullerin, malların, eşyaların veya insanların karayolları üzerinde bulundukları bölgeden başka bir bölgeye taşınması olarak ifade edilmektedir. Bu taşıma işlemlerinin gerçekleşmesi için, yük taşıma araçları (kamyon, tır, çekçek), toplu taşıma araçları (otobüs, minibüs), bisiklet, otomobil ve diğer motorlu araçlar faaliyet göstermektedir (Sayın ve Güllü, 2019). Taşıma yöntemleri arasında karayolu taşımacılığı yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni karayolunun yüksek taşıma esnekliğine sahip olması olarak açıklanmaktadır. Çünkü karayolunun büyük bir yol şebekesine sahip olması farklı rota seçenekleri imkânı sağlayarak, malzemelerin taşınması ve teslimatını kolaylaştırmaktır. Ayrıca karayolu taşımacılığının farklı avantajları da bulunmaktadır. Karayolu taşımacılığı, ürünlerin satıcıdan direkt olarak alıcıya ulaşmasını sağlar, yani kapıdan kapıya teslimat fırsatı yaratmaktadır. Aynı

zamanda karayolunda farklı araç türlerin bulunması farklı malzemelerin taşınmasına imkân doğurmaktadır. Bu doğrultuda, geniş bir yol ağına sahip olan karayolu uzun ve kısa mesafelerde malzemelerin uygun maliyetle, hızlı, zamanında ve güvenilir teslimatına kolaylık sağlamaktadır (Özoğlu ve Demirci, 2021). Bunun yanında karayolu taşımacılığının avantajları olduğu kadar dezavantajları da bulunmaktadır: Özellikle taşıma araçlarının dar hacimli olması ve olumsuz hava şartlarından etkilenmesi nedeniyle sınırlı taşıma gücüne sahip olması taşıma sürecinde aksaklıkları yol açmaktadır. Ayrıca enerji tüketiminin yüksek olması fosil yakıtların yoğun kullanılması anlamına gelmektedir. Fosil yakıtlar, karbondioksit (CO₂) ve sera gazı emisyonlarının salınmasına neden olmaktadır. Bu durum, hava ve çevre kirliliğine neden olurken, aynı zamanda insan sağlığını da olumsuz etkilemektedir (Waters, 2003).

1.4.1.2. Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı raylı sistem üzerinde hareket eden tekerlekli araçlar kanalıyla farklı demiryolu hatlarından, çeşitli yüklerin, malzemelerin, insanların ve hayvanların bir yerden bir başka bir yere taşınmasına denilmektedir. Genellikle demiryolu taşımacılığı ağır ve büyük boyutlu yüklerin uygun maliyet ile uzak mesafelere taşınmasında tercih edilmektedir (Assad, 1980). Ancak demiryolu taşımacılığının etkin bir şekilde kullanılması için yüksek maliyet altyapı hizmetleri gerekmektedir. Bu nedenle demiryollarının inşası, bakımı ve onarımı gibi yüksek maliyetli altyapı hizmetleri çoğunlukla devlet kurumları tarafından yapılmaktadır (Tromptan, 2003). Ayrıca demiryolu taşımacılığı, demiryolu işletim sistemi kurulduktan sonra bazı taşıma yöntemlerine kıyasla daha avantajlı ve tercih edilen bir hizmet olarak karşımıza çıkmaktadır.

Demiryolu taşımacılığı, kara yolu taşımacılığına göre kötü hava koşullarından ve trafik sıkışıklığının daha az etkilenmektedir. Ayrıca risk ve kaza oranlarının karayolu taşımacılığına göre daha düşük olduğu belirtilmektedir (Köse, 2022). Demiryolu taşımacılığında taşıma modları arasında toplam enerji talebinin %2' sini kapsamaktadır. Bu durum bazı taşıma modlarına göre demiryolu taşımacılığının, düşük enerji yoğunluğuna sahip olduğunu göstermektedir. Enerji açısından verimli olan bu mod, düşük emisyon üretmesi sayesinde çevre dostu olarak nitelendirilmektedir (Uluslararası Enerji Ajansı, 2019). Diğer yandan demiryolu taşımacılığının bazı dezavantajları

bulunmaktadır. Özellikle demiryolu ağlarının kısıtlı olması ve taşıma rotalarının sınırlandırılması, demiryolu taşımacılığının esnekliğini azaltmaktadır. Aynı zamanda karayolu taşımacılığına göre demiryolu taşımacılığında taşıma ve teslimat sürelerinde gecikmeler yaşanabilmektedir (Uludağ, 2013).

1.4.1.3. Denizyolu Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı, okyanus, deniz, göller ve nehirler üzerinde çeşitli taşımacılık şekilleriyle hammadde, yük ve insanların taşınmasında faaliyet gösteren taşımacılık yöntemi olarak ifade edilmektedir (Ekşioğlu, 2019: 8). Denizyolu taşıma yöntemleri; konteyner taşımacılığı, yük gemisi taşımacılığı, petrol tankerleri ve sıvı gaz taşımacılığı, Ro-Ro (Roll on/Rolloff) taşımacılığı, kruvaziyer taşımacılığı ve feribot taşımacılığı olarak sınıflandırılmaktadır. Bu taşıma şekillerinin tercih edilmesi ve verimli bir şekilde fayda sağlanması için yükün cinsi, hacmi, miktarı ve teslimat noktası gibi unsurlar önem arz etmektedir (Walker ve Schnurr, 2019). Deniz yolu taşımacılığının kuruluş ve altyapı maliyetleri yüksek olsa da geniş yük hacmiyle uluslararası ve yerli limanlara uygun maliyetle sevkiyat imkânı sağlamaktadır (Fulser, 2015). Bu gibi avantajlar, küreselleşmeyle birlikte denizyolu taşımacılığının önemini artırarak uluslararası ticaret hacminin %80-90'ını kapsamaya ve tedarik zincirinin bel kemiği haline gelmesine neden olmuştur (Dünya Ticaret Örgütü, 2023). Ayrıca küresel öneme sahip denizyolu taşımacılığının bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bunlar;

- Kötü hava şartlarından kaynaklı teslimat süresi gecikmesi,
- Malzeme gönderim süresinin uzunluğu,
- Denizyolu taşımacılığı araçlarının düşük hızı,
- Sevkiyat rotalarının sınırlı olması,
- Bazı gemilerde petrol veya sıvı gaz tanklarında meydana gelebilecek sızıntılar çevre kirliliğini neden olabilmektedir.

1.4.1.4. Havayolu Taşımacılığı

İkinci dünya savaşı sırasında askeri alanlar (örneğin, kesif ve taşıma faaliyetleri) için kullanılan havayolu taşımacılığı, savaştan sonra hızla gelişerek sivil alanlarda da ticari amaçla faaliyet göstermeye başlamıştır (Altuntaş ve Kılıç 2020). Günümüzde havayolu taşımacılığı, yolcu, eşya, kargo ve düşük hacimli yüklerin havayolu araçlarıyla

taşıması olarak tanımlanmaktadır (Netjasov, 2015). Havayolu taşımacılığı yüksek maliyetli olmasına rağmen, diğer taşıma yöntemlerine göre, kısa sürede uzun mesafe yol kat ederek, hızlı, güvenilir bir şekilde doğru zamanda ve doğru kalitede teslimat imkânı sağlamaktadır. Ayrıca, ülkeleri, şehirleri, farklı kıtaları birbirine bağlayarak dünya üzerinde birçok yere erişim sağlaması havayolu taşımacılığının evrensel nitelikte olduğunu göstermektedir (Rocha, 2016). Bununla beraber havayolu taşımacılığında ülkelerin, uluslararası düzeyde birçok antlaşma, kota ve düzenleme geliştirdiği görülmektedir (Ramírez, 2021). Havayolu yolu taşımacılığının dezavantajları:

- Yüksek maliyet,
- Kötü hava koşulları,
- Ağırlık ve hacim engeli,
- Yükün cinsine göre sınırlama,
- Kapıdan kapıya teslimat imkânı olmaması,
- Bürokratik olarak sınırlanabilir.

1.4.1.5. Boru Hattı Taşımacılığı

Boru hattı taşımacılığı, doğalgaz, petrol, petrolden elde edilmiş rafine ürünler, kimyasal gazlar, bulamaç gibi sıvı ve gazlardan oluşan maddelerin boru hatlarıyla taşınması olarak ifade edilmektedir (Boru Hattı ve Tehlikeli Madde Güvenliği İdaresi, 2018). Bu taşımacılık modu, enerjiyi verimli bir şekilde kullanarak, sıvı ve gazlardan oluşan geniş hacimli maddelerin üretim yerinden son kullanıcıya kadar hızlı, güvenilir ve minimum maliyetle taşınmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda hava yolu taşımacılığında kullanılan boru hatlarının kara ve su altı gibi farklı alanlara kurulması, uzak mesafelere maddelerin taşınması avantajı sağlamaktadır. Bununla birlikte sabit yol haritasının olması, yatırım maliyetlerinin yüksek olması, belirli alanlar da faaliyet göstermesi ve herhangi bir sızıntı ya da patlama halinde çevreye verebileceği zarar boru hattı taşımacılığının dezavantajları sayılmaktadır (Water, 2003).

1.4.1.6. Çok Modlu Taşımacılık

İki veya daha fazla taşıma yönteminin (denizyolu, demiryolu, havayolu ve karayolu) entegre olarak, yükleri ve yolcuları çıkış noktasından varış noktasına tek bir taşıma belgesiyle taşınması hizmetine çok modlu taşımacılık denilmektedir (Krashenin

ve diğerleri, 2022). Çok modlu taşımacılıkta, farklı taşıma faaliyetlerinin bir arada hizmet vermesi taşıma sürecinin daha etkin ve verimli ilerlemesine neden olmaktadır. Bunun nedeni, taşıma yöntemlerinin güçlü yönlerinin bir araya gelmesi olarak görülmektedir. Çok modlu taşımacılıkta farklı modların kullanılması, uzak bölgelere yapılan nakliye sürelerini kısaltmakta ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Aynı zamanda rota seçeneklerinin fazla olması riskli durumları azaltarak, hızlı teslimat imkânı doğurmaktadır. Çok modlu taşımacılığın müşteri taleplerine hızlı yanıt verme yeteneği, güvenilir bir ortam yaratmaktadır. Ayrıca çok modlu taşımacılık çevreye en az zararı veren taşıma araçlarını kullanma fırsatı sunmaktadır (Hoeks, 2010).

1.4.2. Depolama

Depolama, hammaddenin ve üretilmiş malların dağıtımına çıkmadan önce saklandığı, korunduğu ve düzenlendiği faaliyet olarak tanımlanmaktadır. Bu faaliyetin gerçekleştiği yerlere ise depo veya depolama tesisi denilmektedir. Aynı zamanda depolar sipariş kabulü, sipariş toplanması, nakliye ve stok yönetimi gibi lojistik faaliyetlerin organize edildiği yer olarak da ifade edilmektedir (Dragomirov, 2019). Depolama, lojistik faaliyetlerin ihtiyacını karşılayarak maliyetleri minimize etmeyi ve verimliliği arttırmayı amaçlamaktadır (Frazelle, 2002).

1.4.3. Envanter (Stok) Yönetimi

Envanter (Stok) yönetimi, arz ve talebi dengede tutmak için ürün akışını organize eden, planlayan ve düzenleyen bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Vries, 2007). Envanter yönetimi depolarda saklanan her ürünün takibini yapmaktadır. Aynı zamanda arz fazlası bulundurmada ürünleri stoklayarak müşteri taleplerine karşılık verebilmektedir. Ürünlerin stoklanması, teslimatın hızlı ve kesintisiz bir şekilde sürdürülmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum firmaların müşteri hacmini arttırmakta ve rekabet avantajı yakalamasına olanak tanımaktadır (Plinere ve Borisov, 2015).

1.4.4. Ambalajlama

Tedarik zinciri süreci boyunca ürünlerin saklanması ve korunması için gerçekleştirilen işlemlere ambalajlama denilmektedir. Ürünlerin ambalajlanması dışarıdan gelecek her türlü darbeye karşı koruma sağlayarak oluşabilecek hasarı minimize etmektedir. Ayrıca nem ve sıcaklık değişimi gibi ürünün bozulmasına neden olabilecek

dış etkenlere karşı da bariyer görevi üstlenmektedir (Lydekaityte ve Tambo, 2020). Ambalajlama aynı zamanda müşteriye bilgi aktarılmasına da yardımcı olmaktadır. Ambalajların üzerine ürün hakkında içerik ve bilgilendirme notları yazılmaktadır. Bu durum müşterilerin ürünü kullanımını kolaylaştırmakta ve zamandan tasarruf yapmalarını sağlamaktadır (Yam, Takhiston ve Miltz, 2005). Bunun dışında uygun şartlara göre malzemelerin ambalajlanması farklı taşıma yöntemleri kullanma imkânı yaratmaktadır. Bu durum lojistik firmalarının nakliye sürecini etkin ve verimli yürütmesini kolaylaştırmaktadır (Saghir, 2004).

1.4.5. Malzeme Elleçleme

Malzeme elleçleme, malzemelerin fiziksel durumu değiştirilmeden, doğru mekânda, doğru zamanda, doğru durumda ve uygun maliyetle güvenli bir şekilde taşınması, birleştirilmesi, ayrıştırılması ve istiflenmesi sürecini kapsamaktadır (Matson ve White, 1982). Aynı zamanda malzeme elleçleme ürünlerin zarar görmeden kısa mesafe de bir noktadan başka bir noktaya taşınmasını da ifade etmektedir (Kay, 2012). Malzeme elleçleme işleminin gerçekleşmesi için manuel, yarı otomatik ve otomatik ekipmanlar ya da sistemler kullanılmaktadır. Bu ekipmanlardan en sık kullanılanlarına, forkliftler, depo raf sistemleri, vinçler, konveyör bantları, palet krikoları, tamburlar ve kancalar örnek verilmektedir (Malzeme Elleçleme Endüstrisi, 2023). Bu doğrultuda malzeme elleçleme, ürünlerin şekil ve biçiminde herhangi değişikliğe neden olmadığından dolayı doğrudan bir değer artışı sağlamamaktadır. Ancak iyi yönetilen malzeme elleçleme faaliyeti zaman ve yer tasarrufu yoluyla üretkenlik ve verimlilik artışına yardımcı olmaktadır (Uslu ve Akçadağ, 2012).

1.4.6. Müşteri Hizmetleri

Müşteri hizmetleri, firmaların kar elde etmek ve devamlılığı sağlamak amacıyla doğru ürünü doğru zamanda, doğru miktarda ve düşük maliyetlerle müşterilere teslim etme isteği olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle, müşteri hizmetleri eşyanın satın alınması sürecinden, teslimatına kadar olan sürecin yanı sıra satıştan sonraki aşamaları da kapsayan bir kavram olarak ifade edilmektedir (Gürdal, 2006). Müşteri hizmetleri satıştan sonraki aşamada üründe oluşabilecek her türlü soruna karşı kullanıcıya teknik destek sağlamaktadır. Bununla beraber müşteri şikayetleri, ürün bakım ve onarımı gibi

alanlarda da müşteri hizmetleri faaliyet göstermektedir. Ayrıca müşteri hizmetleri aracılığıyla müşterilerin teslim aldıkları ürünler hakkında geri-dönüş sağlaması, firmaların eksik noktalarını geliştirilmesine ve iyileştirilmesine imkân tanımaktadır. Bu doğrultuda müşteri hizmetlerinin kaliteli yönetilmesi firmaların uluslararası pazarda fark yaratmasına yardımcı olurken, aynı zamanda rekabet avantajı kazanmasına neden olmaktadır (Christopher, 2006).

1.4.7. Satın alma

Satın alma, bir firmanın gereksinim duyduğu ürün ve hizmetleri uygun kaynaklardan satın alarak tedarik etmesine denilmektedir. Bu evrede firmalar doğru zamanda, uygun kalitede ve düşük maliyetle beklentilerini karşılamayı hedeflemektedirler (Uçar, 2007). Ayrıca firmalar, ürünü satın almadan önce piyasa araştırması yaparak, fiyat ve kalite seçeneklerini detaylı bir şekilde değerlendirmektedir. Satın alma, sipariş verilen ürünlerin doğru zamanda ve miktarda teslim edilme süreci de takip etmektedir. Bunun yanı sıra firmalar satın alma işlemi sonrasında malzemenin ömrü, kalitesi, hizmeti ve maliyeti gibi faktörleri baz alarak tedarikçileri değerlendirmektedir. Bu doğrultuda satın alma, firmaların satın alma kararlarını planlama, uygulama, değerlendirme ve kontrol etme sürecini kapsamaktadır (Carr ve Smeltzer, 1997).

1.5. Lojistik Türleri

Lojistik, hammaddenin temininden ürünün son kullanıcılara ulaştırılmasına, geri dönüşümüne veya imha edilmesine kadar olan karmaşık süreci içermektedir. Lojistik süreçlerin etkin bir şekilde işlemesi için çeşitli lojistik türleri bulunmaktadır. Bu türler arasında tedarik lojistiği, üretim lojistiği, dağıtım lojistiği ve tersine lojistik yer almaktadır. Lojistik türleri bir ülkenin veya firmanın müşteri taleplerini karşılaması, koordinasyonu güçlendirmesi, pazara kolay erişim sağlaması, maliyetlerini düşürmesi, kâr marjını yükseltmesi, pazar payını artırması, kalite ve verimliliğini geliştirmesi açısından fayda sağlamaktadır (Koban ve Keser, 2008).

1.5.1. Tedarik lojistiği

Tedarik lojistiği hammadde ve malzemelerin üretim öncesinde tedarikçilerden işletmelerine doğru akışını içermektedir. Bu akış hammadde kaynağından endüstriyel

işletme girişine kadar ürünlerin depolanması, taşınması ve yönetilmesi sürecine kadar uzanmaktadır (Minner, 2019: 235). Söz konusu sürecin tedarik lojistiği tarafından optimize edilmesi işletmelerin maliyetlerini azaltmasına fayda sağlamaktadır. Ayrıca işletmelerin tedarik lojistiği aracılığıyla hammadde kaynaklarına daha kolay erişim sağlaması toplam maliyetlerini düşürmelerine neden olmaktadır. Firmalar tarafından iyi yönetilen tedarik lojistiği müşteri taleplerine hızlı bir şekilde geri dönüş sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra ürünlerin doğru hız, uygun kalite ve uygun miktarla tedariklerinin sağlanması işletmelerin müşteri kitlelerinin genişlemesine de katkıda bulunmaktadır (Samaras, 2000).

1.5.2. Üretim Lojistiği

Üretim lojistiği, üretim sürecinde kullanılan hammadde ve malzemelerin temin edilmesinden başlayarak, bu malzemelerin işlenmesi, dönüştürülmesi, kontrol edilmesi ve son olarak depolanması sürecini kapsamaktadır (Michlowicz, 2013). Kısaca üretim lojistiği firmaların üretim aşamalarını etkili bir şekilde yönetmesi olarak açıklanmaktadır. Firmalar ürün akışlarının devamlılığını sağlamak için etkin ve verimli bir üretim lojistiği ağı oluşturmak istemektedir. Bunun sebebi ise üretim lojistiği aşamasında alınan kararların malzemenin uygun maliyetle, iyi kalitede ve doğru zamanda müşterilere teslim edilme sürecini etkilemesinden kaynaklanmaktadır (Zhang ve David, 2019). Ayrıca firmaların üretim lojistiği sürecini iyi organize etmesi, pazarda rekabet avantajı yaratırken, bunun yanı sıra ürün satışlarını ve karlarını da etkilemektedir. Bu doğrultuda şirketler /firmalar üretim lojistiğini etkili biçimde tanımlayarak lojistik süreçlerini daha verimli bir şekilde yönetmeyi hedeflemektedirler (Gimenez ve Venture, 2005).

1.5.3. Dağıtım Lojistiği

Dağıtım lojistiği işlenmiş veya dönüştürülmüş ürünlerin üreticilerden satış noktalarına ya da tüketiciye ulaştırılmasını sağlayan fiziksel harekete denilmektedir. Ayrıca dağıtım lojistiği ürünlerin doğru yere, doğru zamanda ve doğru miktarda teslimatının sağlanması için bilgi ve mali akışları da koordine etmektedir. Bu bağlamda dağıtım lojistiği üretimi gerçekleşmiş malların dağıtımının planlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesi gibi süreçleri içermektedir (Verhaert, 2019). Bu süreçlerin yönetilmesinde paketleme, depolama, stok yönetimi ve taşıma gibi dağıtım

lojistiği faaliyetleri önemli bir rol oynamaktadır. Dağıtım lojistiğinin iyi yönetilmesi farklı hacim ve genişlikteki ürünlerin uzak mesafelere taşınmasında kolaylık sağlamaktadır. Aynı zamanda ürünlerin hasar görmeden zamanında teslimatının sağlanması firmaların müşteri kapasitesini arttırmasına yardımcı olmaktadır (Klumss ve Heragu, 2018).

1.5.4. Tersine Lojistik

Tersine lojistik ürünlerin, malzemelerin, ekipmanların ve bütün teknik sistemlerin nihai kullanıcılardan tedarik zinciri yoluyla perakendecilere veya üreticilere geri dönmesi sürecine denilmektedir. Başka bir ifadeyle tersine lojistik her türlü ürünün tüketim noktasından başlangıç noktasına geri dönüşünün etkili bir şekilde planlanması, uygulanması veya kontrol edilmesi olarak ifade edilmektedir (TYZD, 2023). Tedarik lojistiği kullanılmış veya fazla ürünlerin, malzemelerin, ambalajların ve diğer unsurların etkili bir şekilde geri dönüştürülmesi, yeniden üretilerek satışa sunulması veya imha edilmesi aşamalarını kapsamaktadır (Pokharel ve Mutha, 2009). Ayrıca ürünlerin tedarik zinciri yoluyla geriye doğru hareket etmesinin bir dizi nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerden bazılarını açıklarsak:

- Ürünlerin kusurlu olması nedeniyle üretim sırasında tekrar işlenerek düzeltilmesi,
- Ömrü kısalan veya artık kullanılamayacak durumda olan ürünlerin iadesi alınarak, imha edilmesi veya geri dönüşüm işlemine tabi tutulması,
- Müşterilere teslim edilen arızalı ürünlerin iadesinin alınması ve onarımlarının yapılması,
- Üretim sürecinde arta kalan parçaların geri iadesi veya tekrar işlenmesi.

Ürünlerin geri dönüşümü, onarımı ve imha edilmesi kaynakların daha sürdürebilir bir şekilde kullanılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu durum işletmelerin ürünleri daha etkin ve verimli kullanmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca işletmelere etkinlik ve verimliliklerini ölçme imkânı sağlayarak, diğer işletmelerle karşılaştırmalar yapmalarına fırsat sunmaktadır. Tersine lojistiğin etkin bir şekilde yürütülmesi işletmelere maliyet tasarrufu, kâr marjı artışı ve müşteri hizmetlerinin geliştirilmesi konularında yardımcı

olurken, aynı zamanda çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Elmas ve Fevzi, 2011).

1.5.5. Yeşil Lojistik

Yeşil lojistik, lojistik faaliyetlerin çevresel sürdürülebilirliğini ve enerji verimliliğini artırmayı hedefleyen bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Yeşil lojistik, malzeme yönetimi, atık yönetimi, paketleme ve nakliye süreçlerinde çevre dostu uygulamaları teşvik etmektedir. Örneğin ürün ve bilgi akışlarının tersine çevrilmesi, yani ürünün üretim noktasından tüketim noktasına kadar olan süreçte çevresel etkilerin azaltılmasını sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle ürünlerin tüketicilere ulaşmasının ardından geri dönüşümlü ürünlerin ve atıkların geri kazanımı gibi işlemleri içermektedir. Bu bağlamda, yeşil lojistik enerji kullanımı optimizasyonuna, atıkların azaltılmasına ve atık yönetimine olan katkılarıyla, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik arasında önemli bir denge sağlamaktadır (Köse, 2022).

Günümüzde çevre kalitesinin bozulması, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlar, lojistik sektöründe yeşil stratejilerin gerekliliğini artırmaktadır. Devletlerin çevreci politikaları benimsemesi, toplumun çevre bilincinin yükselmesi ve tüketicilerin çevre dostu ürünlere olan talebi, lojistik firmalarını yeşil ve sürdürülebilir stratejilere yönlendirmektedir. Bu bağlamda, yeşil lojistik sadece çevresel faktörleri değil, aynı zamanda sosyal sorumlulukları da göz önünde bulundurarak ürünlerin üretim ve dağıtımını sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirme amacını taşımaktadır (Seroka ve Stolka, 2014).

Yeşil lojistik, sadece çevre üzerinde etkili olmakla kalmaz, aynı zamanda işletmelerin ticari performanslarını artırmakta, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamakta ve geri dönüşümü teşvik etmektedir (Yangınlar ve Sarı, 2014). Operasyonel maliyetleri düşürme potansiyeli olan yeşil lojistik uygulamaları, çevre dostu politikaların benimsenmesiyle uzun vadede rekabet avantajı sağlamakta ve şirketlerin sosyal sorumluluklarını yerine getirmelerine katkıda bulunmaktadır.

1.6. Lojistik Performans

Günümüzde küresel ticaretin merkezinde yer alan rekabet gücü , firmaların performanslarını ve karlarını optimize ederek pazarda uzun vadeli bir sürdürülebilirlik sağlamaları için hayati bir rol oynamaktadır (Mann, 2012). Bu doğrultuda firmalar uluslararası alanda başarı elde etmek ve rekabet avantajı kazanmak için ticaret akışının verimli işlemesine odaklanmaktadır. Ticaretin düzgün işlemesi ise lojistik organizasyonlarının etkin ve verimli bir şekilde sürdürülmesiyle mümkün kılınmaktadır (Cheung ve diğerleri, 2020).

Lojistik müşterilerin taleplerini doğru kalitede, doğru zamanda, düşük fiyatlarla ve istenilen ürünle karşılamayı hedefleyen tedarik zinciri sürecinin bir parçası olarak tanımlanmaktadır (Mujkić, 2022). Bu süreç teslimat süresi, müşteri hizmet düzeyi, doğru zamanlı dağıtım, sipariş karşılama yeteneği, envanter yönetimi, gibi birçok faaliyeti içermektedir (Forslund, 2007). Lojistiğin ilerleyişinde yer alan bu faaliyetlerde “optimizasyon yakalanması” ilkesi etkili bir lojistik performans yapısının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Bowersox, Mentzer ve Speh, 2008).

Lojistik performans mal ve hizmetlerin tedarikinden üretim aşamasına ve son kullanıcıya ulaşma sürecinin etkililik ve verimlilik açısından ölçülmesi olarak tanımlanmaktadır (Mentzer ve Kondrad, 1991). Başka bir deyişle lojistik performans, lojistik organizasyonların etkinliği hakkında bilgi sahibi olmayı ve amaçlanan hedefin gerçekleşmesine ilişkin gelişmeleri değerlendirmede bulunan bir geri bildirim aracı olarak ifade edilmektedir (Fawcett ve Cooper, 1998). Aynı zamanda lojistik performans firmaların hedeflerini belirlemelerine ve bu hedeflere ulaşmak için lojistik stratejileri planlamalarına yardımcı olmaktadır. Bu durum lojistik performansın işletme yönetimi açısından kritik bir fonksiyon olduğunu göstermektedir.

İyi yönetilen lojistik performans şeffaf ve ayrıntılı bir iletişim imkânı sağlamaktadır. Bu imkân işletme de uyumlu bir çalışma ortamı yaratarak, kurumsal performansta iyileşmeler meydana gelmesine olanak tanımaktadır. Kurumsal performans iyileşmesi ise iş akışlarının daha etkili ve verimli bir şekilde gerçekleşmesine yol açmaktadır (Gunasekaran ve Kobu, 2007). Ayrıca lojistik performans maliyetlerin azaltılmasına ve müşteri hizmetleri kalitesinin arttırılmasına da fayda sağlamaktadır. Bu

fayda lojistik sürecin verimli işlemlerini sağlamakta, yani ürünlerin zamanında ve hatasız erişimini mümkün kılmaktadır. Lojistik sürecin verimli ilerlemesi aynı zamanda müşteri memnuniyetini arttırmakta ve işletmenin yeni pazarlara girmesine imkân tanımaktadır (Beamon, 1999). Öteki yandan kurumsal iyileşmeler finansal açıdan da değerlendirilmektedir. Örneğin yatırım getiri oranı, nakit giriş-çıkış ve kar marjları gibi faktörler finansal konuları içermektedir. Örneğin, yatırım getiri oranı, nakit analizleri ve kar marjları gibi finansal göstergeler bu değerlendirmeye dahil edilmektedir. Finansal göstergeler uzun vadeli verimlilik ve rekabet avantajı değerlendirilmesinde önemli bir etken olarak görülmektedir (Parker, 2000).

1.7. Lojistik Performans Endeksi

Lojistik kaynaktan başlayarak ürünlerin, hizmetlerin ve bilginin etkili bir şekilde tüketiciye ulaşmasını sağlayan tedarik zinciri yönetimi süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç taşıma, envanter yönetimi, malzeme elleçleme ve dağıtım planı gibi lojistik faaliyetleri kapsamaktadır. Bu lojistik faaliyetler ürünlerin hızlı, etkili ve güvenilir bir şekilde tedarik zinciri boyunca hareket etmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda lojistik ürün taşıma maliyetlerini optimize ederek uluslararası ticaretin gelişimini önemli derece de etkilenmektedir. Bu nedenle lojistik günümüz küresel ekonomisinde, uluslararası ticaretin vazgeçilmez unsuru olarak görülmektedir. Ülkeler uluslararası ticarete rekabet edebilmek veya ticaret faaliyetleri iyileştirmek amacıyla lojistik performanslarını objektif bir şekilde değerlendirmek ve farklı ülke gruplarıyla karşılaştırma yapma gerekliliği hissetmektedirler (Martí, Martín ve Puertas, 2019). Bu gereklilik kapsamında 2007 yılında Dünya Bankası tarafından lojistik performans endeksi oluşturulduğu görülmektedir.

Dünya Bankası tarafından oluşturulan Lojistik Performans Endeksi (LPE) ilk olarak 2007 yılında resmi olarak yayınlanmıştır. Daha sonra bu endeks 2010 yılında ikinci kez açıklanmış ve 2018 yılına kadar her 2 yılda bir güncellenmiştir (Martí, Puertas ve García, 2014). En son LPE değerlendirmesi 2023 yılında gerçekleşmiştir. Bu endeks 2007 yılından 2018 yılına kadar iki kısımdan oluşmuştur. Bunlar uluslararası lojistik performans endeksi ve yurt içi lojistik performans endeksi olarak ifade edilmektedirler. 2023 yılında yayınlanan LPE sadece uluslararası lojistik performans endeksi baz alınarak değerlendirilmiştir (Arvis ve diğerleri, 2023).

LPE, uluslararası alanda bir çok temel kavramları etkili bir şekilde birleştirilerek, küresel ticaretin kolaylaştırılması, malların taşınması ve güvenilirlik düzeyinin artırılması amacını taşımaktadır. Bu durum lojistik performans endeksinin ülke ve şirketler üzerinde geniş çaplı bir araştırma yaptığını göstermektedir. Bu araştırmaların değerlendirilmesinde anketlerden yardım alınmaktadır. Anketler sonucunda ülkeler 1 (kötü) ile 5 (iyi) puan arasında değerlendirilmektedir. Sonuç olarak LPE anketlerden oluşan çok boyutlu bir değerlendirme aracı olduğu ifade edilmektedir (Çağlayan, 2021). Lojistik performans endeksi (LPE) ülke karşılaştırmalarını altı alt başlık altında özetlemektedir:

- Gümrük: Gümrük ve sınır yönetimin verimliliği,
- Altyapı: Ticaret ve taşımacılık alt yapısının özellikleri,
- Uluslararası Gönderiler: Rekabetçi fiyatlandırmalarla uluslararası sevkiyatın düzenlenme imkanı,
- Lojistik Kalite: Lojistik hizmetlerin yeterliliği ve kalitesi,
- Takip ve İzleme: Uluslararası sevkiyatları izleme ve takip etme kabiliyeti,
- Zamanında Teslimat: Sevkiyatların alıcıya ulaşma sıklığı.

2. ÇEVRE

Çevre bir organizmanın hayatta kalabilmesi ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi için gerekli olan etkenlerin tümünü içermektedir. Endüstriyel faaliyetler, hızlı kentleşme, doğal kaynakların aşırı tüketimi ve nüfus yoğunluğu gibi faktörler, çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Günümüzde hem mevcut hem de gelecek nesillere temiz ve yaşanabilir bir çevre sağlamak için çevrenin bütünlüğünün korunmasının önemi artmıştır (Baykal ve Baykal, 2008). Bu kapsamda çevresel sorunların nedenlerini ve etkilerini anlamak için ilk olarak, kavramsal bir açıklama yapılacaktır ve ardından çevre kirliliği detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

2.1. Çevrenin Tanımı

Çevre canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) varlıkların toplamı olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanımda ise çevre nesnelerin veya canlı organizmaların birbirleriyle etkileşim içinde olduğu fiziksel, kimyasal ve biyolojik ortama denilmektedir. Canlı (biyotik) bileşenler bitkiler, hayvanlar, insanlar, parazitler, mikroorganizmalar ve

ayrıştırıcılar (mantarlar, solucanlar ve bakteriler) gibi canlı organizmaları kapsamaktadır. Canlı bileşenler çevrenin biyolojik dengesi ve sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadırlar. Cansız bileşenler, ışık, nem, su, ortalama sıcaklık, atmosferde bulunan gazlar (azot, oksijen, karbondioksit, su buharı vb.), rakım, enlem, yağış düzeni ve toprak yapısı gibi faktörleri içermektedir. Bu bileşenler çevrenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedirler (Ahluwalia, 2018). Aynı zamanda çevre yaşamsal faaliyetlerin devamlılığında öneme sahip enerji kaynaklarını bünyesinde bulundurmaktadır. Bu kaynaklardan en önemlisi olan güneş enerjisi fotosentez yoluyla bitkilerin büyümesi ve besin zinciri için enerji üretimi sağlamaktadır. İnsanlar ise güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreterek faydalanmaktadır. Bu doğrultuda çevre yaşamın sürekliliği için gerekli olan havadan, suya, besinlerden doğal güzelliklere kadar birçok temel kaynağı içinde barındırmaktadır (Çetintaş, 2021). Öte yandan çevresel bileşenler de oluşabilecek herhangi bir değişiklik çevreye faydalı olabileceği gibi olumsuz etki de yaratabilmektedir.

2.2. Çevre Kirliliği Kapsamı ve Tanımı

Çevre kirliliği insanların ve çevrenin tarih boyunca karşı karşıya kaldığı, günümüzde de artarak devam eden evrensel bir tehdittir. İnsan nüfusunun artması ve tarımın başlaması yerleşik hayata geçişi hızlandırmıştır. Yerleşik hayata geçişle beraber büyük uygarlıkların ve şehirlerin kurulmaya başlaması çevre sorunlarını belirgin hale gelmiştir. Şehirlerde oluşan harabeler, döküntüler, kalıntılar ve insan tüketiminden kaynaklanan zararlı atıklar çevre kirliliğinin artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda kömürün yaygın olarak kullanılmaya başlaması, metal, bakır, demir gibi madenlerin çıkarılması ve eritilmesi çevre kirliliğine neden olan birçok sorununu da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar arasında ormansızlaşma, arazi tahribatı, su kirliliği, hava kirliliği ve gürültü kirliliği yer almaktadır (Mosley, 2014). 18. yüzyıl sonlarında başlayan ve 19 yüzyılda hız kazanan sanayi devrimi çevre kirliliğini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu dönemde hızla gerçekleşen sanayileşme, fabrikaların yaygınlaşması, buhar makinelerin kullanılması gibi faktörler fosil yakıt tüketiminin artmasına sebep olmuştur. Fosil yakıt tüketimi sera gazı ve diğer zararlı gazların atmosfere serbest bırakılmasına yol açmıştır. Bunun yanında fabrikaların üretim sürecinden kaynaklanan atıklar su ve toprağa karışması çevre kirliliğinin ciddiyetini arttırmıştır. Sanayi devriminden günümüze kadar

ise teknoloji alanında yaşanan gelişmeler, kentleşme, nüfus artışı, sanayileşme ve enerji tüketimi gibi faktörlerde yaşanan büyümeler çevre kirliliğini kritik bir noktaya taşıyarak karmaşıktırmıştır (Jain, Srivastava ve Gupta, 2013). Ayrıca bu faktörler aracılığıyla hava, su ve toprağa yayılan zararlı maddeler çevrenin kalitesini düşürerek çevre kirliliğini kritik düzeye taşımıştır.

Alloway ve Ayres (1997) tarafından yapılan tanıma göre çevre kirliliği insan faaliyetleri, endüstriyel tesislerde gerçekleşen işlemler, enerji kullanımı, ulaşım gibi unsurların yanı sıra doğal olayların da neden olduğu çevre yapısındaki bozulmalara denilmektedir (Alloway ve Ayres, 1997). Farmer (1997) tanımına göre çevre kirliliği, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkileyen tehlikeli maddelerin, ısının, radyasyonun ve gürültünün açığa çıkarak direkt ya da dolaylı bir şekilde havaya, suya ve toprağa karışmasını belirtmektedir (Farmer, 1997). Spellman ve Whiting'in (2006) çevre kirliliğini insan sağlığı, canlı organizmalar, su, hava ve toprak gibi faktörler üzerinde potansiyel zarar yaratabilecek maddelerin çevreyi olumsuz yönde etkilemesi olarak açıklamaktadır (Ajibade ve diğerleri, 2021). Özer Keskin ve Aksakal (2020)'e göre çevre kirliliği çevrenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz etkileyen herhangi bir kirleticinin insan tarafından çevreye bırakılmasını ifade etmektedir (Özer Keskin ve Aksakal, 2020). Aynı zamanda çevre kirliliğine neden olan zararlı ve tehlikeli maddelere kirleticiler denilmektedir. Bu kirleticiler çevrede yoğun olarak bulunmaktadır.

Doğal faktörler ve insan faaliyetleri tarafından meydana gelen kirleticiler yanlış yerde yanlış zamanda, yanlış miktarda ve farklı şekillerde çevreye karışarak zarar veren maddelere denilmektedir (Praveen, Ganguly ve Wakchaure, 2017). Bu doğrultuda kirleticiler doğa olayları ve insan faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Doğa olayları tarafından ortaya çıkan kirleticilere volkanik patlamalar, orman yangınları, erozyonlar ve organik madde çürümeleri gibi unsurlar yol açmaktadır. Bu doğa olayları gerçekleştiği zaman atmosfere zararlı ve tehlikeli maddeler salınmaktadır. Örneğin volkanik patlama sonucu ortaya kükürt dioksit (SO_2); orman yangınları sırasında karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO_2), azot oksitler (NO_x); organik çürüme anında ise metan gazı açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan gazlar atmosfere karışarak hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır (Ulusal coğrafya, 2023). İnsan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan kirleticiler ise sanayi sektörü, tarım kimyasalları, ulaşım, elektrik santralleri, madenlerin

çıkartılması ve işlenmesi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu faktörlerin kullanılmasıyla beraber çeşitli atıklar, kimyasal zehirler, radyasyon, gürültü, CO₂ ve diğer sera gazı emisyonları vb. kirleticiler oluşmaktadır. Söz konusu kirleticilerin havaya, suya ve toprağa karışması insan sağlığı, hayvan, canlı organizmalar ve çevre için çeşitli sorunlara neden olmaktadır (Liu, Zhang ve Liu, 2017).

2.3. Çevre Kirliliği Türleri

Günümüzde çevre kirliliği ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Çevre kirliliği çevre unsuru olan hava su ve toprak yapısının kirleticiler tarafından bozulması olarak ifade edilmektedir. Çevre kirliliğinin temel nedenleri arasında kentleşme, nüfus artışı, orman tahribatı, endüstriyel atıklar, evrensel atıklar, plastik atıklar, açığa çıkan çeşitli gazlar ve emisyonlar, tehlike kimyasallar, nükleer santral atıkları, elektrik üretimi, arazi tahribatı, tarımsal uygulamalar ve doğal afetler gibi pek çok faktör yer almaktadır. Bu faktörler tarafından çevrenin kirlenmesi iklim değişikliği, biyoçeşitliliğin azalması, küresel ısınma, kuraklık, çölleşme ve ormansızlaşma gibi sorunlara neden olurken, aynı zamanda insanlarda çeşitli sağlık sorunlarının oluşmasına yol açmaktadır (Bazylevych ve Kupalova, 2014). Söz konusu çevre kirliliği ayrıntılı incelenmek için dört ana türe ayrılmaktadır. Bu türler hava kirliliği, toprak kirliliği, su kirliliği ve gürültü kirliliği olarak sınıflandırılmaktadır (Ukaogo, Ewuzie ve Onwuka, 2020).

2.3.1. Hava Kirliliği

Hava dünyadaki bütün canlıların hayatta kalması ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan gaz karışımlarını içinde barındırmaktadır. Havanın neredeyse %78 'i azot (N₂) ve %21'i oksijen (O₂) den oluşmaktadır. Aynı zamanda hava Argon (Ar), Karbondioksit (CO₂), Neon (Ne), Helyum (He) ve Hidrojen (H) gibi gazları da içermektedir (Ulusal Coğrafya, 2023). Havanın bu dengesinin insan faktörleri (antropojenik) ve doğal kaynaklar tarafından bozulması hava kirliliğine yol açmaktadır. Söz konusu kirlilik fosil yakıtların kullanılması, enerji tüketimi, ulaşım, tarımsal malzemeler, ev temizleyicileri, boyalar, organik madde ayrışması, kum fırtınaları ve volkanik patlamalar gibi faktörler tarafından atmosfere salınan zararlı gazlar ve partiküller (katı, sıvı ve gaz) maddeler tarafından oluşmaktadır (Ahluwalia, 2015).

Hava kirliliği atmosfere birçok farklı faktör tarafından salınan zararlı gazlar veya partiküler maddeler tarafından havanın kimyasal, fiziksel yapısının bozulması olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanımla hava kirliliği katı, sıvı ve gaz haldeki hava kirlleticilerinin atmosfere salınmasına denilmektedir. Aynı zamanda hava kirliliğine kükürt dioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂), karbonmonoksit (CO), ozon (O₃), karbondioksit (CO₂), partiküler maddeler (PM_{2.5} ve PM₁₀), kurşun (Pb), organik uçucu bileşikler (metan, propan, etilen, benzen, bütan vb.) ve diğer organik bileşikler (metilen, asetilen, amonyak, klorlu hidrokarbonlar vb.) gibi kirleticiler yol açmaktadır (Bai ve diğerleri, 2018). Bu kirleticiler iki sınıfa ayrılmaktadır. Bu kirleticiler, birincil hava kirleticileri ve ikincil hava kirleticileri olarak adlandırılmaktadır. Birincil hava kirleticileri doğrudan kaynaktan atmosfere yayılan kirleticileri ifade etmektedir. Fabrikalardan, egzozlardan ve elektrik santrallerinden yayılan kükürtdioksit (SO₂), karbonmonoksit (CO), azot (NO₂) gibi gazlar ve partiküler maddeler (PM) birincil hava kirleticilerine örnek gösterilmektedir. İkinci hava kirleticileri ise birincil hava kirleticilerinin atmosferde bulunan moleküllerle tepkimeye girmesiyle yeni kirleticilerin oluşması sonucunda meydana gelmektedirler. Örneğin birincil hava kirleticilerinden NO₂ gazı ve organik uçucu bileşikler (VOCs) güneş ışığına maruz kaldığında kimyasal tepkimeye girerek ikinci hava kirleticisi olan ozon (O₃) gazının ortaya çıkması neden olmaktadır (Khasanova Alieva ve Shemilkhanova, 2023). Birincil ve ikincil hava kirleticilerinin hava kalitesine düşürmesi insan, hayvan ve bitki sağlığını olumsuz etkilerken, aynı zamanda çevre açısından da ciddi sorunlar doğurmaktadır.

Hava kirliliği sonucunda sağlık sorunları, asit yağmurları, biyoçeşitlilik kaybı, ozon tabakasının delinmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi olaylar meydana gelmektedir. Özellikle hava kirliliği insan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli çevre sorunlarından biri olarak görülmektedir. Hava kirliliği genellikle insanlarda solunum yolu hastalıkları, kalp ve damar hastalıkları, akciğer hastalıkları, kanser ve nörolojik hastalıklara neden olmaktadır. Aynı zamanda hava kirliliği yılda yaklaşık olarak 7 milyon erken ölüme sebebiyet vermektedir (Dünya Bankası, 2023). Hava kirliliğine neden olan kirleticiler ayrıca su ve toprağı olumsuz etkileyerek bitki ve hayvan türlerinin yok olmasına yol açmaktadır. Bu durum ise biyoçeşitlilik kaybı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca kloroflorokarbon (CFC), halon ve hidrokloroflorokarbon (HCFC) gibi hava

kirleticilerin atmosfere yayılması ozon tabakasının delinmesine sebep olmaktadır. Asit yağmurları da insan faktörleri tarafından atmosfere salınan SO₂ ve NO₂ gazlarının su damlacıklarıyla etkileşime girmesi sonucu asidik özellikler gösteren yağmurları ifade etmektedir (Khasanova, Alieva ve Shemilkhanova, 2023). Küresel ısınma ise fosil yakıtların yakılması, endüstriyel üretim, tarım faaliyetleri ve ormansızlaşma sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının iklim üzerindeki etkisini açıklamaktadır (Houghton, 2005). Sera gazlarının atmosfere karışması dünyanın ortalama sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Bu artış deniz seviyelerinin yükselmesine, buzulların erimesine, hava olaylarına (fırtına, kasırga kuraklık), okyanuslarda asit seviyesinin değişmesine, kurallık ve çölleşmeye yol açmaktadır (Doğal Kaynakları Savunma Konseyi, 2021).

2.3.2. Su Kirliliği

Gezegенimizin yaklaşık %71'ini kaplayan su, hidrojen (H) ve oksijen (O) atomlarının kimyasal olarak birleşmesiyle oluşmaktadır. Su katı, sıvı ve gaz olarak üzere farklı formlar da karşımıza çıkmaktadır. Bu formlara okyanus, nehir, akarsu, göl, okyanus, yeraltı suyu, su buharı ve buzul örnek verilmektedir. Aynı zamanda suyun neredeyse %96'sı okyanusları içermektedir. Geride kalan kısım ise yaşamı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen tatlı su kaynaklarını kapsamaktadır (Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu, 2019). Su canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli temel kaynaklar arasında yer almaktadır. Örneğin su içme suyu, sanayi, tarımsal faaliyetler, evsel kullanım, enerji üretimi, inşaat sektörü, temizlik, ulaşım ve rekreasyon gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Su bağlamda su yaşamın her alanında hayati bir önem taşımaktadır. Diğer yandan yaşam üzerinde önemli etkileri olan suyun bilinçsiz kullanılması suyun kirlenmesine neden olmaktadır (Geeksforgeeks, 2023).

Su kirliliği istenmeyen maddelerin nehirler, göller, akarsular, okyanuslar, yeraltı suları ve diğer su kütlelerine karışarak suyun kalitesini düşürmesine denilmektedir (Doğal Kaynakları Savunma Konseyi, 2023). Su kirliliğine hızlı nüfus artışı, endüstriyel atıklar, tarımda aşırı ilaç ve gübre uygulaması, ormansızlaşma, kanalizasyon ve atık su, petrol sızıntısı, sera gazı emisyonları, madencilik faaliyetleri, plastik ve polietilen torbalar, asit yağmurları, radyoaktif maddeler ve iklim değişikliği gibi faktörler neden olmaktadır (Kılıç, 2021:130). Bu faktörlerin suları kirletmesi suyla temas eden tüm canlıları ve ekosistemi olumsuz yönde etkilemektedir. Kirlenmiş su ishal, sıtma, dizanteri, tifo ve

çocuk felci gibi çeşitli hastalıkların insanlara bulaşmasında kritik rol oynamaktadır. Ayrıca her yıl neredeyse 505.000 kişinin ishal sonucu öldüğü öngörülmektedir (Dünya Sağlık Örgütü, 2023). Öte yandan suların kirlenmesi sudaki yaşamı olumsuz etkilemekte ve bu durum deniz canlıların yok olmasına neden olmaktadır. Söz konusu kirlilik suyun kullanılabilirliğini azaltmakta ve su kıtlığını beraberinde getirmektedir. Diğer yandan suyun kirli olduğu ortamlarda organizmalar ve canlılar kirleticileri vücutlarına almaktadırlar. Bu kirleticiler organizmalar ve canlıların dokularında birikerek besin zinciri boyunca ilerlemektedirler. Besin zinciri boyunca zararlı maddeye maruz kalan canlıların hastalanması ya da yok olmasına sebebiyet vermektedir (Khasanova, Alieva ve Shemilkhanova, 2023).

2.3.3. Toprak Kirliliği

Yeryüzünün dış katmanını kaplayan toprak mineraller, organik maddeler, canlı organizmalar, su ve hava gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Toprak yediğimiz besinlerin üretimden içtiğimiz suyun temizlenmesine, soluduğumuz havanın kalitesinden çeşitli canlı organizmaların yaşamına kadar birçok hayati rol oynamaktadır. Bu bağlamda toprak yaşamın ve ekosistemin devamlılığı için önem arz etmektedir (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, 2018). Ancak bazı doğal veya insani unsurlar toprağın biyolojik, kimyasal, fiziksel ve radyoaktif yapısında bozulmalara neden olmaktadır. Diğer bir ifadeyle bu unsurların etkisiyle oluşan zararlı maddeler toprağın kirlenmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda toprak kirliliği yüksek konsantrasyonlu kirleticilerin toprakta birikmesi ve yayılması sonucu toprak verimliliğinin azalmasına sebep olmaktadır (Mishra, Mohammad ve Roychoudhury, 2015) Söz konusu kirleticiler yüksek konsantrasyonlu kimyasallar ve ağır metaller, gübreler, pestisitler, radyoaktif maddeler, asit, polisiklik aromatik hidrokarbonlar gibi birçok organik ve inorganik bileşikler kapsamaktadırlar (Avrupa Çevre Ajansı, 2023). Ayrıca toprak kirleticilerinin oluşmasında etkili olan faktörler arasında tarım faaliyetleri, kentleşme, nüfus artışı, ormansızlaşma, sanayi, madencilik, plastikler, poşetler, asit yağmurları, evsel atıklar, tıbbi atıklar, nükleer atıklar, volkanik patlama, çölleşme ve jeolojik faktörler yer almaktadır (Blum, 2015).

2.3.4. Gürültü Kirliliği

Gürültü çevresel ses seviyelerinin istenmeyen veya rahatsız edici bir şekilde yükselmesi olarak ifade edilmektedir. Normal kabul edilen ses seviyelerinin artması sonucu oluşan gürültünün insan ve diğer canlı organizmaların sağlığını olumsuz etkilenmesine ise gürültü kirliliği denilmektedir. Aynı zamanda gürültü kirliliğine neden olan ses düzeyi desibel (dB) ile ölçülmektedir (Khasanova, Alieva ve Shemilkhanova, 2023: 4). İnsanlar 0-140 dB aralığındaki sesleri algılamaktadırlar. Uluslararası standartlara göre 85 dB ve üstüne çıkan ses düzeyi kişinin sağlığını olumsuz etkilemektedir (Ekoyapidergisi, 2019). Yüksek ses düzeyine maruz kalınması insanlarda işitme kaybı, uyku bozuklukları, stres, dikkat eksikliği, kalp ve damar hastalıkları gibi birçok sağlık problemlerine neden olmaktadır (DSÖ, 2010). Bu sağlık sorunlarının temel nedeni ise nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve ulaşım faaliyetlerinden kaynaklı meydana gelen gürültü olarak görülmektedir.

Gürültü kirliliği neden olan faktörler şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Ulaşım: motorlu araçlar, trenler, uçaklar, gemiler, ambulanslar vb.,
- Sanayi faaliyetleri: değirmenler, jeneratörler, fanlar, konveyör bantlar, kompresörler ve üretim tesislerinde kullanılan birçok makine ve inşaat süreçleri,
- Madencilik sahaları: kazma, çekme, delme gibi işlemlerde kullanılan makineler,
- Eğlence ve Etkinlik: konser, düğün, gece kulüpleri ve diğer eğlence alanlarında çalan yüksek sesli müzikler, havai fişekleri, hoparlör,
- Evsel Kaynaklar: çim biçme makinesi, çamaşır makinesi, televizyon, klima, radyo, elektrikli süpürge ve birçok ev aleti tarafından ortaya çıkan yüksek sesler gürültü kirliliğine yol açmaktadır (Çevre Kirliliği Merkezleri, 2023).

Ayrıca gürültü kirliliği deniz, kara ve havada yaşamakta olan diğer canlılar yaşamını ve refahını da olumsuz yönde etkilemektedir. Denizlerdeki inşaat faaliyetleri, gemi trafiği, petrol sondajları, sonar cihazları ve sismik araştırma cihazları gürültü kirliliğine neden olmaktadır. En çok gürültü kirliliğinden etkilenen deniz canlılarının ise

balina ve yunuslar olduğu ifade edilmektedir. Diğeryandan gürültü kirliliğı hava ve karada yaşayan hayvanların sağılığını olumsuz etkilerken, aynı zamanda iletişim kurma, beslenme, üreme ve göç gibi birçok alışkanlıklarını da değıştirmektedir (Slabbekoorn, 2019).

2.4. Çevre Kirliliğinin Nedenleri

Çevre kirliliğı dünyanın karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan biri olarak görölmektedir. Bu sorun birçok faktörün bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Çevre kirliliğı genellikle teknolojik gelişme, sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve tüketimdeki değışmeler gibi insan faaliyetleri tarafından şekillenmektedir. Bu faaliyetler doğal kaynakları azalmasına, hava kirliliğine, su kirliliğine, biyoçeşitlilik kaybına, iklim değışikliğine, çeşitli sağık sorunlarına ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Ukaogo, Ewuzie ve Onwuka, 2020). Dolayısıyla çevre kirliliğı nedenleri arasında yakın ilişki olduğu görölmektedir. Özellikle sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı kirliliğın ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır.

2.4.1. Nüfus Artışı

İnsan nüfusunun artması, çevresel faktörlerin bozulmasına neden olan en önemli unsurlardan biri olarak görölmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değışikliği Bakanlığı, 2023). Çünkü insan nüfusunun artması su, enerji ve diğery doğal kaynaklara olan talebi arttırmaktadır. Artan talep doğal kaynaklarının hızla tükenmesine ve çevre ile ilgili problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda nüfus artışı kaynak tüketimi, sanayileşme, kentleşme, atık üretimi, tarım ve gıda üretimi, ulaşım ve enerji ihtiyacı gibi faktörlerin artmasına yol açmaktadır. Özellikle elektrik üretimi, ulaşım ve endüstriyel işlemler için kullanılan fosil yakıtların yanması sera gazlarının açığa çıkmasını tetiklemektedir. Açığa çıkan bu gazlar hava kirliliğine neden olmaktadır. Öte yandan tarım arazilerin verimsiz kullanımı, tarım ilaçları ve gübreleme gibi faktörlerin su ve toprakta bozulmalara sebep olduğu görölmektedir. Ayrıca insan nüfusunun artmasıyla birlikte kentlere göçlerin artması, orman tahribatı, aşırı su tüketimi ve evsel atıkların çoğalması da çevre kirliliğı sorunları arasında yer almaktadır (Ukaogo, Ewuzie ve Onwuka, 2020).

2.4.2. Kentleşme

Kentleşme insanların kırsal bölgelerden şehir ve kasabalara doğru hareket etmesiyle ortaya çıkan bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç şehir ve kasabalarda yaşayan insan nüfusunun artmasına yol açmaktadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2023). Kentleşmenin nedenleri arasında bir dizi faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında sanayileşme, iş fırsatları, yüksek kaliteli eğitim ve sağlık hizmetlerine erişim, modern altyapı hizmetleri, teknolojik gelişme, kültürel ve sosyal fırsatlar yer almaktadır (Krainlew, 2018). Ancak kentlerdeki nüfusun artması arazilerin plansız bir şekilde genişlemesine sebep olmaktadır. Arazilerin plansız genişlemesi çarpık kentleşmeye yol açmaktadır. Çarpık kentleşme altyapı yetersizliği, plansız sanayileşme, trafik sıkışıklığı, orman ve tarım alanların yok olması, doğal afet (sel, toprak kayması, çölleşme vb.), işsizlik, yoksulluk, gelir eşitsizliği ve aşırı enerji tüketimine neden olmaktadır. Ayrıca çarpık kentleşme gürültü kirliliği, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, iklim değişikliği ve çevresel tahribat gibi birçok çevresel problemin ortaya çıkmasını tetiklemektedir. Çevresel problemlerinin temel nedenleri arasında fosil yakıtların yanmasına bağlı sera gazlarının artışı, atık yönetimi sorunları, nüfus artışı, ormanların, sulak alanların ve tarım arazilerin yok olması, sanayi tesislerinde kullanılan kimyasal maddeler ve aşırı doğal kaynak tüketimi gibi faktörler yer almaktadır (Günsoy, 2019).

2.4.3. Sanayileşme

Sanayileşme üretim süreçlerini iyileştirerek yeni ve daha yüksek kalitede ürünler sunma sürecini ifade etmektedir. Bu sürecin sanayi devriminden günümüze kadar birçok alanda etkili olduğu görülmektedir. Özellikle imalat sanayii, enerji üretimi, madencilik, tarım, ulaşım, iletişim ve diğer hizmet sektörlerinde, her işçinin elde ettiği değeri artırarak ekonomik verimliliği artırmaktadır. Söz konusu sanayileşme gelişmiş teknoloji ve üretim yöntemleri sayesinde daha fazla değer üretilmesine katkı sağlayarak ülkelerin ekonomik büyüme ve refah seviyelerinin artmasına olanak sağlamaktadır (Lewis, 2004). Ayrıca sanayileşmenin ülkelere ve insanlara sağladığı faydanın yanı sıra çevre üzerinde etkisinin olduğu bilinmektedir (Ross ve Thadaniti, 1995).

Sanayileşme süreci doğal kaynak tükenmesine ve çevre faktörlerinin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Sanayileşmeyle birlikte üretimin genişlemesi daha fazla

ürün üretimini gerektirmektedir. Bu durum hammadde ihtiyacı, enerji tüketimi ve arazi kullanımı gibi faktörleri attırarak doğal kaynak tüketimini hızlandırmaktadır. Sanayileşme sırasında fosil yakıtların yoğun olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan duman ve sera gazları hava kirliliğine yol açmaktadır (Federman ve Levine, 210). Özellikle endüstriyel bölgelerdeki ağır metallerin ve amonyak gibi zehirli kimyasalların sızması su kaynakları için büyük tehdit oluşturmaktadır. Aynı zamanda kanalizasyon, endüstriyel, tarımsal ve elektronik atıklar su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Öte yandan madencilik faaliyetleri, orman tahribatı, depolama alanları ve atıkların yönetiminin eksik olması çevrenin kirlenmesine yol açmaktadır. Sanayileşme sürecinin çevreyi olumsuz etkilemesi birçok tehlikeyi beraberinde getirir; solunum yolu hastalıkları, kalp ve damar hastalıkları, kanser, stres, uyku bozukluğu, işitme kaybı ve hatta ölüme sebep olmaktadır (Ukaogo, Ewuzie ve Onwuka, 2020).

2.5. Çevre Kirliliğinin Uluslararası Boyutu

Çevre kirliliğinin artması küresel düzeyde bir endişe kaynağı oluşturmuştur. Bu endişe çevre kirliliğinin azaltılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla hem ulusal hem de uluslararası düzeyde farklı düzenlemeler, kurallar ve iş birliklerinin oluşmasına yol açmıştır. Bu iş birlikleri kapsamında çevre koruma konusunda uluslararası platformlarda önemli adımlar atılmıştır. Bu adımlar arasında Stockholm Konferansı (1972), Brundtland Raporu (1987), Rio, BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (1992), Kyoto Protokolü (1997), Johannesburg, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (2002) ve Paris İklim Anlaşması (2015) yer almaktadır.

2.5.1. Stockholm Konferansı (1972)

İsveç'in Stockholm şehrinde Birleşmiş Milletler' in öncülüğünde 5 Haziran 1972'de gerçekleştirilen Stockholm Konferansı, çevre sorunlarının uluslararası alanda ilk defa kapsamlı bir şekilde ele alınmasına öncülük etmiştir. Bu konferans, 113 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilmiş ve uluslararası düzeyde çevresel problemlere temel ortak çözümler bulunması için bir platform oluşturma çabasını temsil etmiştir (Handl, 2012). Aynı zamanda hükümetler ve uluslararası kuruluşlar için çevresel eylemlerin yönlendirilmesinde önemli bir rehberlik işlevi görmüştür. Stockholm Konferansı'nda, gelişmekte olan ülkelerdeki çevre sorunlarının az gelişmişlikten, gelişmiş ülkelerdeki

evre problemlerinin ise sanayileşme ve teknolojik ilerlemelerden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin kalkınma hedeflerine ulaşırken evre sürdürülebilirliğini göz önünde bulundurmaları gerektiği vurgulanmıştır. Konferans, uluslararası iş birliğinin ve ortak çözümlerin gerekliliğini de vurgulayarak, evre sorunlarının sadece ulusal değil, küresel bir sorun olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Stockholm Konferansı'nın en önemli sonuçlarından biri, Birleşmiş Milletler evre Programı'nın (UNEP) kurulmasına öncülük etmesidir. UNEP, uluslararası evre koruma çalışmaları için kurumsal bir yapı sağlamış ve küresel çapta evre politikalarının oluşturulmasına katkıda bulunmuştur (Özmehmet, 2008; Aras, 2021).

2.5.2. Brundtland Raporu (1987)

Dünya evre ve Kalkınma Komisyonu, 1987 yılında 20 ülkenin temsilcilerinden oluşan bir grupla Brundtland Raporu'nu hazırlamıştır. Resmi adı "Ortak Geleceğimiz" olan bu rapor, sürdürülebilir kalkınma kavramını uluslararası alanda ilk kez tanımlamıştır (Özmehmet, 2008; Aksu, 2011). Raporda sürdürülebilir kalkınma, "bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılama" olarak vurgulanmıştır (Purvis, Mao ve Robinson, 2019). Brundtland Raporu, ekonomik büyüme ile evre kalitesini koruma arasında denge kurmayı amaçlayan sürdürülebilir kalkınma modelini savunmuştur. Bu model uzun vadeli, doğayla uyumlu ve sürdürülebilir ekonomik gelişmeyi hedefleyerek çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçlara ulaşılabilmesi için kaynakların verimli kullanılması, nüfus politikalarının uygulanması, doğru yatırım tercihlerinin yapılması, sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesi ve yoksullukla mücadele gibi önlemlerin alınması gerektiği ifade edilmiştir (Sezer, 2007). Ayrıca çevrenin, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla bütüncül bir politika olarak benimsenmesi, uluslararası politikaların ve stratejilerin şekillenmesinde önemli bir rehberlik sağlamıştır (Özmehmet, 2008).

2.5.3. Rio, BM evre ve Kalkınma Konferansı (1992)

Haziran 1992'de Brezilya'nın Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler evre ve Kalkınma Konferansı (Rio Konferansı), 178 ülkenin üyelerinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Rio konferansı dünya liderlerini bir araya getirerek uluslararası iş

birliğini teşvik etmiş ve çeşitli küresel stratejilerin belirlenmesine önemli katkı sağlamıştır (Tıraş, 2012). Konferansta üçü uluslararası hukukta bağlayıcı olmayan anlaşmalar (Gündem 21, Rio Bildirgesi ve Orman İlkeleri Bildirgesi) ve ikisi uluslararası hukukta bağlayıcı olan sözleşmeler (İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi) imzalanmıştır. Bu anlaşmalar ve diğer belgeler aracılığıyla ülkeler, ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yönlendirilmesi hususunda taahhütte bulunmuşlardır.

Sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin odak noktasında, insanların doğayla uyumlu, sağlıklı ve üretken bir yaşam sürme hakkı olduğu vurgulanmıştır. Ülkeler ve bireylerin, sürdürülebilir kalkınma için yoksulluğun giderilmesi ve insan gereksinimlerinin daha iyi bir şekilde karşılanması amacıyla iş birliği yapma sorumluluğuna sahip oldukları belirtilmiştir. Ayrıca bilimsel ve teknolojik bilgi alışverişi ile teknolojilerin geliştirilmesi, uyarlanması, yayılması ya da transferi için devletler arası iş birliği önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Annex, 1992). Devletler, bilginin geniş çapta erişilebilir olmasını sağlayarak halkın bilinçlenmesini ve katılımını teşvik etmelidir. Bu teşvik ile birlikte konferans kapsamında sağlanan uluslararası anlayış ve çabalar, çevresel ve ekonomik hedeflerin entegrasyonu adına önemli bir ilerleme olarak değerlendirilmiştir (Özmehmet, 2008).

2.5.4. Kyoto Protokolü (1997)

Kyoto Protokolü, 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde kabul edilen ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında geliştirilen uluslararası bir anlaşmadır. Bu protokol iklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadelede sanayileşmiş ülkeler ve geçiş ekonomisine sahip ülkeler için enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlayan ilk ciddi adım olarak kabul edilmektedir (Karakaya ve Özçağ, 2003). Bu kapsamda ele alınan sera gazları şunlardır: karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC) ve kükürt hekzaflorür (SF₆) (Demir, 2006).

Kyoto Protokolü, ülkeleri sorumluluklarına göre üç grupta sınıflandırmaktadır. Bu gruplar Ek-I, Ek-II ve Ek-I Dışı Taraflar olarak adlandırılmaktadır. Ek-I grubunda bulunan ülkeler, en sanayileşmiş ülkeleri içermekte olup, genellikle OECD ve AB

lkelerinden oluşmaktadır. Ek-1 grubundan yer alan ülkeler 2008-2012 döneminde sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerine göre en az %5 oranında azaltmaktan sorumludurlar (TOBB, 2007). Ek-II ve Ek-I dışı taraf ülkeler sera gazı emisyonlarını azaltmak için gelişmekte olan ülkelere finansman sağlamak ile teknoloji transferi yapmakla ykmldrlere. Aynı zamanda Ek-I dışı taraf ülkelerinin sera gazı emisyonlarını azaltma gibi somut yükümlülükleri yoktur (Kaya, 2020).

Diğer taraftan Kyoto Protokolünün yürürlüğe girebilmesi için, 1990 yılı emisyonlarının en az %55'ini temsil eden en az 55 ülke tarafından onaylanması gerekmektedir. Bu onay için gerekli olan yeterli sayı, Rusya'nın Protokolü imzalamasıyla Kasım 2004'te sağlanmıştır. Rusya'nın protokolü imzalamasıyla Kyoto Protokolü 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Öte yandan Amerika Birleşik Devletleri, Protokolü onaylamamış ve böylece belirlenen emisyon azaltım hedeflerine tabi olmamıştır (etin ve Saygın, 2019).

2.5.5. Johannesburg, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (2002)

Güney Afrika'nın Johannesburg kentinde 26 Ağustos-4 Eylül 2002 tarihleri arasında düzenlenen Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi, uluslararası gündemin merkezine sürdürülebilir kalkınma kavramını yerleştirmiştir. Bu zirve küresel yoksulluğun azaltılması ve çevrenin korunması için uluslararası eylemlere ivme kazandırmayı hedeflemiştir (Nath, 2003). Aynı zamanda Rio'da sunulan Gündem 21 programının etkin bir şekilde uygulanması için somut taahhütler ve hedefler üzerinde odaklanmıştır. Ayrıca evre kalitesi ve sürdürülebilirliğin 1992 Rio Zirvesi'nden sonra daha da kötüleştiği ve Rio Zirvesi'nde belirlenen hedeflere ulaşılamadığı konuları bu zirvede ele alınmıştır (Carr ve Norman, 2008).

Johannesburg Zirvesi, Rio'da gerçekleştirilmeyen bu hedeflerin hızlandırılması için önemli öneriler sunmaktadır. Bu çerçevede zirvenin en önemli kararlarından biri olan Johannesburg Uygulama Planı, sürdürülebilir kalkınma için hükümetler arası taahhütleri ve yönlendirmeleri belirleyen siyasi bir bildiri niteliğindedir. Johannesburg Uygulama Planı müzakereye kapalı olup hukuki bağlayıcılığı bulunmamaktadır. Benzer şekilde Sürdürülebilir Kalkınma için Ortaklıklar hükümetler, sanayi ve sivil toplum arasındaki gönüllü ve bağlayıcı olmayan iş birliklerini kapsamaktadır (Hens ve Nath, 2005). Eleştirel

bakış açılarına göre, bu tür ortaklıklar hükümetleri somut eylemlere zorlamadan sonuçlar elde etmeye çalışabilir ve iş sektörünün aşırı etkisine yol açabilir. Ancak Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI), bu tür ortaklıkları sürdürülebilir kalkınma için yenilikçi çözümler olarak değerlendirmektedir (Von Frantzius, 2004).

2.5.6. Paris İklim Anlaşması (2015)

Paris İklim Anlaşması, 12 Aralık 2015 tarihinde Fransa'nın Paris kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nda (COP21) kabul edilmiş ve 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir. Bu anlaşma uluslararası iş birliğini güçlendirerek iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Christoff, 2018). Paris İklim Anlaşması, tüm tarafların küresel sera gazı emisyonlarını belirli bir seviyede azaltmalarını ve küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelerin 2°C altında tutmayı hedeflemiştir. Ayrıca mümkünse küresel sıcaklık artışını 1.5°C ile sınırlamayı amaçlamıştır. Anlaşma, iklim değişikliğinden kaynaklanan riskleri ve olumsuz etkileri önemli ölçüde azaltmayı taahhüt etmiştir (Başkaya, 2020). Bu doğrultuda, anlaşmada yer alan tarafların kendi yerel koşullarına uygun olarak belirledikleri çabaları ve bu çabaların düzenli olarak güncellenmesini sağlamalarını öngörmüştür. Ayrıca yerel çabalar sadece sera gazı emisyonlarını azaltma hedeflerini değil, aynı zamanda iklim değişikliğine uyum sağlama stratejilerini de içermektedir (Dimitrov, 2016).

Diğer taraftan Paris İklim Anlaşması, gelişmekte olan ülkelere iklim finansmanı sağlanması yoluyla dayanıklılığı artırmayı ve uyum sağlama kapasitelerini geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu hedef kapsamında gelişmiş ülkeler, finansman, teknolojik destek ve kapasite iyileştirme konularında yardım sağlama taahhüdünde bulunmuş ve bu taahhütleri düzenli olarak raporlama kararına varmışlardır. (Çetin ve Saygın, 2019). Son olarak Paris İklim Anlaşması'nın amaçlarını ve uzun vadeli hedeflerini gerçekleştirmek için kolektif ilerlemeyi periyodik olarak değerlendirmek amacıyla her beş yılda bir Küresel Durum Değerlendirmesi yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Kaya, 2020).

2.6. Çevre Ekonomisi Alanında Kullanılan Modeller

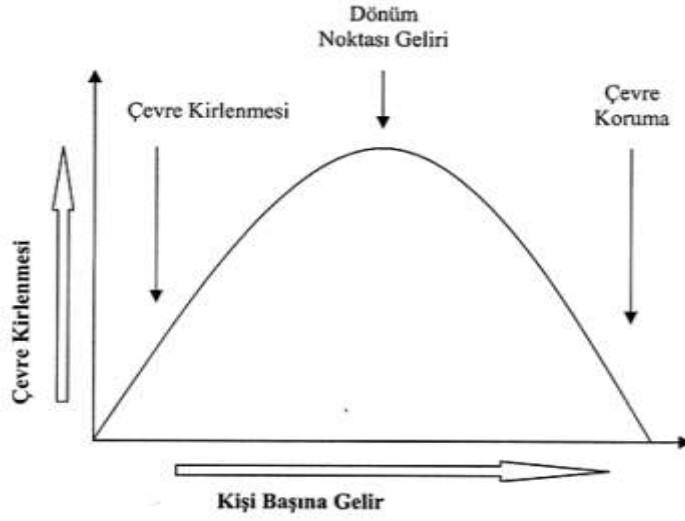
Çevre ekonomisi alanında kullanılan modeller, çevresel etkilerin anlaşılması ve sürdürülebilir politikaların geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Nüfus artışları ve doğal kaynakların kullanımı gibi faktörler, ülkelerde çevresel baskılar

oluştururken, bu modeller çevresel politikaların etkinliğini değerlendirmede öncü bir rol oynamaktadır. Bu modeller ayrıca çevresel değişkenlerin ekonomik faaliyetlerle etkileşimini inceleyerek, bu etkileşimlerin ekonomik, sosyal ve çevresel sonuçlarını anlamamıza katkı sağlar. Literatürde, çevresel etkileri ve politikaların etkinliğini ölçmek amacıyla farklı modeller geliştirilmiştir.

2.6.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Modeli

Simon Kuznets 1950'lerde ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişki hakkında önemli bir hipotez ortaya koymuştur. Kuznets'in hipotezi, ekonomik büyüme sürecinde gelir eşitsizliğinin kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) ile ters-U şeklinde bir ilişki sergilediğini ifade etmektedir (Metin ve Saygın, 2019). Başka bir deyişle, bu hipoteze göre ekonomik büyümenin başlangıç aşamalarında kişi başına düşen GSYİH arttıkça gelir eşitsizliği de artma eğilimi göstermektedir. Aynı zamanda kişi başına düşen GSYİH belirli bir dönüm noktasına ulaştığında, gelir eşitsizliğinde bir azalma meydana geleceğini savunmuştur (Kubar ve Kıl, 2022).

Daha sonraki yıllarda dünya genelinde çevre kalitesinin kötüleşmesi toplumlarda büyük endişe yaratmıştır. Çevre kirliliğinin artması kamuoyunun çevre sorunlarına artan farkındalığını ve kaygılarını hızlandırmıştır. Bu doğrultuda ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkileri 1990'lı yıllardan itibaren ekonomistler tarafından yoğun bir şekilde tartışılmıştır (Naghiyev, 2023). Grossman ve Krueger (1991), Kuznets Eğrisini çevresel bağlamda yeniden değerlendirerek, kişi başına düşen GSYİH ile çevre arasındaki ilişkiyi detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Çalışmaları kirlilik emisyonlarının belirli bir gelir düzeyine ulaşana kadar arttığını, ancak dönüm noktasından sonra gelirin artmasıyla birlikte çevresel bozulmanın azalmaya başladığını ortaya koymuştur (Stern, 2004). Bu ilişkiyi ters-U şeklinde bir eğri olarak göstermişlerdir. Bu kapsamda Panayotou (1993) tarafından ilk kez Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi olarak ifade edilmiştir (Karaca, 2012). Şekil 1.1'de ÇKE'ye yer verilmiştir.



Şekil 1.1: Çevresel Kuznets Eğrisi

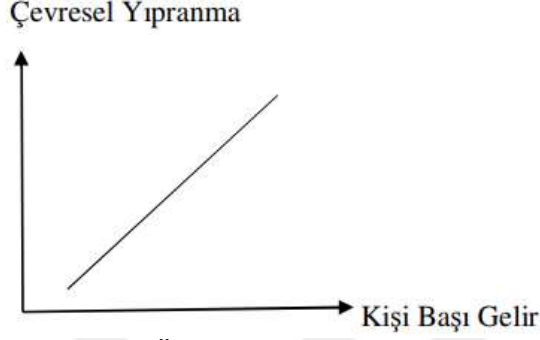
Kaynak: Yandle, Bhattacharai ve Vijayaraghavan, (2004)

Ekonomik büyüme sürecinin ilk aşamasında, tarımsal üretimden endüstriyel üretime geçiş, çevre kirliliğinin artmasına neden olmuştur. Ancak endüstriyel üretimden bilgi, hizmet ve teknoloji kullanımının yoğunlaştırılması ile çevresel düzenlemelerin etkin bir biçimde uygulanması, çevre kirliliğinin azalmasına katkı sağlamıştır. Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) çerçevesinde, kişi başına düşen gelir belirli bir eşik seviyesini aştığında (dönüm noktasında), çevre kirliliğinin aşamalı olarak azaldığı gözlemlenmiştir (Arrow ve diğerleri, 1995). Panayotou, kişi başına gelir ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi üç etki aşamasını baz alarak incelemiştir. Bu etkiler ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknik etki olarak adlandırılmaktadır.

2.6.1.1. Ölçek Etkisi

Ölçek etkisi, ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkilerini açıklamak için kullanılan bir kavramdır. Endüstrileşmenin ilk evrelerinde ekonomik büyüme ile birlikte üretim kapasitesi genişlemiştir. Bu genişleme, üretim miktarının artmasına ve daha fazla girdi kullanımına katkı sağlamıştır. Artan girdi kullanımı doğal kaynaklara olan talebi artırmış ve dolayısıyla doğal kaynakların yoğun bir şekilde tüketilmesine ve enerji kullanımının artmasına yol açmıştır. Bu artış ise toksik maddelerin ve sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmuştur. Toksik maddelerin ve sera gazı emisyonlarının artışı, doğal ekosistemlerin zarar görmesine yol açarken çevre kalitesinin de bozulmasına neden olmuştur (Grossman ve Krueger, 1991). Özetle üretim ölçeğindeki genişleme, kişi

başına düşen gelir artışı ile birlikte çevresel bozulmalara neden olmakta ve bu durum ölçek etkisi olarak ifade edilmektedir (Erdoğan, Türköz ve Görüş,2015). Şekil 1.2'de ölçek etkisi gösterilmektedir.

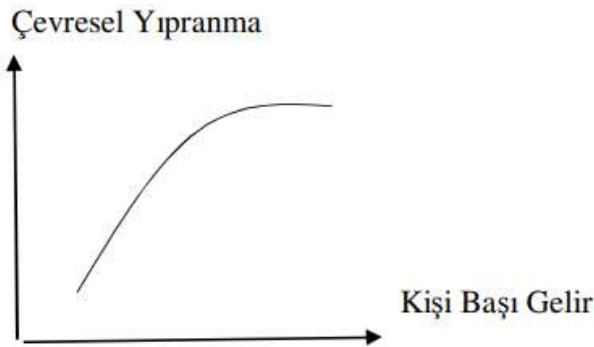


Şekil 1.2: Ölçek Etkisi

Kaynak: Everett, Ishwaran, Ansaloni ve Rubin (2010)

2.6.1.2. Kompozisyon Etkisi

Kompozisyon etkisi, ekonominin gelişimi sürecinde endüstriyel üretimden bilgi yoğun ve hizmet sektörlerine geçişi ifade eder. Bu geçiş aşamasında üretimde süreçlerinde yaşanan yapısal değişim ve dönüşümler, artan beşerî sermaye kullanımıyla birlikte fiziksel sermayenin önemini azaltmıştır. Öte yandan üretim süreçlerindeki yapısal değişim ve dönüşüm doğal kaynak kullanımında düşüslere yol açmıştır. Ayrıca gelişmişlik düzeyi yüksek ülkeler, endüstrileşme süreçlerini tamamladıkça çevresel farkındalıklarını artırmakta ve doğal kaynaklara olan taleplerini azaltmaktadır. Bu azalış çevre kalitesindeki bozulmalarda ve kirlilik düzeyinde bir düşüş yaşanmasına katkı sağlamaktadır (Başar ve Temurlenk, 2007). Şekil 1.3'te kompozisyon etkisi gösterilmiştir.

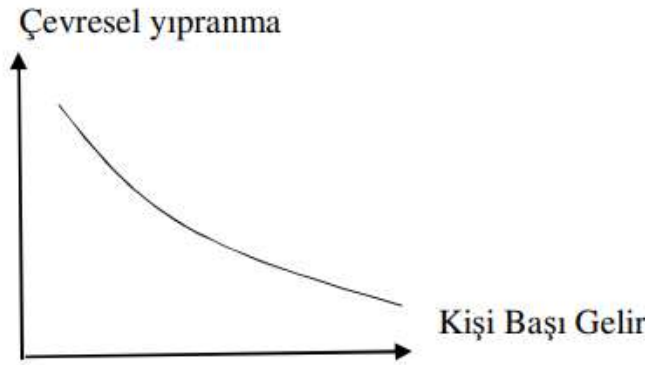


Şekil 1.3: Kompozisyon Etkisi

Kaynak: Everett, Ishwaran, Ansaloni ve Rubin (2010)

2.6.1.3. Teknik Etki

Teknik etki ekonomik büyümenin hız kazandığı ülkelerde yapısal değişim ve dönüşüm süreçlerinin tamamlanmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu süreçlerin tamamlanmasıyla AR-GE harcamalarına kaynak ayrılarak teknolojinin gelişmesi desteklenir ve sermaye-bilgi yoğun sektörlerin gelişimi hızlanmaktadır. Gelişimdeki bu hızlanma daha az girdiyle daha fazla çıktı elde edilmesini sağlayarak gelir düzeyinde artışlara ve çevre dostu verimliliği yüksek teknolojilerin kullanımının yaygınlaşmasına olanak tanımaktadır. Dolayısıyla teknolojik gelişmeler doğal kaynak kullanımını azaltarak enerji tüketimini düşürmekte ve böylece emisyon miktarını azaltarak çevresel bozulmayı önlemektedir (Dinda, 2004; Sarkodie ve Strezov, 2018). Şekil 1.4'te teknik etki verilmiştir.



Şekil 1.4: Teknik Etki

Kaynak: Everett, Ishwaran, Ansaloni ve Rubin (2010)

2.6.2. STIRPAT Modeli

İnsan faaliyetlerinin küresel çevre üzerindeki etkileri giderek artan bir endişe kaynağı haline gelmektedir. İnsan kaynaklı çevresel etkilerin temel faktörlerini analiz etmek amacıyla 1970'lerin başlarında Ehrlich ve Holden tarafından IPAT modeli geliştirilmiştir. Bu model çevreyi etkileyen tüm faktörleri nüfus büyüklüğü, teknoloji ve kişi başına düşen tüketim veya üretim (refah) bileşenleri olarak ele almaktadır. Aynı zamanda IPAT modeline göre her bir bileşendeki artış veya azalışlar çevresel etkilerde benzer derecede artış veya azalışa sebep olmaktadır (Ehrlich ve Holden, 1972).

Öte yandan, IPAT modeli teknoloji bileşeninin çevresel etkilere doğrudan katkısını test etme konusunda kısıtlıdır. Bu kısıtlama teknoloji bileşeninin genellikle

incelenen çevresel etkilerin nüfus büyüklüğü ve refah faktörleri ile nasıl ilişkili olduğunu göstermek için bu iki faktöre bölünerek türetilmesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla IPAT modeli, teknolojinin çevresel etkilere doğrudan katkısını değil, teknolojinin nüfus ve refah gibi diğer faktörlerle birlikte nasıl değiştiğini ve bu değişimin çevresel etkileri nasıl etkilediğini araştırmaya odaklanmaktadır (Wei, 2011).

Daha sonra Dietz ve Rosa, 1994 ve 1997 yıllarında IPAT modelini değiştirerek insan kaynaklı faktörlerin çevresel etkilerini istatistiksel olarak test etmeyi mümkün kılan bir model geliştirmişlerdir. STIRPAT modeli, çevresel etkileri açıklayan nüfus, refah ve teknoloji bileşenleri arasındaki ilişkiyi sürdürken IPAT modelinin bazı kısıtlamalarını gidermek amacıyla tasarlanmıştır. Dietz ve Rosa (1994) tarafından tasarlanan bu yenilikçi rastgele etkiler regresyon modeline STIRPAT adı verilmiştir (Dietz ve Rosa, 1994). STIRPAT modelinin iki temel hedefi bulunmaktadır. Bu hedefler, ana bileşenler temelinde çevresel etkilerin tahmin edilmesi ve STIRPAT modelindeki katsayılar aracılığıyla neden-sonuç ilişkilerinin öngörülmesi olarak ifade edilmektedir. STIRPART modelindeki katsayılar, bir bileşenin yüzde birlik bir değişim gösterdiğinde çevresel etkilerdeki yüzde değişimini belirtmekte olup, literatürde genellikle "ekolojik esneklik" olarak adlandırılmaktadır (York, Rosa ve Dietz, 2003).

Ardından York ve diğerleri (2003), STIRPAT modelindeki artık bileşenin teknoloji olarak adlandırılabilirliğini öne sürmüşlerdir. Bu teknoloji bileşeninin, nüfus ve refah dışındaki diğer tüm faktörleri kapsadığını ifade etmişlerdir. Bu kapsamda teknoloji bileşeninin her bir üretim birimi için çevresel etkileri nasıl değiştirdiğini analiz etmenin, STIRPAT modeline ek bileşenler dahil edilerek mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, York ve diğerleri (2003), teknoloji bileşeninin modelde zaten mevcut olan bileşenlerin ekolojik esneklik (EE) tahminlerini nasıl etkileyebileceği konusunda net bir açıklama sunmamışlardır (York, Rosa ve Dietz, 2003; Wei, 2011).

2.6.3. POET Modeli

Duncan tarafından 1959 yılında geliştirilen POET modeli, diğer adıyla Ekolojik Kompleks, sosyal ve çevresel değişimlerin insan gelişimi ve yaşamı üzerindeki etkisini anlamak için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu model nüfus, toplumsal örgütlenme, çevre ve teknoloji gibi sosyal ve çevresel faktörlerle yakından ilişkili bileşenlerin

etkileşimini ayrıntılı bir şekilde incelemektedir (Duncan, 1959). Duncan, POET modelindeki her bir bileşenin farklı işlevler üstlendiğini ifade ederken, aynı zamanda bu bileşenlerin birbirleriyle karmaşık bir etkileşim içinde olduğunu ve insan toplumları üzerinde tek başına değil, bir ağ olarak etki gösterdiklerini belirtmektedir (Scarrow ve Crenshaw, 2015).

POET modelinde nüfus, bir ekosistemdeki organizmaların sayısının kaynaklara olan gereksinimini etkileyen temel bir bileşen olarak değerlendirilmektedir. Nüfus yoğunlaştıkça, sosyal örgütlenme ve teknoloji bileşenleri, ekonomik faaliyetleri değiştirme ve yenilik yapma amacıyla bu yoğunluğa yanıt vermektedir. Bu yanıt kaynak kullanımında verimliliği genişletirken, ekolojik ayak izinin de artmasına yol açmaktadır. (Crenshaw ve Robison, 2010). Aynı zamanda sosyal ve fiziksel çevreler POET modelinin son kısmında yer almaktadır. Bu doğrultuda POET modeli küresel sosyal çevrenin enerji tüketimi ve verimliliği üzerindeki etkilerini açıklamaktadır. Özellikle POET modeline göre gelişmiş ülkelerde kaynak tüketiminde görülen gelişmeler çoğunlukla ağır sanayi ve kirliliğin ihracat yoluyla gelişmekte olan ülkelere taşınmasıyla elde edilmektedir (Cole, 2004).

3. Enerji ve Enerji Yoğunluğu

Enerji ekonomik faaliyetlerin ve insan refahının sürdürülmesi için temel bir öneme sahiptir. Sanayi devriminden bu yana, enerji kaynaklarına olan talep sürekli bir artış göstermiştir ve günümüzde de bu eğilim devam etmektedir. Bu eğilim, enerjinin ekonomik üretim süreçlerinde vazgeçilmez bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Özellikle petrol ve kömür gibi fosil yakıtlara dayalı enerji tüketimi, sanayi tesislerinin işletilmesinden binaların ısıtılmasına ve ulaşım sistemlerinin işletilmesine kadar çeşitli ekonomik faaliyetlerin temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla, enerjiye erişim ve etkin kullanımının, bir ülkenin ekonomik performansını ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma kapasitesini doğrudan etkilemektedir (Yılmaz, 2021; Waheed, Sarwar ve Wei, 2019).

3.1. Enerji Kavramının Tanımı ve Önemi

Enerji kelimesi ‘iş içinde’ ve ‘iş içeriği’ anlamına gelen Yunanca ‘en-ergon’ kelimesinden gelmektedir. İş, güç ve dinamizm üretmek için kullanılan enerji, fizik

biliminde iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanırken, ekonomi biliminde ise tüm temel malzemeler, doğal kaynaklar ve malları ifade etmektedir. Ülkelerin ekonomik kalkınmalarında en temel girdi olan enerji, ısı, ışık, elektrik, kimyasal ve ses enerjisi gibi farklı formlarda karşımıza çıkmaktadır (Field, 2012).

Enerji türleri genel olarak potansiyel, kinetik ve mekanik enerji olarak üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bir nesnenin konumu ve şeklinden kaynaklanan enerji potansiyel enerji olarak adlandırılırken; hareket etmesinden dolayı sahip olduğu enerjiye kinetik enerji denilmektedir. Hareket eden veya hareket etme potansiyeline sahip nesnelerin bileşimi ise mekanik enerji olarak tanımlanmaktadır (Doğanay ve Çoşkun, 2020).

Enerji tarih öncesi dönemlerden günümüze kadar insanın gelişimi için önemli bir faktör olmuştur. Tarih öncesi dönemlerde avcılık, toplayıcılık gibi faaliyetler ile uğraşan insan ilk enerjiyi, temel besin kaynaklarını korumak, yaşamlarını iyileştirmek gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak için kas gücünden yararlanarak kullanmıştır (Bokor, 2013). Ateşin keşfedilerek kullanılmaya başlanmasıyla enerji, insan için temel kaynak haline gelmiştir. İnsan, ateşin kontrolü ve kullanımda ustalaştığında, ısı enerjisinin getirmiş olduğu kimyasal dönüşümden yararlanarak, yemek pişirme, ısıtma, bronz ve demir gibi metalleri çıkarmakta gelişmiştir. Tarımın gelişmesi yük hayvanlarının evcilleştirmesiyle ortaya çıkan mekanik enerjinin kullanılmasına öncülük etmiştir (Smil, 2004). Kömür madenciliğinin gelişmesiyle, yüksek enerji yoğunluklu ve üstün kaliteye sahip kömür kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişme James Watt'ın 1769'da buhar makinesini icat etmesine öncülük etmiştir. Ayrıca 1875 yılında Fransa, dünyanın ilk kömürle çalışan santralini inşa etmiştir. Bunların sonucunda enerji devrimi gerçekleşmiştir. Ülkelerin gelişmesi ve refah seviyelerinin artmasıyla önemli bir unsur haline gelen enerji, sadece ekonomik faktör olmaktan çıkmış, diploması, hukuk ve jeopolitik gibi alanlarda da önem kazanmıştır (Yılmaz, 2019).

3.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji kaynakları kullanışlarına ve dönüşebilirliklerine göre iki kategoride incelenmektedir. İlk kategori olarak kullanışlarına göre yenilemez ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılmaktadır. Yenilemeyen enerji kaynakları doğadan kendiliğinden

oluşan ve tükenme tehdidi ile karşı karşıya olan enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji, doğadan gelen ve sürekli yenilenen enerji olarak tanımlanmaktadır. Ek olarak kullanışlarına göre ayrılan yenilemez ve yenilebilir enerji kaynakları birincil enerji kaynakları olarak da bilinmektedir. İkinci olarak da dönüşebilirlik özelliklerine göre birincil enerji kaynaklarına ve ikincil enerji kaynaklarına ayrılmaktadırlar. Birincil enerji kaynakları, doğada bulunan ve depolanan enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Birincil enerji kaynaklarının diğer enerji biçimlerine dönüştürülmesiyle ikincil enerji kaynakları ortaya çıkmaktadır (Koç ve Kaya, 2015).

3.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Doğada var olan enerji kaynaklarından depolanan enerjiye birincil enerji kaynakları denilmektedir. Birincil enerji kaynaklarının başında kömür, petrol, doğal gaz, nükleer yakıtlar ve biyokütle enerjisi gelmektedir. Genellikle birincil enerji kaynakları direkt kullanılmamakta önemli bir dönüşümden geçerek ikincil enerji kaynakları olarak değerlendirilmektedir (Goldemberg, 2012). Birincil enerji kaynakları yenilemez ve yenilebilir enerji şeklinde iki sınıfta incelenebilmektedir.

3.2.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Milyonlarca yıl önce doğada yaşamış hayvan ve bitki kalıntılarından meydana gelen ve yüksek karbon içeren karışımlara yenilenemez enerji kaynakları denilmektedir. Bu enerji kaynakları fosil yakıt olarak adlandırılmaktadır. Fosil yakıtlar, kömür, petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Ayrıca fosil yakıtlar CO₂ emisyonlarını serbest bırakarak asit yağmurlarına ve küresel ısınmaya neden olmaktadır (Bowden ve Rob: 2015).

3.2.1.1.1. Fosil Kökenli Enerji Kaynakları

Fosil yakıtlar milyonlarca yıl önce gömülmüş bitki, hayvan kalıntıları gibi organik maddelerin yüksek basınç ve sıcaklığa maruz kalmasıyla meydana gelen hidrokarbon açısından zengin yakıtlar olarak tanımlanmaktadır. Fosil yakıtlar üç ana türe ayrılmaktadır. Bunlar; kömür, petrol ve doğal gaz olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlara fosil kökenli enerji kaynakları da denilebilmektedir. Bu enerji kaynakları ulaşım, ısınma, elektrik üretimi gibi birçok şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca fosil kökenli enerji

kaynaklarının yer altı rezervuarlarından çıkarılması, arıtılması ve kullanımı, habitat tahribatına, iklim değişikliğine, hava kirliliğine neden olan sera gazı emisyonlarının atmosfere salınımına neden olmaktadır.

3.2.1.1.1. Kömür

Kömür, milyonlarca yıl önce bitki kalıntılarında meydana gelen yanıcı gazlar ve karbon içeren siyah tortul kayalar olarak tanımlanmaktadır. Kömürün, yakıt olarak kullanımı antik Çin’de en az 3000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Daha sonra kömür, 17. yy’da Avrupa’da kullanılırken, 18. yüzyılın sonlarına doğru ABD’de kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi devrimi ile birlikte ulaşım ve imalatta kullanılmaya başlanan kömür, buhar makinelerinin geliştirilmesinde önemli bir enerji kaynağı haline gelmiştir. 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında ise sanayileşmiş ülkelerin birincil enerji kaynağı olarak kömür kullanılmaya başlanmıştır. Günümüz dünyasında kömür, termik santrallerde elektrik enerjisi üretimi, demir-çelik ve çimento imalatı gibi çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır (Curley, 2012).

3.2.1.1.2. Petrol

Petrol latince kaya yağı anlamına gelen Petra (kaya) ve Oleum (yağ) kelimelerinden türetilmiştir. Petrol, katı, sıvı, gaz hidrokarbonların ve diğer organik bileşiklerin karışımından oluşan yanıcı bir sıvı olarak tanımlanmaktadır. Petrol günümüzde yeraltı ve denizaltında rezervuarlarından sondaj yapıları ile yeryüzüne çıkarılmaktadır. Çıkarılan petrol yakıt olarak kullanılmak için birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Bunlar; ulaşım (benzin, dizel ve jet yakıtı), ısıtma (kalorifer yakıtı), elektrik üretimi (termik santrallerde), kimyasal üretimini (plastik, boya ve gübre) olarak sınıflandırılmaktadır (Birleşmiş Milletler Çevre Programı, 2022).

3.2.1.1.3. Doğal Gaz

Doğal gaz, hidrokarbon atomları ve farklı bileşenlerin (metan, etan, propan ve bütan) karışımından oluşan fosil kökenli enerji kaynağı olarak tasvir edilmektedir. Ağırlıklı olarak metan bileşeni içeren, renksiz ve kokusuz olan doğal gaz yeraltı rezervuarlarından sondaj ile çıkarılmaktadır. Ayrıca doğal gaz birçok alanda çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlar arasında; ısıtma, kimyasal üretim (amonyak ve nitrik asit), gübre üretimi, yakıt olarak ve elektrik enerjisi üretimi bulunmaktadır (Mokhatab, Poe ve

Speight, 2018). Doğal gaz öteki fosil kaynaklarına göre daha çevre dostu bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bunun nedeni içerisinde bulunan kükürdioksit, nitroz oksit ve karbondioksit emisyonlarının diğerlerine göre daha düşük düzeylerde olmasından kaynaklanmaktadır (Bhatia ve Gupta, 2018).

3.2.1.1.2. Nükleer Enerji

Radyoaktif atomların parçalanması ve birleşmesiyle ortaya çıkan enerji açığı nükleer enerji olarak tanımlanmaktadır. Ağır radyoaktif (uranyum, plütoryum, toryum) atomlarının, parçalanmasıyla ortaya çıkan enerji açığına nükleer fisyon, hafif radyoaktif atomların birleşmesiyle ortaya çıkan enerji açığına da nükleer füzyon denilmektedir. Genellikle nükleer enerji, nükleer füzyon ile elektrik enerjisine çevrilmektedir. Nükleer fisyon sırasında uranyum atomlarının nötron tarafından parçalanmasıyla daha çok nötron ortaya çıkmaktadır. Sürekli olarak tekrar eden bu duruma nükleer zincirleme reaksiyonu denilmektedir (Amerika Birleşik Devleti Enerji Bilgi Dairesi, 2022). Bu reaksiyon sırasında ortaya çıkan enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek için nükleer reaktörler kullanılmaktadır. Nükleer reaktörlerin, nükleer enerjiyi, elektrik enerjisine çevirmesi, nükleer santral denilen tesislerde gerçekleşmektedir.

Dünya’da sadece 32 ülkede 400’den fazla nükleer santral bulunmaktadır. En çok nükleer enerji üretimi ise ABD’de gerçekleşmektedir. Arkasından Fransa, Çin, Rusya, Güney Kore gibi gelişmiş ekonomiler gelmektedir. Aynı zamanda nükleer enerji gelişmiş ekonomilerin toplam enerji üretiminin %18’ini oluşturmaktadır. Ayrıca bu enerji küresel enerji ihtiyacının %10’unu kapsamaktadır (UEA, 2019).

3.2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Ekonomiler geliştikçe enerjiye olan talep artmaktadır. Sürekli artan enerji talebini karşılayacak enerji kaynaklarının yetersiz kalması, alternatif enerji kaynakları bulma ve geliştirmeyi beraberinde getirmektedir. Bununla beraber enerji arzındaki güvensizlikler, geleneksel enerji kaynağı olan fosil yakıtların karbondioksit salınımı artırarak çevreye ve insana verdiği zararlar yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi hızlandırmaktadır (Timmons vd., 2014).

Yenilenebilir enerji, doğadan gelen, doğal süreçler ile devamlı olarak yenilebilen sınırsız denilebilecek kadar çok olan ancak birim zamana mevcut enerji bakımından sınır

olan kaynaklara denilmektedir. Başlıca yenilemeyebilir enerji kaynakları yedi türden oluşmaktadır. Bu kaynaklar; güneş, jeotermal, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle, okyanus ve gel-git enerji olarak sınıflandırılmaktadır (EBİ, 2021).

3.2.1.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi Dünya'dan yaklaşık 150.000.000 km uzaklıkta olan güneşin çekirdeğinde üretilmektedir. Güneşteki yoğun ısı, hidrojen atomlarının parçalanmasına ve helyum atomlarının bir araya gelmesine neden olmaktadır. Bu süreç Nükleer füzyon olarak da adlandırılmaktadır. Ayrıca nükleer füzyon sonucunda kütle kaybı meydana gelmektedir. Kaybedilen kütle uzaya yayılır ve yüzde bir oranından daha düşük enerji yeryüzüne ulaşarak dünyanın tüm enerji ihtiyacını karşılamaktadır (Saratraju ve Venuprasad, 2000).

Güneş enerjisi temiz, ucuz ve doğadan bol miktarda sürekli bulunan yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. İnsanlar, ısınmak, tahılları, etleri ve balıkları kurutmak, korumak ve depolamak için güneş enerjisinden yararlanmaktadırlar. Bunun yanında ülkeler ve firmalar verimlilikleri arttırmak ve tasarruf sağlamak için düşük maliyetli sürdürülebilir kaynak olan güneş enerjisine yatırım yapmaktadırlar. Güneş enerjisi teknolojilerinden ısınma, aydınlatma, elektrik ve yakıt olarak da yararlanılmaktadır. Ayrıca güneş enerjisi teknolojileri, güneş ışığını fotovoltaik güneş enerjisi pilleri ya da güneş termal enerjisiyle elektrik enerjisine dönüştürmektedir (Bowden ve Rob, 2015). Yarı iletken veya Güneş PV hücreleri olarak bilenen güneş enerjisi teknolojileri, güneş ışınlarını tutarak elektrik enerjisine çevirmesine fotovoltaik güneş enerjisi pilleri denilmektedir. Güneş termal enerjisi ise güneşten gelen ışığı ısıya dönüştürerek, elektrik enerjisi üretmek veya su ısıtmak gibi birçok amaç için kullanılmaktadır (Avustralya Yenilenebilir Enerji Ajansı, 2022).

3.2.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Güneşin atmosferi eşit olmayan bir şekilde ısıtmasıyla oluşan hava akımına rüzgâr enerjisi denilmektedir. Rüzgâr enerjisi, kara, deniz ve tatlı suda bulunan rüzgârı oluşturan havanın akımının sağladığı kinetik enerjiden oluşmaktadır. Aynı zamanda bu enerjinin bir kısmı mekanik enerji ve elektrik enerjisine çevrilebilmektedir. Ayrıca rüzgâr enerjisi

doğada bol bulunan, sürdürülebilir temiz bir enerji kaynağı olarak da tanımlanmaktadır (Tong, 2010).

Rüzgâr enerjisinin eski çağlardan beri insanlar tarafından denizcilikte gemilere yön vermek, yel değirmenleriyle tahıl öğütmek ve su pompalamak için kullanıldığı görülmektedir. Bu enerji sanayi devri ile yerini fosil yakıtlara bırakmıştır. 1970'lerin başlarında gerçekleşen petrol krizi ile ortaya çıkan petrol ve enerji kıtlığı sonucunda dünya çapında rüzgâr enerjisine olan ilgi yeniden artmıştır. Bununla beraber rüzgâr enerjisi teknolojilerin geliştirilmesiyle yeni rüzgâr tribünleri ve modern rüzgar çiftlikleri kurulmuştur (Woll, 2006).

3.2.1.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal terimi Yunanca geo (yer) ve therme (ısı) kavramlarından türetilmektedir. Jeotermal enerji yer kabuğunun içindeki yoğun ısıdan gelen doğal termal enerji rezervuarları ile ulaşılan yenilenebilir enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Centore, 2015). Dünya çekirdeğindeki tüm kayalarda meydana gelen küçük miktardaki radyoaktif parçacıkların bozulmasıyla sürekli olarak üretilen ısı ile de jeotermal enerji ortaya çıkmaktadır (Prajati vd., 2022).

Jeotermal enerji kaynaklarının kullanımı üç ana kategori ile gerçekleşmektedir. Bunlar; doğrudan kullanım, ısı pompaları ve elektrik üretimi olarak sınıflandırılmaktadır (Nrel, 2023). Jeotermal enerjiden doğrudan ve ısı pompaları ile faydalanmak için yeryüzüne birkaç fit uzaklıkta bulunan, 50 ile 60°F (10 ile 15°C) sıcaklığı arasında olan jeotermal rezervuardan çıkan sıcak su kullanılmaktadır. Doğrudan kullanım ve ısı pompaları; binaları ve seraları ısıtmak, yemek pişirmek, ısınmak, su ürünleri yetiştirmek, yollardaki karları eritmek gibi kullanımları bulunurken, kaplıcalar ve çeşitli endüstrilerde birçok amaca hizmet etmektedir (Centore, 2015). Jeotermal enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilmesi için sıcaklığın 300° ile 700°F (148° ile 371°C) arasında olması gerekmektedir (EBİ, 2022).

Jeotermal Enerji'den deneysel olarak elektrik enerji üretimi ilk kez 1904 yılında İtalya'da başlatılmış ve ilk ticari jeotermal enerji santrali de 1913 yılında İtalya'nın Larderello kentinde kurulmuştur. İtalya'dan sonra elektrik enerjisi üretimi için 1919 yılında Japonya, 1921'de ABD, 1958'de Yeni Zelanda'nın faaliyete geçtiği

görülmektedir (Soltani vd., 2019). Günümüzde Jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üreten en büyük ülke ABD'dir. Peşinden 14 milyar kilowatt saat (kWh) elektrik enerjisi üretimiyle Endonezya gelmektedir (EBİ, 2022). Jeotermal enerji, İzlanda, El Salvador ve Yeni Zelanda gibi ülkelerinin enerji ihtiyacını karşılarken, Kenya, Filipinler vb. ülkelerin ısıtma ihtiyacının yaklaşık %90'ını karşılamaktadır (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı, 2022).

3.2.1.2.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, dünya üzerinde bulunan ağaç, hayvan atıkları ve bitkiler gibi tüm organik maddelerden üretilen enerji olarak tanımlanmaktadır. En yaygın biyokütle içeren maddeler; ağaç, tarımsal mahsuller ve hayvan gübresi vb. atıklardan oluşmaktadır. Biyokütle enerjisini ortaya çıkarmak için doğrudan yanma veya farklı biyoyakıt türlerinin dolaylı olarak dönüştürülmesi gerekmektedir. Biyokütle enerjisini ortaya çıkarmak için kullanılan yöntemler; kimyasal, termal ve fiziksel olarak sınıflandırılmaktadır. Biyokütle enerjisi en yaygın olarak bitkilerin yapmış olduğu fotosentez sırasında güneş ışınlarının kimyasal enerjiye dönüşerek toplanması ve depolanmasıyla gerçekleşmektedir. Biyokütlenin termal enerjiye dönüşümüyle, enerji içeriği yüksek katı, sıvı ve gaz yakıtlar üretilmektedir. Fiziksel dönüşümde ise odun, kereste atıkları, odunsu bitkiler, hayvan ve insan gübresi kullanılmaktadır. Bunun sonucunda ise yemek pişirme ve ısınma gibi doğrudan yanma yöntemiyle biyokütle enerjisine dönüşmektedir.

İnsanlığın ateşi keşfetmesiyle fosil yakıtlarının kullanılmaya başlandığı sanayi devrimine kadar biyokütle enerjisi en önemli enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Sanayi devrimi ile kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar biyokütle enerjisinin yerini almıştır. Fakat biyokütle enerjisi hala dünya enerji arzının %6'sını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ise %55'ini oluşturmaktadır (UEA, 2022). Dünya nüfusunun önemli bir kesimi günümüzde de yemek pişirmek ve ısınma için biyokütle enerjisi kullandığından önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Ayrıca fosil yakıtlar ile karşılaştırıldığında sürdürülebilir şekilde üretilmesi, çevreye olumlu etkisi, depolanması ve kolay taşınır olmasıyla gelecekteki küresel enerji arzında önemli bir rol oynayacağı tahmin edilmektedir (Herzog vd., 2001).

3.2.1.2.5. Hidroelektrik Enerji

Suyun doğal hareketinden hidroelektrik enerjisi oluşmaktadır. Bu enerji, mekanik enerji üretiminin yanında elektrik enerjisi elde etmek için de kullanılmaktadır (EBİ, 2022). Eski dönemlerde insanlar su çarkları ile tahıl öğütmek için hidroelektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürülerek yararlanmaktaydı. Hidroelektrik enerjisi ilk kez 1882 yılında ABD eyaleti olan Assleton, Wisconsin yakınlarında nehir üzerine kurulan hidroelektrik santrali ile elektrik enerjisine dönüştürülmüştür (Rubert, 2014).

Hidroelektrik enerjisinden elektrik enerjisi elde edebilmek için nehir üzerine hidroelektrik santralleri kurulmaktadır. Hidroelektrik santrallerinin elektrik enerjisi üreten teknolojiye dayanabilmesi için su rezervuarları oluşturulması gerekmektedir. Su rezervuarları, nehirdeki suyun doğal akış süreçleri ile yüksekliğinin ve alçaklığının değiştiği yerlere barajlar inşa edilerek elde edilmektedir (Dickmann, 2016).

3.2.1.2.6. Okyanus enerjisi

Dünyanın yaklaşık olarak % 80'ini kaplayan okyanustan elde edilebilen her türlü enerjiye okyanus enerjisi denilmektedir. Okyanus enerjisi üç başlık altında toplanmaktadır. Bunlar gel-git enerjisi, dalga enerjisi ve okyanus termal enerjisi olarak sınıflandırılmaktadır. Okyanus enerjisi türleri elektrik enerjisi üretmek için kullanılmaktadır (Murray, 2016).

3.2.1.2.6.1. Gel-Git Enerjisi

Dünya ve Güneş'in, Ay'ın yerçekimsel kuvvetiyle yaklaşık 24 saatte iki kere okyanus yüzeyinin yükselip, alçalmasıyla ortaya çıkan enerjiye gel-git enerjisi denilmektedir. Suyun hareketiyle okyanus seviyesinde oluşan fark ile potansiyel ve kinetik enerji ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu enerjiler elektrik enerjisi üretmek için kullanılmaktadır (Goldemberg, 2012). Gel-git enerjisini elektrik enerjisine çevirmek için üç ayrı sistem kullanılmaktadır. Bunlar; gel-git barajları, gel-git tribünleri ve gel-git çitleri olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca gel-git enerjisinden en büyük elektrik enerjisi üretimi 254 megavat (MW) kapasitesi ile Güney Kore'de gerçekleşmektedir. İkinci sırada 240 MW enerji üretimi ile Fransa yer almaktadır (EBİ, 2022).

3.2.1.2.6.2. Dalga Enerjisi

Rüzgârdan kaynaklanan hava akımı ile okyanusta oluşan dalga hareketi, dalga enerjisine neden olmaktadır. Okyanusta oluşan dalga hareketleri mekanik enerji olarak depolanmaktadır. Depolanan bu enerji, elektrik enerjisi elde etmek için kullanılmaktadır (Lemonis, 2004). Dalga enerjisi, dalgaların okyanus yüzeyinin altında oluşturduğu hareket sonucunda özel tribünlerden oluşan sistem ile elektrik enerjisine çevrilmektedir. Aynı zamanda dalga enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürüldüğünde direkt olarak ya da ısı ve su artıma gibi farklı amaçlar için de kullanılabilir (UYEA, 2022).

3.2.1.2.6.3. Okyanus Termal Enerjisi

Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (OTEC), genellikle tropik bölgelerdeki okyanusların güneş enerjisiyle ısınan yüzeyi ile soğuk derinliklerdeki sıcaklık farklarından yararlanılarak elde edilmektedir (Masutani ve Takahashi, 2001). OTEC teknolojileri ile enerji elde etmek için okyanusun sıcaklık farkının 20°C ile 36°F arasında olması gerekmektedir. Bu sıcaklık farkı aralığı genellikle ekvator ve tropikal bölgelerdeki okyanuslarda görülmektedir. Ayrıca Okyanus Termal Enerji Dönüşümü, diğer okyanus enerji türleri gibi elektrik enerjisi üretmek için kullanılmaktadır (EBİ, 2022).

3.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

İkincil enerji kaynakları esas olarak birincil enerji kaynaklarının işlenmesi, dönüştürülmesi veya depolanması sonucu elde edilen enerji formlarını kapsamaktadır. Ayrıca ikincil enerji kaynakları, enerji taşıyıcısı olarak da adlandırılmaktadır. Enerji taşıyıcısı, dönüştürülen enerjinin bir yerden başka bir yere taşınabilirliğini ifade etmektedir. Örneğin aküler ve güç kaynağı hatları gibi enerji taşıyıcıları enerjiyi depolayarak elektrik enerjisine dönüştürmektedirler.

İkincil enerji kaynakları içinde en önemli olan enerji kaynağının elektrik enerjisi olduğu belirtilmektedir. Elde edilen elektrik enerjisi evlerde, iş yerlerinde ve endüstriyel tesislerde kullanılmaktadır (EBİ, 2023). Bununla beraber benzin, motorin, mazot, ikincil kömür, Petro kok, LPG ve hava gazı ikincil enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Bu kaynaklar modern toplumların enerji ihtiyaçlarının karşılamasında önemli bir rol oynamaktadırlar (Goldemberg, 2012).

3.3. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği bir sürecin veya sistemin işleyişi için gereken enerji miktarını minimize ederek istenilen sonuçları en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Başka bir ifadeyle daha az enerji kullanarak daha fazla iş veya hizmet yapabilme yeteneğine enerji verimliliği denilmektedir (Olgun ve diğerleri, 2009). Aynı zamanda enerji verimliliği enerji yoğunluğunu dengeleyerek çıktıyı artırmayı hedeflemektedir. Bu olgu kaynakların daha etkin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca üretim kapasitesini düşürmeden en az seviyede enerji kullanılarak enerji verimliliğini sağlamak için bazı önlemler alınması gerekmektedir. Bu önlemler arasında enerji tasarrufu, atıklarının geri kazanımı ve gelişmiş teknolojilerinin uygulanması gibi enerji talebini azaltıcı faktörler yer almaktadır. Söz konusu faktörler ise enerji verimliliğinin artmasına yardımcı olmaktadır (Tevem ve Enverder, 2010).

Enerji verimliliği belirli bir sektör veya ekipmanın hedeflenen performansını elde etmek için harcadığı enerjinin ne kadarının gereksiz yere tüketildiğini ölçerek, kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasını amaçlamaktadır (Zarify, 2021). Enerji verimliliği sadece birincil enerji miktarını azaltmamaktadır. Bu verimlilik aynı zamanda maliyetleri en aza indirmeyi, çevresel olumsuz etkileri azaltmayı ve hızlı uygulanabilirlik konularını da içermektedir (Lovins, 2017). Ayrıca enerji verimliliği, eski-verimsiz ekipmanların modern-verimli alternatiflerle değiştirildiği bir süreç olarak ifade edilmektedir.

3.4. Enerji Yoğunluğu Tanımı ve Kavramı

Enerji yoğunluğu, ülkelerin enerji verimliliğini değerlendirmek için kullanılan önemli bir ölçü birimi olarak görülmektedir (İzmir Kalkınma Ajansı, 2023). Evrensel bir gösterge olarak kabul edilen enerji yoğunluğu, bir mal veya hizmet üretimi için harcanan enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır. Enerji yoğunluğu, bir ülkenin ekonomik üretkenliği ile tüketilen enerji miktarı arasındaki bağlantıyı açıklamaktadır. Ayrıca enerji yoğunluğunun ölçülmesi şu şekilde ifade edilmektedir;

$$IE = \frac{E}{GSYIH} \quad (1.1)$$

Bu formülde (IE), enerji yoğunluğu; (E), bir ülkenin toplam enerji tüketimini ve ($GSYİH$), gayri safi yurt içi hasılayı temsil etmektedir. Enerji yoğunluğu bir ülkenin toplam enerji tüketiminin GSYİH'ye bölünmesiyle elde edildiği şekilde gösterilmektedir. Yani enerji yoğunluğu bir birim GSYİH başına düşen enerji tüketimini ölçmektedir (Goldemberg, 1996).

Enerji yoğunluğu genellikle TEP (Ton Eşdeğeri Petrol) gibi birimlerle ifade edilmektedir. Bu birim, farklı enerji kaynaklarını standart bir ölçüde değerlendirerek karşılaştırmayı mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda TEP, ülke ve bölge bazında farklı mal ve hizmetlerin enerji kullanımını daha anlaşılır bir şekilde kıyaslanabilir hale getirmektedir. Enerji yoğunluğu aynı zamanda mega joule (MJ), kilokalori (kcal), kilowatt saat (kWh) gibi ölçüm birimleriyle de açıklanmaktadır. Bu bağlamda, 1 TEP, yaklaşık olarak 107 Kcal (Kilokalori) veya $41,8 \times 10^3$ kWh' ye denk gelmektedir. Ayrıca belirli bir faaliyetin verimlilik düzeyini açıklamak için teknik (enerji tüketimi) ve fiziksel (ısı yalıtımı) göstergeler kullanılmaktadır. Bu göstergelerin yetersiz kaldığı durumlarda enerji yoğunluğu, enerji verimliliği ölçütü olarak kullanılmaktadır (Karhan, 2016).

Enerji yoğunluğu, ekonominin yapısına ve farklı enerji kullanım alanlarındaki verimliliğe bağlı olarak şekillenmektedir (Chai, Guo, Wang ve Lai, 2009). Enerji yoğunluğu ülkelerin enerji verimliliğini ölçmede mühim bir taşıyıcı olarak değerlendirilmektedir. Bir ülkenin enerji yoğunluğunun yüksek olması bir birim mal veya hizmet üretimi için kullanılan enerji miktarının yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum, bir birim hâsıla üretmek için kullanılan enerjinin yüksek fiyatını ve maliyetini belirtmektedir. Aynı zamanda yüksek enerji yoğunluğu, ülkelerin enerjiyi daha verimsiz kullandığını işaret etmektedir. Bunun yanında düşük enerji yoğunluğu bir birim hâsıla üretmek için kullanılan enerjinin fiyat ve maliyetinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Ek olarak bir ülkenin enerjiyi daha etkili ve verimli bir şekilde yönetmesi enerji yoğunluğunun düşük olduğunu göstermektedir (İspatince ve Haydaroğlu, 2009). Ayrıca enerji yoğunluğunun yüksek veya düşük olması bir dizi faktöre dayanmaktadır. Bu faktöre ekonomik ve sanayi yapısındaki değişiklikler, enerji tüketim alışkanlıkları, teknolojik gelişmeler ve tercih edilen üretim yöntemleri örnek gösterilebilmektedir (Karimi, 2021).

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN LOJİSTİK PERFORMANS ve ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

1. LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Günümüzde lojistik sektörü küresel ekonominin önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir. Lojistik sektöründe yaşanan gelişmelerin arkasında teknolojik ilerlemeler, değişen pazar dinamikleri, rekabet yoğunluğu ve pazarın çeşitlenmesi gibi birçok etmen yatmaktadır. Bu etmenler lojistik sektörüne yapılan yatırımların artmasına neden olmaktadır. Yatırımların amacı üretim kapasitesini artırarak verimliliğe, güvenilirliğe, hizmet kalitesine katkı sağlamak ve işlem maliyetlerini azaltmaktır. Lojistik maliyetlerinin düşürülmesi ise transit sürelerinin kısaltılması, değişen taleplere hızlı yanıt verme ve iş hacminin genişletilmesi gibi faydalara yol açmaktadır. Aynı zamanda lojistik sektörüne yapılan bu yatırımlar, depo yönetimi, ulaşım ağları, ambalajlama, müşteri hizmetleri, satın alma, bilgi ve iletişim yönetimi gibi tedarik zinciri bileşenlerinin de iyileştirilmesini desteklemektedir (Chakamera ve Pısa, 2020). Tedarik zinciri bileşenlerindeki iyileşmeler etkinlik ve verimliliği arttırarak lojistik performansı olumlu yönde etkilemektedir. Dolayısıyla lojistik performansın olumlu yönde etkilenmesi rekabetin artmasına, ticaret hacminin genişlemesine, uluslararası iş birliğine, ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınmanın gelişmesine yardımcı olmaktadır (Malhotra ve Mishra, 2022).

Lojistik sektörü yalnızca ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma açısından değil, aynı zamanda çevre konularında da kritik bir öneme sahiptir (Karaduman, Akgül, Çağlar ve Akbaş, 2020). Lojistik tedarik zinciri başlangıcından depolamaya, envanter yönetiminden ambalajlamaya ve malzeme elleçlemeden nakliye faaliyetlerine kadar yoğun miktarda enerji kaynağı tüketimine dayanmaktadır (Aziz ve Abidin, 2021). Bu enerji kaynaklarının büyük bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtların yaygın olarak kullanılması ise sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmakta ve özellikle CO₂ emisyonunun atmosfere salınmasına yol açmaktadır. Bu emisyonların doğrudan atmosfere salınması ise çevre kirliliğini arttırmaktadır (Halldórsson ve Wehner, 2020).

Küreselleşmeyle birlikte uluslararası ticaretteki büyüme, ekonomiler arasındaki etkileşimi artırmaktadır. Bu etkileşim lojistik sektöründe sürekli iyileştirmeler yapılmasına olanak sağlayarak üretim kaynaklarının daha etkin kullanılmasını ve verimliliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Lojistik sektöründeki etkinlik ve verimlilik artışı, nakliye maliyetlerinde düşüşe neden olmaktadır. Nakliye maliyetlerindeki düşüş tedarik zincirlerinin uzunluğunu genişletmekte ve taşımacılık faaliyetlerine olan talebini de artırmaktadır. Taşımacılık faaliyetleri ise büyük miktarda enerji tüketimine ve önemli ölçüde fosil yakıt kullanımına dayanmaktadır. Fosil yakıtların yanması sonucu CO₂ emisyonu ortaya çıkmaktadır. Uluslararası Taşımacılık Forumu'na (UTF) göre uluslararası ticarete bağlı taşımacılık faaliyetleri tüm CO₂ emisyonlarının neredeyse %30'unu ve küresel emisyonların ise %7'sinden fazlasını temsil etmektedir (Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü, 2016). Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) ulaşım faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının 1990 yılından 2022'ye kadar her yıl ortalama %1,7 oranında arttığını ifade etmektedir (UEA, 2023). Bununla birlikte taşıma sektörü içinde CO₂ emisyonunun artmasında en büyük paya sahip karayolu taşımacılığı olarak bilinmektedir. CO₂ emisyonunun yaklaşık beşte biri ulaşım sektöründen gelmekte olup, bunun dörtte üçü karayolu taşımacılığından kaynaklanmaktadır (Ritchie, 2020). Yüksek oranda atmosfere salınan CO₂ emisyonu hava kalitesinin bozulmasına, gürültü kirliliğine, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olarak çevre yapısının bozulmasına yol açmaktadır (McKinnon, Browne, Whiteing ve Piecyk, 2015).

Lojistik faaliyetlerin çevre üzerindeki olumsuz etkisi sadece sera gazı ve CO₂ emisyonlarından kaynaklanmamaktadır. Üretim aşamasında ve çeşitli endüstriyel işlemlerde kullanılan maddelerde çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Örneğin yağlar, kimyasal maddeler ve ambalajlama süreçlerinde kullanılan plastikler tedarik zinciri boyunca toksik atıkların oluşmasına yol açmaktadır. Bu atıklar, su, toprak ve hava kirliliği gibi çevresel problemlere yol açarak doğal kaynakların azalmasına ve biyoçeşitliliğin değişmesine neden olmaktadır (Ashfaq ve diğerleri, 2020). Ayrıca günümüzde fosil yakıtlara olan talebin hala artması, politika yapıcıları ve uygulayıcılarının lojistik sektörü üzerindeki baskılarını yoğunlaştırmıştır (Evangelista, Santoro ve Thomas, 2018; Halldórsson ve Wehner, 2020).

2015 yılında Paris'te düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Konferansı'nda taraflar, küresel ısınmayı azaltmaya yönelik Paris İklim Anlaşması'nı kabul etmişlerdir. Bu anlaşma endüstrileşme öncesi dönemlere kıyasla küresel ortalama sıcaklık düzeyini 2°C üzerinde tutmayı ve sıcaklıktaki artışı ise 1,5°C altında sınırlamayı amaçlamaktadırlar (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 2023). Bu amaç doğrultusunda uluslararası kuruluşlar ve hükümetler, 2050 yılına kadar net sıfır emisyon senaryosunu hedeflemektedirler. Başka bir deyişle, 2050 yılına kadar CO₂ emisyonunu sıfıra indirmeyi amaçlayan bir strateji olarak ifade edilmektedir. Ayrıca bu hedef 2030 yılına kadar küresel enerji erişimi ve hava kalitesinde belirgin iyileştirmeler gerçekleştirerek sürdürülebilir kalkınma hedeflerini de ulaşmayı amaçlamaktadırlar. (UEA, 2023). Bu amaçların gerçekleşmesinde lojistik sektörü hayati bir rol oynamaktadır. Çünkü sürdürülebilirlik kapsamında çevresel, sosyal ve ekonomik faaliyetler bütüncül bir şekilde ele alınmaktadır. Küreselleşmeyle birlikte lojistik sektöründe üretim kapasitesinde artış yaşanmaktadır. Bu artış müşteri taleplerine hızlı yanıt verme, yeni iş olanakları yaratma ve erişilebilirlik gibi alanlarda gelişmelere yol açmaktadır. Dolayısıyla sosyo-ekonomik faaliyetler için önemli etkiler ortaya çıkmaktadır. Ancak lojistik sektörden kaynaklanan çevre kirliliği sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma da engel teşkil etmektedir. Lojistik sektörden kaynaklanan emisyonların etkisinin azaltılması ve enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması, çevre üzerindeki baskıyı önemli ölçüde azaltmaktadır. (Abbasi ve Nilsson, 2016).

Son yıllarda ülkeler ve firmalar çevresel etkileri azaltmak için yeşil lojistik kavramını benimsemektedirler. Bu kavram yeşil ulaşım, yeşil depolama, yeşil ambalajlama, yeşil stok ve bilgi yönetimi gibi yeşil tedarik zinciri süreçlerini içermektedir (Wang ve diğerleri 2018; Richnák ve Gubová, 2021). Yeşil lojistik, atıkların, tehlikeli kimyasal maddelerin, emisyonların, fosil yakıt tüketiminin ve plastiklerin çevresel etkisinin azaltılmasına ya da ortadan kaldırılmasını amaçlamaktadır (China, Tatb ve Sulaiman, 2015). Yeşil lojistik kapsamında, lojistik firmaları yeni üretim teknikleri ve yeni teknolojiler tasarlayarak hem tedarik süreçlerini hem de stratejik büyümelerini optimize etmeye odaklanmaktadır. Bu doğrultuda atık yönetimi, malzemelerin geri dönüşümü, malzemelerin yeniden kullanımı, rota optimizasyonu, çevre dostu araçların seçimi, teslimat süresinin kısaltılması, stok düzeyinin düşürülmesi, artan esneklik,

sürdürülebilir ve verimli enerji kaynakları kullanımı gibi düzenlemeler öne çıkmaktadır (Blanco ve Sheff, 2017). Öte yandan yapılan düzenlemeler ile birlikte üretkenlikte, teslimat sürecinde ve müşteri memnuniyetinde gelişmeler yaşanması lojistik performansı artırmaktadır (Liu ve diğerleri 2018). Lojistik performans işletmelere daha etkin ve verimli bir tedarik zinciri yönetimi sunma imkânı sağlamaktadır. Bu imkan, sürdürülebilir rekabet avantajı elde etme fırsatlarını beraberinde getirmektedir (Simão, Gonçalves ve Rodriguez, 2016; Zaman ve Shamsuddin, 2017).

2. LOJİSTİK PERFORMANS VE ÇEVRE İLİŞKİSİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN ROLÜ

Lojistik faaliyetlerin etkili veya verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi doğru zamanda ve doğru kalitede ürün akışını sağlayarak lojistik performansı artırmaktadır. Lojistik performanstaki artış sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınma hedeflerine ulaşmak açısından önemli bir adım olarak görülmektedir (Mariano ve diğerleri, 2016). Aynı zamanda lojistik performans sürdürülebilirlik doğrultusunda ekonomik büyümeyi desteklerken yoğun enerji tüketen bir sektör olduğu için çevre kalitesini de etkilemektedir (Xiao ve diğerleri, 2015). Özellikle fosil yakıtlardan elde edilen enerji sonucu ortaya çıkan karbondioksit emisyonu küresel ısınmaya ve çevresel bozulmalara sebep olmaktadır (Bekun ve diğerleri, 2021).

Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla birçok ülke, kuruluş ve politika yapıcı, lojistik sisteminin davranışında veya yapısında değişiklikler yapmayı amaçlamaktadırlar. Bu amaçlar doğrultusunda enerji üretimi ve tüketimini en uygun hale getirmeye yönelik politikalar aramaktadırlar (Wehner, 2018). Diğer yandan aynı enerji girdisiyle daha fazla çıktı elde etmeyi veya aynı hizmeti sağlamak için enerji yoğunluğunu azaltmayı hedeflemektedirler (Hajkoa, 2014). Düşük enerji yoğunluğu enerji arz istikrarını sağlamanın ve sera gazı emisyonlarını azaltarak çevre kirliliğini en uygun maliyetle minimize etmenin en etkin yollarından biri olarak görülmektedir (Nenad ve Miloš, 2011). Örneğin alternatif enerji kaynaklarına geçiş, temiz araç teknolojisi, biyoyakıtlar, ambalajlama optimizasyonu, ulaşım altyapısı ve ağlarına erişilebilirlik gibi faktörler enerji yoğunluğunu önemli derecede azaltmaktadır.(Allen, Browne ve Cherrett, 2012).

Lojistik sektöründe enerji yoğunluğunun azaltılması ülkelerin üretim ve tüketim süreçlerini daha verimli hale getirmektedir (Jayaram ve Avittathur, 2015). Ayrıca ülkelerin üretim kapasitelerinin korunmasına , ve rekabet güçlerinin artırmasına yardımcı olmaktadır; çünkü daha az enerji kullanımı ile daha yüksek verimlilik elde edilmektedir. Bu durum, lojistik performansta artış sağlamaktadır. Enerji yoğunluğunun düşük olduğu ülkelerde lojistik performanstaki artış çevre kirliliğini azaltmaktadır. Bu durum düşük karbonlu enerji kaynaklarına geçişe teşvik etmektedir (Huang ve Wang, 2022).

Son yıllarda lojistik sektöründe düşük karbonlu enerji kaynaklarına geçişin desteklenmesine rağmen, halen geniş çapta fosil enerji yakıtlarının kullanıldığı göze çarpmaktadır (Rogers, Kelly, Rogers ve Carter, 2007). Enerji kaynaklarının yoğun miktarda tüketilmesi sera gazı ve CO₂ emisyonlarının atmosfere eşit olmayan bir şekilde karışmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda emisyonlar, çevresel problemleri tetiklemekte ve su, toprak ve hava kirliliği gibi sonuçlara yol açmaktadır. Bu kirlenme ise küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle ilişkilendirilmektedir (Chen ve diğerleri 2024). Küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucu buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, doğal afetlerin sıklığının ve şiddetinin artması, ekosistemlerin bozulması, ormansızlaşma ve su kıtlığı gibi etkiler görülmektedir. (Özokcu ve Özdemir, 2017). Diğer yandan enerji yoğunluğunun yüksek olması insanlarda çeşitli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bu sağlık sorunları arasında cilt hastalıkları, nörodavranışsal bozukluklar, akciğer ve solunum hastalıkları bulunmaktadır (Khan ve diğerleri, 2018).

Enerji yoğunluğu hem enerji verimliliğini hem de ekonomik yapıyı değerlendirmek için kullanılan önemli bir ölçü birimi olarak değerlendirilmektedir (Hajkoa, 2014). Enerji yoğunluğu ekonominin üretim modeli, endüstriyel yapılanma, kapasite kullanım oranları, tüketim desenleri, kentleşme düzeyi, iklim şartları, enerji politikaları, teknolojik ilerlemeler, sermaye birikimi ve çıktı yapısındaki değişiklikler gibi bir dize faktör ile ilişkilendirilmektedir (Song ve Zheng, 2012; Aydın ve Esen, 2018; Deichmann ve diğerleri, 2018). Enerji yoğunluğu bir birim ekonomik çıktı üretmek için birincil enerjinin ne kadar tüketildiğini göstermektedir (Sueyoshi ve Goto, 2023). Birincil enerji petrol, kömür ve doğal gaz gibi doğada hazır bulunan veya işlenmemiş enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Birincil enerji kaynakları tüketiminin en yoğun olduğu sektörlerden biri de lojistik sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır (Sharapiyeva ve

diğerleri, 2019; Yurtkuran, 2021). Lojistik sektörü çeşitli mal ve hizmetlerin akışını sağlayarak karşılaştırmalı avantajlar sunmakta ve böylelikle küresel katma değerin artmasına katkı sağlamaktadır (Magazzino, Mele ve Schneider, 2022). Aynı zamanda bu akışın işlemesi için lojistik faaliyetlerin yakıt ve elektrik gibi enerji kaynaklarını yoğun bir şekilde kullanması gerekmektedir.

Fosil yakıtlar, küresel enerji arzının %81'inden fazlasını temsil etmektedir. Bu kaynaklar, özellikle taşımacılık sektöründe yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Dolayısıyla fosil yakıtlar lojistik sektöründe yüksek bir enerji yoğunluğuna neden olmaktadır. Ayrıca küresel ekonominin entegrasyonu ve değerli ürünlerin artan önemi ile birlikte hızlı teslimat talepleri, taşımanın ekonomideki önemini artırmaktadır. Bu artış üretim başına daha fazla yük taşınmasına ve dolayısıyla enerji yoğunluğunun artmasına yol açmaktadır.

Ulaşım sektörü küresel enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir ve özellikle fosil yakıtların kullanımıyla yakından ilişkilidir. UEA ve Dünya Biyoenerji Birliği tarafından yapılan araştırmalara göre, ulaşım sektöründe kullanılan petrol, nihai enerji tüketiminin neredeyse %91'ini oluşturmaktadır (UEA, 2021). Dünya Biyoenerji Birliği, 2022). Bu durum karayolu taşımacılığı ve hava yolu taşımacılığı gibi yüksek enerji yoğunluğuna sahip taşımacılık modlarının öne çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle, karayolu taşımacılığının toplam ulaşım enerji tüketiminin neredeyse %70'ini kapsamaktadır (Mraihi, Abdullah ve Abid, 2013). Aynı zamanda karayolu taşımacılığı, taşımacılık modları arasında önemli bir emisyon kaynağı olup CO₂ emisyonunun %23'ünü oluştururken, havayolu taşımacılığı küresel CO₂ emisyonunun %2'sini kapsamaktadır. Diğer yandan demiryolu ve denizyolu taşımacılığı, düşük enerji yoğunluğuna sahip ulaşım modları olarak bilinmektedir. Demiryolu taşımacılığı dünya genelinde yolcuların neredeyse %8'ini ve küresel yük taşımacılığının da %7'sini oluşturduğu belirtilmektedir (Sharapiyeva ve diğerleri, 2019). Ancak literatürde malzeme elleçleme, depolama, bilgi ve stok yönetimi gibi lojistik faaliyetlerin enerji yoğunluğu hakkında net bilgiler bulunmamaktadır (McKinnon, 2012).

Sonuç olarak lojistik faaliyetlerin giderek yaygınlaşması enerji yoğunluğunun yükselmesine neden olmaktadır. Gün geçtikçe lojistik hizmetlere olan talepteki artış CO₂ emisyonunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle birçok hükümet ve kuruluş CO₂

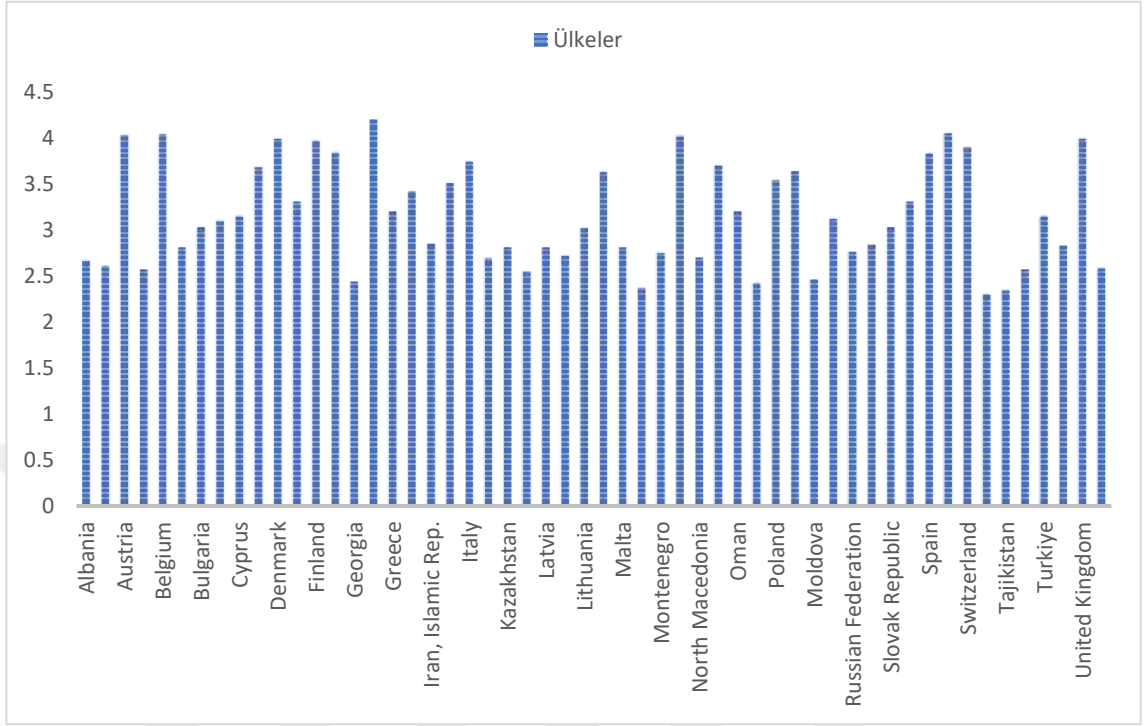
emisyondan kaynaklanan küresel ısınma ve çere kirliliğiyle mücadele etmek için net sıfır emisyon hedeflerini benimsemektedir. Bu hedefler kapsamında lojistik işletmeler daha ucuz, daha güvenilir ve yoğunluğu düşük enerji kaynaklarına yönelmektedir. Ayrıca düşük enerji yoğunluğunun çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kritik bir öneme sahip olduğu ileri sürülmektedir (Karaduman ve diğerleri, 2020; Aydın, Aydın ve Altınok, 2023).

3. CMR ÜLKELERİNDE LOJİSTİK PERFORMANS, ÇEVRE VE ENERJİ YOĞUNLUĞUNA İLİŞKİN GÖSTERGELER

3.1. Lojistik Performans Endeksi

Lojistik performans bir organizasyonun tedarik zinciri boyunca lojistik faaliyetlerini ne kadar etkin ve verimli bir şekilde yürüttüğünü değerlendiren kritik bir ölçü birimi olarak ifade edilmektedir. Lojistik performans ürün, hizmet ve bilgilerin zamanında teslimatı, yetkinliği, üretkenliği, stok yönetiminin optimizasyonu ve müşteriye sunulan hizmetlerin kalitesi gibi çeşitli faaliyetlere odaklanarak ülkelere rekabet avantajı ve karlılık açısından fayda sağlamaktadır (Andersson, Aronsson ve Storgahen, 1989). Aynı zamanda Dünya Bankası tarafından 2007 yılında, ülkelerin lojistik performanslarını değerlendirmek ve diğer ülkelerle karşılaştırmak amacıyla Lojistik Performans Endeksi'nin yayımlandığı görülmektedir (Marti, Martin ve Puertas, 2017).

Lojistik performans endeksi altı temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler gümrük, altyapı, sevkiyatları düzenleme kolaylığı, lojistik hizmetlerin kalitesi, zamanında teslimat, takip ve izleme olarak sınıflandırılmaktadır. Altı temel bileşen ülkelerin lojistik performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Aynı zamanda her bir bileşen kapsamında, ülkelere 1 (en düşük) ile 5 (en yüksek) arasında bir puan verilmektedir (Öztürk, 2020). Aşağıdaki grafikte, lojistikte karayoluyla taşınan mal ve eşyanın taşıma sözleşmesinde (CMR) yer alan 58 üye ülkenin 2018 yılına ait lojistik performans endeksi verileri bulunmaktadır.



Grafik 2.1: CMR Ülkelerinde 2018 yılına ait Lojistik Performans Endeksi: Genel Puanları

Kaynak: Dünya Bankası (DP)

Grafik 2.1. incelendiğinde, 2018 yılında CMR ülkeleri içerisinde en yüksek lojistik performansa sahip olan ülkenin Almanya olduğu görülmektedir. Almanya'nın lojistik performans seviyesi 4,20 puan olarak belirlenmiştir. İkinci sırada, 4,05 puanla İsveç bulunurken, üçüncü sırada 4,03 puanla Belçika yer almaktadır. Ardından Hollanda, Danimarka, İngiltere ve Finlandiya gibi yüksek gelirli grup ülkeleri gelmektedir. Bu ülkeler, dünya çapında güçlü bir lojistik sektörüne sahip olan öncü ülkeler arasında yer almaktadır. Güçlü altyapı, verimli gümrük işlemleri ve yüksek kaliteli lojistik faaliyetleriyle öne çıkmaktadırlar. Öte yandan Türkiye orta sıralarda bulunmaktadır ve lojistik performans puanının ise 3,14 olduğu görülmektedir.

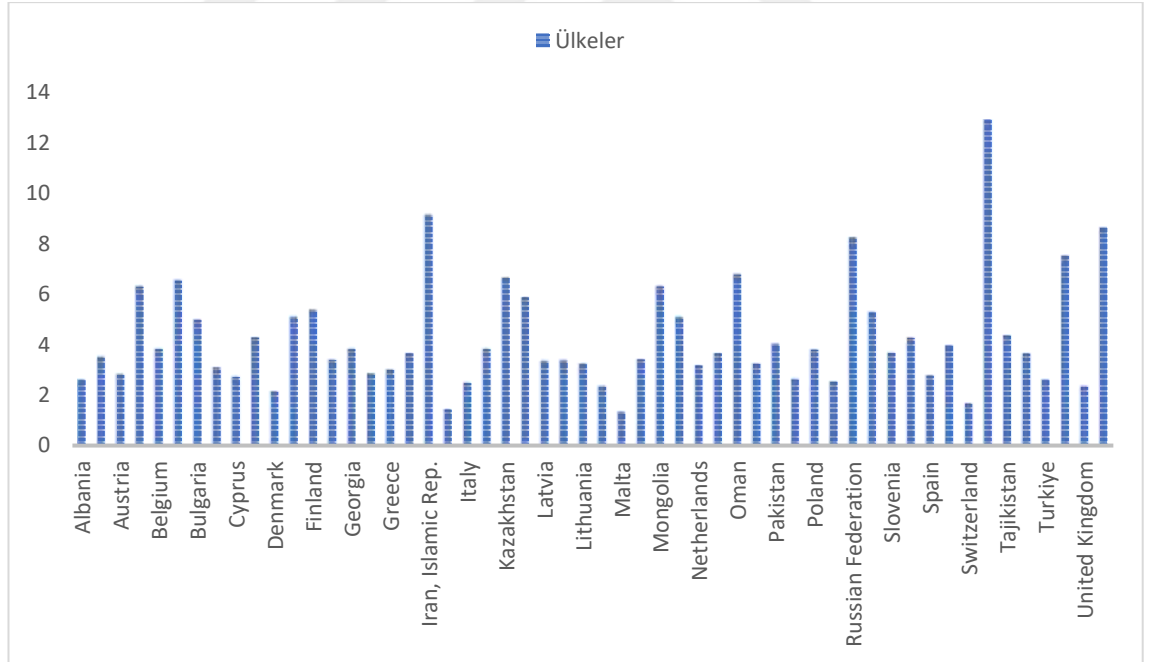
Düşük gelir grubunda yer alan Tacikistan ve Suriye'nin lojistik performans puanları sırasıyla 2,33 ve 2,29 olarak belirlenmiştir. Bu ülkelerin jeopolitik konum, ekonomik kırılganlık, siyasal istikrarsızlık ve çatışmalar neticesinde lojistik altyapı ve performanslarının genellikle zayıf olduğu görülmektedir. Ayrıca düşük gelirli ülkelerin

çoğunlukla karayolu taşımacılığı ve depolama alanlarında performanslarının düşük olduğu ifade edilmektedir.

3.2. Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğu bir birim faaliyet başına tüketilen enerjinin miktarını ve kullanılan enerji kaynağını ifade etmektedir. Düşük enerji yoğunluğu, eşdeğer seviyede mal ve hizmet üretmek için daha az enerji kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Yüksek enerji yoğunluğu ise bir birim ekonomik çıktı üretmek için harcanan enerjinin yüksek seviyede olmasına denilmektedir. Diğer yandan enerji yoğunluğu çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma süreçlerinde enerji kullanım verimliliğini ölçmek için önemli bir rol oynamaktadır (Chang, 2014).

CMR ülkeleri için 2018 yılına ait birincil enerjinin enerji yoğunluğu düzeyi (MJ/2017 ABD Doları SAGP GSYİH) verileri, Grafik 2.2'de gösterilmektedir.



Grafik 2.2: CMR Ülkelerinde 2018 yılına ait Birincil Enerjinin Enerji Yoğunluğu Düzeyi (MJ/2017 ABD Doları SAGP GSYİH)

Kaynak: Dünya Bankası (DP)

Enerji yoğunluğu seviyeleri ülkeler arasında çeşitlilik göstermektedir. Bu farklılıklar, ekonomik büyüme, enerji verimliliği politikaları ve enerji kaynaklarının çeşitliliği gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Grafik 2.2'deki verilere göre, bazı

CMR ülkelerinin enerji yoğunluğu seviyelerinin oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. En yüksek enerji yoğunluğuna sahip ülkenin Suriye olduğu ve bu ülkenin enerji yoğunluğunun 12.91 MJ olduğu tespit edilmiştir. Suriye'yi, sırasıyla 9.14 MJ ve 8,63 MJ enerji yoğunlukları ile İran ve Özbekistan takip etmektedir. Ardından enerji yoğunluğu 8.25 MJ olan Rusya gelmektedir. Bu durum söz konusu ülkelerde ekonomik büyüme hacmine göre enerji tüketiminin fazla olduğunu işaret etmektedir. Öte yandan yüksek enerji yoğunluğu, enerji kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılmadığını göstermektedir, bu da enerjiyi aşırı derecede pahalı hale getirmektedir.

Ardından enerji yoğunluğu en düşük olan ülkeler sırasıyla Danimarka (2,14 MJ), İsviçre (1,66 MJ) ve İrlanda (1,42 MJ) olarak belirlenmiştir. Malta ise enerji yoğunluğu seviyesi en düşük olan ülke olarak öne çıkmaktadır, bu seviye 1,32 MJ olarak kaydedilmiştir. Bu ülkeler enerji tüketimi açısından verimli bir yapıya sahiptirler. Enerji yoğunluğu düşük olan ülkeler çoğunlukla etkili politikalar ve uygulamalar benimsemişlerdir. Aynı zamanda fosil yakıt kaynaklarına dayalı enerji tüketimi yerine daha temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmektedirler. Bununla birlikte teknolojik yenilikleri benimseyerek enerjiyi en etkili ve verimli bir şekilde kullanmaya çaba göstermektedirler.

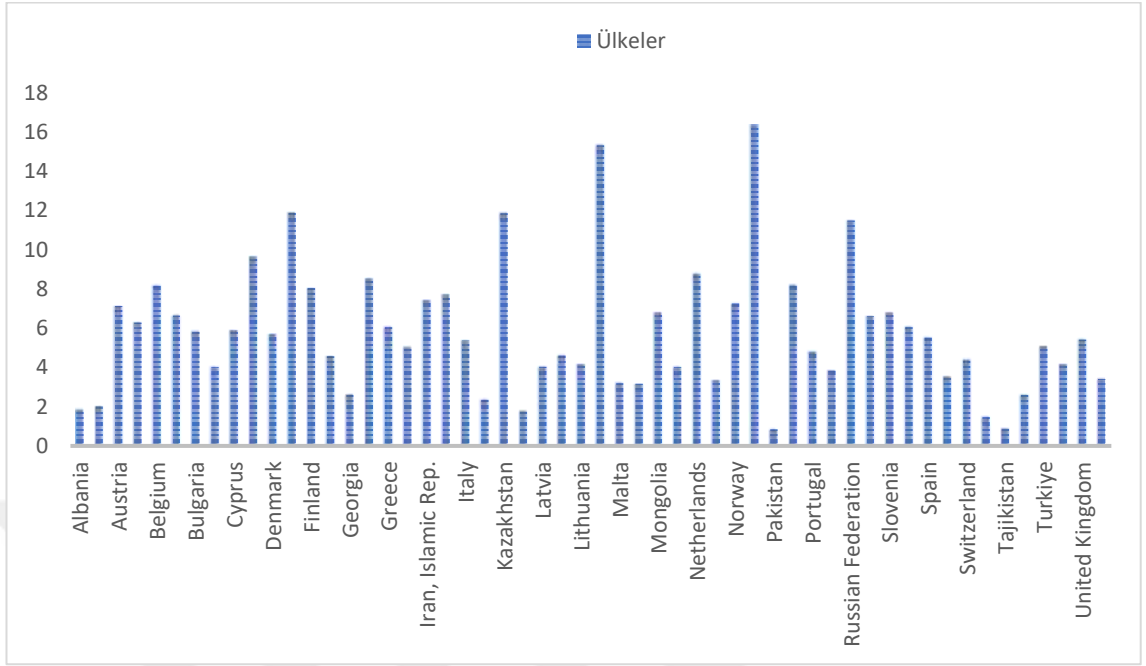
3.3. Çevre Göstergeleri

Çevre insanlar, bitkiler, hayvanlar ve diğer organizmaların yaşamlarını sürdürdüğü veya etkileşim içinde bulunduğu kimyasal, fiziksel ve biyolojik ortamın bütünüdür. Çevre kirliliği ise insanların çevreye saldıgı zararlı maddeler ve enerji tüketiminin hava, su, toprak gibi çevresel bileşenler üzerinde yarattığı olumsuz etkilerle ortaya çıkmaktadır. Bu kirlilik; endüstriyel faaliyetler, kentleşme, nüfus yoğunluğu, atık yönetimi, taşıt emisyonları ve ormansızlaşma gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Çevre kirliliğinin başlıca nedenlerinden biri, fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan CO₂ emisyonudur. CO₂ emisyonları, sera gazı etkisi yaratarak küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda CO₂ emisyonları bireylerin ve toplumların ekolojik ayak izini artırarak doğal kaynakların sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Ekolojik ayak izi insanların gıda, barınma, ulaşım ve enerji gibi temel gereksinimlerini gidermek amacıyla ne kadar doğal kaynak kullandığını ve ne kadar atık ürettiğini göstermektedir. Yüksek ekolojik ayak izi doğal kaynakların aşırı tüketildiği ve çevresel sürdürülebilirliğin tehlikeye girdiğini işaret etmektedir. Bu nedenle ekolojik ayak izinin azaltılması, enerji verimliliğine yönelik planların uygulanması ve sürdürülebilir bir çevre için önem taşımaktadır. Ekolojik ayak izi, enerji tüketimini ve çevre kirliliğini incelemek için etkili bir araç olmaktadır. Bu kapsamda, akademik literatürde genellikle çevresel göstergeler olarak karbondioksit emisyonu ve ekolojik ayak izi kullanılmaktadır.

Karbondioksit (CO₂), karbon içeren maddelerin tam yanması sonucu ortaya çıkan ve atmosferde doğal olarak bulunan bir gazdır. Renksiz, kokusuz ve yanıcı olmayan bu gaz, atmosferde düşük konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen, yüksek ısıyı tutma kapasitesi nedeniyle dünyanın sıcaklığının düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Ancak insan kaynaklı endüstriyel operasyonlar ve enerji üretimi gibi pek çok faaliyet sonucunda fosil enerji kaynaklarının kullanımının artması ve ormanların tahrip edilmesi, atmosferdeki karbon miktarını artırarak doğal karbon döngüsünü olumsuz yönde etkilemektedir (Khezri, Heshmati ve Khodaei, 2022). Karbon döngüsünün olumsuz yönde etkilenmesi, sera etkisini güçlendirerek küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır (Li ve Haneklaus, 2022). Sonuç olarak CO₂ emisyonu insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisini gösteren ve sürdürülebilir çevresel politikaların iyileştirilmesi için kritik bir gösterge olarak kabul edilmektedir.

Dünya Bankası'nın 2018 verilerine dayanarak hazırlanan aşağıdaki grafikte, CMR ülkelerindeki kişi başına düşen CO₂ emisyonu metrik ton cinsinden verilmiştir.



Grafik 2.3: CMR Ülkelerinde 2018 yılına Ait Kişi Başına Düşen CO₂ Emisyonları (metrik ton)

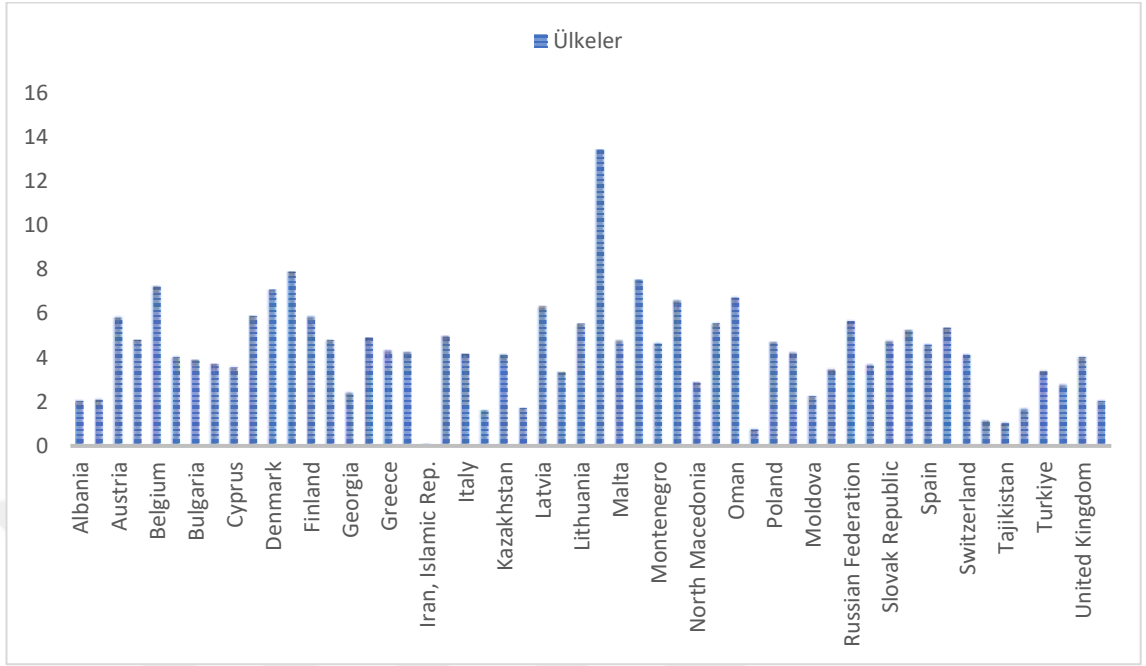
Kaynak: Dünya Bankası (DP)

Grafik 3.3 incelendiğinde, 2018 yılında kişi başına düşen CO₂ emisyonu açısından en yüksek seviyeye sahip olan ülkenin Umman olduğu gözlemlenmektedir. Kişi başına düşen CO₂ emisyonu 16,37 metrik ton’ dur. Umman, dünyanın en büyük petrol ve gaz üreticilerinden ve ihracatçılarından biri olarak bilinmektedir. Fosil yakıtların yoğun bir şekilde üretildiği bu ülke, dünya genelinde en yüksek kişi başına düşen CO₂ emisyonu üreten ülkeler arasında yer almaktadır. İkinci sıraya Lüksemburg sahiptir ve kişi başına düşen CO₂ emisyonu 15,33 metrik ton olarak belirlenmiştir. Lüksemburg, dünya çapında en yüksek kişi başına GSYİH’ye sahip ülkelerden biri olarak bilinir ve ekonomisi özellikle bankacılık, finansal ve imalat sektörlerine dayanmaktadır. Ülkenin enerji gereksinimlerini karşılamak için büyük ölçüde elektrik ve fosil yakıt ithalatına bağımlı olması, enerji kaynaklarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Estonya, kişi başına düşen CO₂ emisyonu yüksek olan ülkeler arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Kişi başına düşen CO₂ emisyonu ise 11,88 metrik ton olarak kaydedilmiştir. Ülkedeki yüksek CO₂ emisyonunun nedenlerinden biri, yoğun karbon içeren bitümlü şist sanayisi ve enerji üretimidir. Dördüncü sırada ise Kazakistan bulunmaktadır ve kişi başına CO₂ emisyonu 11,86 metrik ton olarak yer almıştır. Ülkedeki enerji ihtiyacı, endüstri ve ulaşım sektörlerinin yoğun bir şekilde fosil yakıtlar kullanmasından kaynaklanmaktadır.

Kişi başına düşen CO₂ emisyonunun en düşük olduğu dört ülke arasında Kırgız Cumhuriyeti, Suriye, Tacikistan ve Pakistan yer almaktadır. Kırgız Cumhuriyeti ve Suriye'de kişi başına düşen CO₂ emisyonu sırasıyla 1.79 ve 1.46 metrik ton olarak belirlenmiştir. Tacikistan'ın kişi başına düşen CO₂ emisyonu 0.88 metrik ton iken, Pakistan'da bu değer 0.85 metrik ton olarak gözlemlenmiştir. Bu ülkeler düşük gelir grubunda yer almaktadır. Genellikle sınırlı ekonomik kaynaklara ve kalkınma olanaklarına sahiptirler. Bununla birlikte ulaşım sektörü, enerji üretimi ve endüstriyel faaliyetler açısından daha az gelişmiş oldukları bilinmektedir.

Ekolojik ayak izi geçmişten günümüze doğal kaynakların nasıl tüketildiğini ve insan faaliyetlerinin çevreye olan etkilerini ölçmek için kullanılan önemli bir göstergedir. Başka bir ifadeyle ekolojik ayak izi bireylerin ve toplumların günlük yaşamlarında kullandıkları kaynakları ve ürettikleri atıkları değerlendirerek, özellikle karbon emisyonlarını dengelemek için gereken ekolojik kaynakların miktarını hesaplamak için kullanılmaktadır (Wackernagel ve Lin, 2008). Ekolojik ayak izi hesaplaması karbon ayak izi, orman ayak izi, yapılandırılmış alan ayak izi, tarım arazisi ayak izi, balıkçılık sahası ayak izi ve otlak alan ayak izi gibi çeşitli bileşenleri kapsamaktadır. Karbon ayak izi, bireylerin ve toplumların faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan karbondioksit (CO₂) emisyonunun miktarını hesaplamaktadır (Ewing ve diğerleri, 2010). Orman ayak izi, bir toplumun yıllık olarak kullandığı kağıt hamuru, kereste ürünleri ve yakacak odun miktarını karşılamak için ihtiyaç duyulan orman alanını ifade etmektedir. Yapılandırılmış alan ayak izi, konut, ulaşım, endüstriyel yapılar ve enerji santralleri gibi insan ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan alanın ekolojik etkilerini belirtmektedir. Tarım arazisi ayak izi, insanların gıda ve lif üretimi, hayvan yemi, yağ bitkileri ve kauçuk gibi ihtiyaçları için kullandıkları arazi miktarını hesaplayan göstergeye denilmektedir. Balıkçılık sahası ayak izi, deniz ve tatlı su ekosistemlerindeki balıkçılık faaliyetlerinin doğal balık stokları ve ekosistem sağlığı üzerindeki etkilerini ölçen bir göstergedir. Otlak alan ayak izi, hayvanların yemlenmesi için olatma alanlarının optimum düzeyde kullanılması durumunda gereksinim duyulan alanı ölçmektedir (Erdogan ve Okumus, 2021).

CMR ülkeleri için 2018 yılına ait kişi başına düşen ekolojik ayak izi (kha) verileri, Grafik 2.4'de yer verilmiştir.



Grafik 2.4: CMR Ülkelerinde 2018 yılına Ait Kişi Başına Ekolojik Ayak İzi (kha)

Kaynak: Dünya Bankası (DP)

Grafik 2.4'te gösterildiği üzere, Lüksemburg'un kişi başına düşen ekolojik ayak izi 13,41 kha'dır. Bu yüksek ekolojik ayak izinin nedenleri arasında öncelikle düşük vergilendirme politikaları bulunmaktadır. Bu politikalar sınır ötesi çalışanları ve transit araç sürücülerini yakıt alımı için teşvik ederek kişi başına düşen yakıt tüketimini artırmakta ve dolayısıyla karbon emisyonlarının yüksek olmasına yol açmaktadır. Ayrıca Lüksemburg'un yüksek gelir düzeyi ve tüketim alışkanlıkları kişi başına ekolojik ayak izini artırmaktadır. Son olarak ülkenin iç talebini karşılamak için ithal ettiği malların ve hizmetlerin ekolojik ayak izini de arttırdığı görülmektedir. Öte yandan Estonya'da kişi başına düşen ekolojik ayak izi 7,89 kha ile ikinci sırada yer almaktadır. Estonya'da ekolojik ayak izinin yüksek olmasında elektrik ve ev ısınmasının önemli bir payı bulunmaktadır. Aynı zamanda tüketilen gıdaların üretim süreci ve ulaşım ile seyahat etme faaliyetleri de ekolojik ayak izini artıran diğer faktörler arasındadır. Moğolistan ise ekolojik ayak izi açısından üçüncü sırada yer almaktadır, kişi başı ekolojik ayak izi 7,54 kha olarak belirlenmiştir. Moğolistan'ın ekolojik ayak izinin yüksek olmasının temel nedenlerinden biri, ülkenin dünyanın ikinci büyük kömür üreticisi olmasıdır. Dördüncü sırada ise 7,21 kha ile Belçika bulunmaktadır. Belçika'da ekolojik ayak izinin yüksek

olmasının başlıca nedenleri aile yaşamı ve ulaşım faaliyetleri olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, eski ve yetersiz enerji izolasyonuna sahip binalar ile uluslararası deniz taşımacılığı ve havacılık gibi büyük ölçekli faaliyetler de kişi başı ekolojik ayak izinin artmasına neden olmaktadır.

Diğer taraftan kişi başına düşen ekolojik ayak izinin düşük olduğu ülkeler arasında Suriye, Tacikistan, Pakistan ve İran yer almaktadır. Suriye'nin kişi başına düşen ekolojik ayak izi 1,13 kha olarak ölçülmüştür. Tacikistan'da kişi başına düşen ekolojik ayak izi 1,03 küresel hektar (kha) iken Pakistan'da bu değer 0,74 kha olarak hesaplanmıştır. İran ise kişi başına düşen ekolojik ayak izi bakımından 0,09 kha ile en düşük seviyede bulunmaktadır. Bu ülkelerdeki düşük ekolojik ayak izi, genellikle daha az kaynak tüketimi ve daha sınırlı çevresel etki anlamına gelmektedir. Ayrıca ekonomik durum, tüketim alışkanlıkları, sanayi ve ulaşım gibi faktörler, bu ülkelerdeki düşük ekolojik ayak izinin nedenleri arasında sayılabilmektedir.

4. LİTERATÜR TARAMASI

Mevcut literatüre bakıldığında, lojistik performans ve çevre ilişkisinde enerji yoğunluğunun rolüne odaklanan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Çalışmalarda genellikle nedensellik ilişkisinin incelendiği tespit edilmiştir. Ancak eşik değerine ilişkin analizlerin az sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın literatür kısmı dört ana bölüme ayrılmıştır. İlk olarak, lojistik performans ile çevre arasındaki ilişkiye odaklanılmıştır. Ardından, lojistik performans ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki incelenmiştir. Üçüncü olarak, enerji yoğunluğu ile çevre ilişkisi ele alınmıştır. Son olarak, lojistik performans ve çevre ilişkisinde enerji yoğunluğunun rolünü araştıran çalışmalara yer verilmiştir.

Lojistik performans ve çevre ilişkisiyle ilgili yapılan araştırmalarda, genellikle pozitif ve negatif ilişki, uzun dönem ilişkisi ve nedensellik ilişkisine odaklanılmıştır. Bu çalışmalarda CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi gibi çevresel göstergelerin yanı sıra ekonomik büyüme, ticari açıklık, kentleşme ve sanayileşme, nüfus yoğunluğu gibi faktörler de analizlere dahil edilmiştir.

Guo ve diğerleri (2016), Çin'in 10 eyaletinde lojistik kapasite ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini 2005-2014 dönemi için panel veri yöntemiyle incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın sonuçları eyaletler arasında farklılık

olduğunu göstermektedir. Ayrıca uzun dönemde lojistik kapasite ve ekonomik büyüme arasında olumlu bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Ekonomik büyümedeki ilerlemenin ise CO₂ emisyonlarındaki artışı etkilediği ve çevre kirliliğini artırdığı sonucuna varılmıştır.

Khan ve Quanli (2017a), İngiltere için 1980-2016 yılları arasındaki ekonomik ve çevresel göstergeler ile lojistik performans arasındaki ilişkiyi otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) modeliyle incelemişlerdir. Analizde doğrudan yabancı yatırımlar (DYY), kişi başına düşen GSYİH, toplam sera gazı emisyonları, yenilenebilir ve yenilemez enerji tüketimi değişkenlerini kullanılmışlardır. Analiz sonuçları kısa ve uzun vadede lojistik operasyonlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının çevre kalitesini iyileştirdiğini göstermiştir. Öte yandan lojistik sektöründe fosil yakıt kullanımının çevresel bozulmalara yol açtığı sonucuna varılmıştır. Bu durum toplam sera gazı emisyonları, fosil yakıt tüketimi ve lojistik performans arasında güçlü bir negatif ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca toplam sera gazı emisyonlarının artışının, çevresel bozulmaların yanı sıra lojistik süreçlerin maliyetinin de artmasına neden olduğu vurgulanmıştır.

Khan ve diğerleri (2017), Almanya, Hollanda, Belçika, İngiltere, Singapur, İsveç, Norveç, Lüksemburg, ABD, Japonya, İrlanda, Kanada, Fransa, İsviçre, Hong Kong ve Çin gibi lojistik açıdan öncü ülkeleri içeren çalışmalarında, 2007-2015 döneminde çevresel lojistik performans göstergeleri ile makroekonomik faktörler arasındaki uzun vadeli ve nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Analizde LPI, Lojistik yeterlilik endeksi, Lojistik altyapı endeksi, CO₂ emisyonu, fosil yakıt tüketimi ve toplam sera gazı emisyonları gibi çeşitli değişkenler kullanılmıştır. Panel GMM tahmincisiyle yapılan analiz sonuçları, çevresel performans göstergelerinden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Mariona ve diğerleri (2017), 104 ülke için lojistik performans ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Aynı zamanda lojistik performans ve CO₂ emisyonu değişkenlerini bir araya getirerek düşük karbonlu lojistik performans endeksi oluşturmuşlardır. Bu endeks veri zarflama analizi ve Malmquist endeksi gibi yöntemler yardımıyla elde edilmiştir. Ayrıca düşük karbonlu lojistik performans endeksi yeşil lojistik açısından gelişmiş ülkelerde lojistik performansındaki artışın CO₂ emisyonunu azalttığını göstermiştir. Gelişmiş ülkeler arasında düşük karbonlu lojistik

performans endeksinin en yüksek olduğu ülkeler Japonya, İsviçre, Togo, Benin ve ABD iken, gelişme gösteren ülkelerin ise Luxemburg, İrlanda, Lübnan ve Honduras olduğu tespit edilmiştir.

Saidi ve Hammami (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 75 ülkenin 2000-2014 yıllarına ait verileri kullanılarak yük taşımacılığı ile ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkisi GMM ve dinamik panel veri yöntemleriyle incelenmiştir. Bu çalışmada ülkeler gelir düzeylerine göre yüksek gelirli, orta gelirli ve düşük gelirli olarak üç gruba ayrılmıştır. Elde edilen bulgular ekonomik büyüme ile yük taşımacılığı arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Yüksek gelirli ülkelerde, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında geri bildirim etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yük taşımacılığından çevresel bozulmaya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine sahip olduğu bulunmuştur. Orta ve düşük gelirli ülkelerde ise yük taşımacılığının ekonomik büyüme ile çevresel bozulmalar üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Liu ve diğerleri (2018) tarafından yapılan çalışma, 2007-2016 yılları arasında 42 Asya ülkesini kapsamaktadır ve bu çalışma genelleştirilmiş moment yöntemi (GMM) ile analiz edilmiştir. Bu çalışmada, lojistik performans ile çevresel bozulma arasındaki ilişki incelenmiş ve Lojistik Performans Endeksi (LPI), ticari açıklık, kentleşme ve sanayileşme açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Yapılan analizler uluslararası gönderilerin CO₂ emisyonunu azalttığını, ancak zamanında teslimatın CO₂ emisyonunu önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Ayrıca Asya'nın farklı bölgelerinde uluslararası sevkiyatların takibi ve izlenmesi, hizmet kalitesi, altyapı kalitesi ile gümrük ve sınır yönetimi verimliliğinin çevre üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Öte yandan sanayileşme ve kentleşmenin CO₂ emisyonunu artırdığı, ticari açıklık değişkeninin ise CO₂ emisyonunu azalttığı belirlenmiştir.

Akandere ve Hakses (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 29 ülke için 2010-2016 dönemine ait veriler kullanılarak lojistik performans endeksi ile çevre performans endeksi arasındaki ilişki panel veri modeli ile incelenmiştir. Analiz sonuçları değişkenler arasındaki ilişkinin ülke ve zaman açısından farklılık gösterdiğini ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Khan ve diğerkleri (2019a), Güney Asya İş Birliğı Ülkeleri (SAARC) için lojistik performans ile sosyal, çevresel ve ekonomik büyüme göstergeleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analizde çevresel göstergeler olarak fosil yakıt enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu gibi açıklayıcı değişkenler kullanmışlardır. Değişkenler arasındaki ilişkileri incelerken, veri setindeki farklılık, zaman serisi bağımlılığı ve değişken varyanslar gibi yaygın problemleri ortadan kaldırmak için Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) ve Uygun Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (FGLS) kullanmışlardır. Elde edilen bulgular neticesinde lojistik altyapısı, ticari açıklık, yakıt tüketimi, CO₂ emisyonu, sağlık harcamaları ve ülkenin siyasi istikrarsızlığı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle lojistik altyapısının kalitesizliğinin sera gazı ve CO₂ emisyonunun yoğunluğunu artırarak çevresel bozulmalara neden olduğu saptanmıştır.

Khan ve diğerkleri (2019), Güneydoğu Asya Uluslar Birliğı (ASEAN) ülkelerinde yoksulluğun ve lojistik operasyonların çevresel bozulma üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 2007-2017 dönemi boyunca değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek için Panel veri yöntemini kullanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda yoksulluk ve lojistik operasyonlarının çevresel bozulmalar üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Karaduman ve diğerkleri (2020), 11 Balkan ülkesi (Arnavutluk, Bosna Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Yunanistan, Karadağ, Kuzey Makedonya, Romanya ve Türkiye) için yaptıkları çalışmada, lojistik performans ve CO₂ emisyonu arasındaki bağlantıyı değerlendirmişlerdir. Çalışmada 2010-2016 yılları arasındaki veri setinden yararlanılarak, sabit etkiler panel veri modeli kullanılmıştır. Elde edilen bulgular LPI ile CO₂ emisyonu arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca 11 balkan ülkesinde LPI artışının CO₂ emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir.

Öncü ve Özdemir (2020), 2007-2017 dönemine ait panel verilerini kullanarak 33 ülke üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada, GMM yöntemiyle lojistik performans, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, lojistik performansın CO₂ emisyonunu artırdığını ve çevre kirliliğine yol açtığını ortaya koymuştur. Ayrıca altyapı kalitesinde gerçekleşecek iyileştirmelerin CO₂

emisyonusunu azaltacağı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Magazzino ve diğerleri (2021), ilk 25 lojistik ülkesi için makro düzeyde bir veri oluşturarak lojistik performans ile ekonomik, çevresel ve sosyal göstergeler arasındaki ilişkiyi Panel veri seri yöntemiyle incelemişlerdir. 2007- 2018 dönemi kapsayan veriler FMOLS, GMM ve Kantil Regresyon (QR) analiziyle incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda inovasyonun, insani gelişme endeksinin ve ticari açıklığın lojistik performansı arttırdığı ön görülmüştür. Bunun yanında LPI'nın ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca LPI'daki oluşabilecek bir artışın CO₂ emisyonunu önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Su ve diğerleri (2021), Sarı Nehir Havzası'nda 2008-2017 döneminde lojistik sektörünün CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini DEA-Tobit modeliyle incelemişlerdir. Sonuçlar Ningxia, İç Moğolistan, Henan, Qinghai ve Shandong bölgelerinde lojistik sektörünün CO₂ emisyonlarını artırdığını, Shanxi, Gansu, Shaanxi ve Sichuan'da ise azalttığını göstermektedir. Ayrıca bölgesel çevre düzenlemeleri sonucunda lojistik kaynaklı CO₂ emisyonunun azaldığı ve lojistik sektöründeki enerji yoğunluğunun CO₂ emisyonunu olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Subramaniam (2021), 2010-2016 döneminde 50 gelişmekte olan ülkenin dinamik panel veri analiziyle lojistik performansın çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Bulgular lojistik performansın artmasının çevre kirliliğini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir.

Santosa ve diğerleri (2022), 2007-2018 dönemi boyunca ASEAN ülkeleri için lojistik performans ile çevre arasındaki ilişkiyi panel veri analiziyle incelemişlerdir. Bulgular, LPI'deki artışın CO₂ emisyonunu azalttığını ve aynı zamanda altyapı ile uluslararası sevkiyat kalitesinin CO₂ emisyonunu artırdığını göstermektedir.

Sikder ve diğerleri (2022), Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık ve Güney Asya Bölgesel İş birliği Teşkilatı'na (SAARC) üye olan 16 Asya ülkesi için lojistik performans ile taşımacılık sektöründen kaynaklanan CO₂ emisyonu, kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) oranı, doğrudan yabancı yatırımlar, ticari açıklık ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada 2007-2018 dönemi verileri

kullanılarak Panel veri seti, Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi ve GMM yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonuçları lojistik hizmetlerin yeterliliği, zamanında teslimat ve gümrük işlemlerinin verimliliğindeki artışın taşımacılıktan kaynaklanan CO₂ emisyonunu azalttığını saptamıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının çevresel etkileri azaltılabileceğini göstermektedir.

Mohsin ve diğerleri (2022) tarafından yapılan çalışmada, 2007-2016 dönemi için 23 OBOR ülkesinin lojistik performansı, çevre ve ekonomik büyüme ilişkisi GMM yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Analiz sonuçları lojistik altyapı kalitesi, hizmet yeterliliği ve zamanında teslimatın yetersizliğinin çevresel bozulmalara neden olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda gümrük verimliliği ve nakliyenin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Li ve diğerleri (2021) tarafından yürütülen çalışmada, Tek Kuşak Tek Yol projesine dahil olan ülkelerdeki lojistik performansın iyileşmeleri ile çevre arasındaki ilişki incelenmiştir. 2007-2019 dönemine ait panel veri seti, GMM ve İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, lojistik performanstaki artışın OBRI, Orta Asya ve MENA ülkelerinde çevresel bozulmalara yol açtığı, buna karşılık Avrupa, Doğu Asya ve Güneydoğu Asya'da ise çevre kalitesinde iyileşmelere katkı sağladığı görülmüştür.

Polat ve diğerleri (2022), lojistik performans endeksi ile kişi başına düşen CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemek için 2018 yılına ait verileri kullanarak 150 ülkeyi üç aşamalı bir kümeleme yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Ampirik çalışmanın üç aşamasında sırasıyla hiyerarşik kümeleme, veri zarflama ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular değişkenler arasındaki ilişkinin hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümelerde yer alan ülkeler açısından farklılık gösterdiğini göstermektedir. Ayrıca LPI ile kişi başına düşen CO₂ emisyonu arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki gözlemlenmiş ve 150 ülkenin bu ilişkiye göre kümelenebileceği öngörülmüştür.

Wan ve diğerleri (2022), 2007-2018 dönemi yıllık verilerini kullanarak 22 gelişmekte olan ülke için lojistik performans, yenilenebilir enerji kullanımı ve ekonomik küreselleşmenin çevre kalitesi üzerindeki etkisini Momentler Kantil Regresyon

Metoduyla (MM-QR) incelemişlerdir. Araştırma sonuçları lojistik performansın çevre kalitesinin bozulmasına neden olduğunu göstermektedir. Diğer yandan yeşil inovasyon ve çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik küreselleşmenin çevre kalitesini pozitif yönde etkilediği saptanmıştır.

Hind ve Mustapha (2022), Güney Afrika, Mısır, Cezayir, Nijerya, Fas, Libya, Angola, Tunus, Sudan, Kenya ve Gana için 2007-2020 dönemine ait verilerle lojistik performans ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Elde edilen bulgular lojistik performansta ilerleme kaydeden ülkelerde CO₂ emisyonunun azaldığını göstermektedir. Ayrıca altyapı kalitesinin CO₂ emisyonunu artırdığı tespit edilmiştir.

Özçelik ve Tüngör (2023) tarafından yapılan çalışmada, MENA ülkeleri için 2007-2018 veri setleri kullanılarak lojistik performans ile çevresel bozulma arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Çalışmada ülkeler petrol zengini ve petrolden fakir olarak iki gruba ayrılmış ve çevresel bozulma göstergeleri olarak CO₂ emisyonları ile ekolojik ayak izi değişkenleri kullanılmıştır. Ayrıca analize LPI dışında kişi başına GSYİH, endüstrileşme ve ticaret açıklığı gibi açıklayıcı değişkenler de dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, petrol zengini MENA ülkelerinde lojistik performans artışının çevresel bozulmalara neden olduğunu göstermektedir. Öte yandan, petrol fakiri ülkelerdeki analiz sonuçları, iki değişken arasındaki ilişkinin belirsiz olduğunu ortaya koymuştur.

Literatürde ikinci araştırma konusu olarak lojistik performans ile enerji yoğunluğu arasındaki ilişki özetlenmiştir. Bu çalışmalar çoğunlukla lojistik performansın enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini ve bu etkinin varlığını, eğer varsa ilişkinin yönünü belirlemeye odaklanmıştır. Ayrıca nedensellik ilişkisi de araştırılarak, lojistik performansın enerji yoğunluğunu nasıl etkilediği üzerinde durulmuştur. Öte yandan çalışmalarda lojistik performans ve enerji yoğunluğu değişkenlerinin yanı sıra ekonomik büyüme değişkeni de göz önünde bulundurulmuştur.

Zhang ve diğerleri (2011), Çin için 1980-2006 döneminde taşımacılık sektörünün enerji tüketimi üzerindeki etkisini LMDI ayrıştırma yöntemiyle incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, bu dönemde taşımacılık sektöründe enerji tüketimi yaklaşık olarak %8 artmıştır. Çalışmada, 1980'de karayolu taşımacılığının enerji tüketimindeki payının

%36,6 olduğu, ancak 2006'da bu oranın %61,5'e yükseldiği belirtilmektedir. Ayrıca taşımacılık faaliyetlerindeki artışların enerji tüketimini artırdığı ve enerji tüketiminin azaltılmasında doğrudan enerji yoğunluğunun önemli bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Mraihi ve Hourabi (2011), Tunus'ta ekonomik büyüme, yük taşıma talebi ve enerji yoğunluğu arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla ayrıştırma tekniğiyle iki model oluşturmuşlardır. İlk modelin analiz sonuçlarına göre, yük taşımacılığı talebi ile enerji yoğunluğu arasında nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca yük taşımacılığının enerji yoğunluğunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. İkinci modelin sonuçlarına göre, ekonomik büyüme ile karayolu taşımacılığının yakıt tüketimindeki hacminin artması arasında bir ilişki olduğu görülmektedir.

Hajko (2014) tarafından yapılan çalışmada, AB-27, AB-15 ve AB-12 üye ülkeleri için taşıma sektörünün enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada 1994-2004 dönemi için hem koşulsuz hem de koşullu yakınsama modelleri oluşturulmuş ve tahminler hem bir yıllık hem de beş yıllık dönemler için yapılmıştır. Analiz sonuçları, tüm Avrupa Birliği ülkelerinde 4 yıllık bir dönemde yakınsama eğilimi olduğunu göstermektedir. Ayrıca AB-15 ülkelerinin her birinin tahminlerinin farklı yakınsama modellerine eğilimli olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte taşımacılık ve enerji yoğunluğu arasında kısa dönemlerde daha hızlı bir yakınsama eğilimi tespit edilmiştir.

Andrés ve Padilla (2015), İspanya'daki karayolu yük taşımacılığının enerji yoğunluğundaki değişimi 1996-2012 dönemi için çarpımsal LMDI-II ayrıştırma analiziyle incelemişlerdir. Sonuçlar, 2006-2012 yılları arasında İspanya'daki karayolu yük taşımacılığının enerji yoğunluğunu arttırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu belirlemiştir.

Dai ve Gao (2016), Çin'deki lojistik sektörünün enerji yoğunluğuyla ilişkisini 1980-2010 verileriyle LMDI ayrıştırma analiziyle incelemişlerdir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, ekonomik büyümeyle birlikte lojistik performansta yaşanan artışların enerji yoğunluğunu artırdığını ve özellikle yük taşıma faaliyetlerindeki artışın bu etkiyi güçlendirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, lojistik sektöründeki iyileşmelerin enerji yoğunluğunun azaltılmasına katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Nasreen ve diğerkleri (2018) tarafından yapılan araştırmada, 63 gelişmekte olan ÷lkede 1990-2016 dñnemini kapsayan çalışmada, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve yük taşımacılığı arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada ÷lkeler üç gelir grubuna ayırarak, alt-orta gelirli ÷lkeler, üst-orta gelirli ÷lkeler ve yüksek gelirli ÷lkeler olarak sınıflandırılmıştır. GMM yöntemi kullanılarak yapılan analizler, tüm gelir grupları için ekonomik büyüme ile yük taşımacılığı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Ancak yüksek gelirli ÷lkelerde yük taşımacılığı ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin çift yönlü olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, üst-orta ve alt-orta gelirli ÷lkelerde yük taşımacılığından enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

He (2019), 156 ÷lkenin verilerine dayanarak enerji yoğunluğu ile lojistik endüstrisindeki gelişmeler ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, 2000-2017 yıllarına ait panel verileri kullanılmış ve bu ilişkiyi analiz etmek için sabit etki, rastgele etki ve sistem GMM yöntemleri uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişki düşük gelirli, düşük-orta gelirli, üst gelirli ve yüksek gelirli ÷lkeler bazında incelenmiştir ve ilişkinin bölgesel olarak farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Diğerk taraftan ekonomik büyümenin enerji yoğunluğu üzerinde pozitif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte lojistik endüstrisindeki ilerlemelerin enerji yoğunluğunu düşürdüğü bulunmuştur.

Yurtkuran (2021), Türkiye için 1974-2019 yılları verilerini kullanarak enerji yoğunluğu, ekonomik büyüme ve lojistik arasındaki ilişkiyi Bayer-Hanck eş bütünleşme yöntemiyle analiz etmiştir. Elde edilen bulgular parametreler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğunu ispatlamıştır. Ayrıca ekonomik büyümenin enerji yoğunluğunu pozitif yönde etkilediğı, ancak iki değışken arasında çift yönlü eş bütünleşme ilişkisine rastlandığı gör÷lm÷şt÷r. Bununla birlikte lojistik sektöründe gerçekleştirilen iyileştirmelerin enerji yoğunluğunu azalttığı gözlemlenmiştir.

Üç÷nc÷ araştırma konusu olarak, enerji yoğunluğu ve çevre ilişkisi literatürde ele alınmıştır. Bu çalışmalarda genellikle enerji yoğunluğu ile çevre arasındaki ilişkiyi araştırmak için çeşitli analiz yöntemlerine başvurmuş ve çeşitli değışkenler analizlere dahil edilmiştir.

Mbarek ve diğerkleri (2014), Tunus için 1980-2010 dönemine ait yıllık verileri kullanarak ekonomik büyüme ile enerji yoğunluğunun CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini Granger nedensellik ve varyans ayrıştırması analiz yöntemleriyle incelemişlerdir. Yapılan analizler, enerji yoğunluğundaki iyileştirmelerin CO₂ emisyonlarında belirgin bir azalmaya yol açtığını göstermektedir.

Bastola ve Sapkota (2015), Nepal için 1980-2011 yıllarına ait verilerle yaptıkları çalışmada, enerji yoğunluğu ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi Johansen eş bütünleşme ve ARDL sınır testi yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular uzun dönemde enerji yoğunluğu ile CO₂ emisyonu arasında geri besleme etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca ekonomik büyümeden hem CO₂ emisyonuna hem de enerji yoğunluğuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Rafiq ve diğerkleri (2016), 1980-2010 dönemi boyunca 22 gelişmekte olan ülkenin nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen GSYİH, kentleşme ve ticaret açıklığının, kirletici emisyonlar ile enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini doğrusal ve doğrusal olmayan panel veri yöntemleri kullanarak incelemişlerdir. Yapılan doğrusal olmayan tahminler, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen GSYİH ve fosil yakıt kullanımının, kirletici emisyonların ve enerji yoğunluğunun artmasının temel nedenleri olduğunu gösterirken, kentleşmenin enerji yoğunluğunu artırdığı sonucuna varılmıştır. Öte yandan ticaret açıklığının kirletici emisyonları ve enerji yoğunluğunu azalttığı tespit edilmiştir. Ancak kirletici emisyonlar ile kentleşme arasında belirgin bir ilişki bulunmamıştır.

Alama ve diğerkleri (2016), 1970-2012 yıllarına ait verileri kullanarak ekonomik büyüme, enerji yoğunluğu, nüfus artışı ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, Hindistan, Çin, Endonezya ve Brezilya için veriler ARDL testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları ekonomik büyüme ile enerji yoğunluğunun CO₂ emisyonunun artışında etkili olduğunu göstermektedir.

Martins ve diğerkleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, 29 Avrupa ülkesinde enerji yoğunluğunun çevre üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada toplam enerji tüketimindeki ithalatın yüzdesi, fosil yakıt tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve fosil yakıt kaynakları açıklayıcı değişkenler olarak kullanılmıştır. Çalışmada Kruskal-Wallis testi, Shapiro-Wilk testi, Pearson ve Spearman korelasyon analizlerinden yararlanılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre 29 Avrupa ülkesinin %60'ının hala fosil yakıt kaynaklarına bağımlı olduğu ve enerji yoğunluğunun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yüksek enerji yoğunluğu çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji ile fosil yakıt tüketimi arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

Assiah ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, Uganda'da 1990-2014 dönemi için ARDL analiz yöntemi kullanılarak CO₂ emisyonu, enerji yoğunluğu, sanayileşme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. ARDL yaklaşımı sonuçlarına göre tüm değişkenler arasındaki ilişkinin CO₂ emisyonlarını kalıcı olarak %2,46 oranında azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca enerji yoğunluğundaki %1'lik artışın CO₂ emisyonunu yaklaşık %84 düzeyinde azalttığı tespit edilmiştir.

Emir ve Bekun (2019), Romanya için 1990-2014 dönemine ait üç aylık verileri kullanarak CO₂ emisyonu, enerji yoğunluğu, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak araştırmışlardır. Çalışmada, ARDL ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri kullanılarak yapılan analizler, enerji yoğunluğu ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca bu iki değişkenin CO₂ emisyonunu olumsuz yönde etkilediği vurgulanmıştır.

Danish ve Khan (2020), 1985-2017 dönemi için ABD'de enerji yoğunluğu ile çevre arasındaki ilişkiyi dinamik ARDL tahmin yöntemiyle analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda, yüksek enerji yoğunluğunun çevresel bozulmalara sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Dabachi ve diğerleri (2020), yedi Afrika OPEC ülkesi için enerji tüketimi, enerji yoğunluğu, çevresel bozulma ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada, 1970-2018 verilerini kullanarak eş bütünleşme ve panel hata düzeltme (VECM) analizi yöntemlerini uygulamışlardır. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyümeden enerji yoğunluğuna doğru tek yönlü nedensellik gözlemlenirken, enerji yoğunluğu ile enerji fiyatları arasında geri bildirimli nedensellik bulunmuştur. Bu nedensellik sonuçları, enerji yoğunluğu ile enerji fiyatlarının çevresel bozulma üzerindeki etkisini göstermektedir. Aynı zamanda, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ve çevresel bozulma ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Patino ve diğerleri (2021), Kolombiya'da 1971-2017 ve 1975-2016 dönemlerini kapsayan çalışmalarında, CO₂ emisyonu ve enerji yoğunluğunu etkileyen faktörleri belirlemek için LMDI ayrıştırma yöntemini kullanmışlardır. Analiz sonuçları enerji yoğunluğundaki düşüşün çevresel bozulmaları azalttığını göstermektedir. Bununla birlikte ekonomik büyüme ve nüfus yoğunluğunun CO₂ emisyonunu artırdığı görülmüştür.

Bekun ve diğerleri (2021), 1990-2017 dönemindeki yıllık frekans verileri kullanarak AB-27 ülkeleri için çevre kalitesi, enerji yoğunluğu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Dumitrescu ve Hurlin Nedensellik yaklaşımıyla incelemişlerdir. Aynı zamanda Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) Hipotezi'nin geçerliliğini araştırmışlardır. Çalışmada çevre kalitesinin göstergesi olarak CO₂ emisyonuna ilişkin veriler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda uzun dönemde değişkenler arasında ilişki olduğu gözlemlenmiş ve ÇKE hipotezinin varlığı doğrulanmıştır. Öte yandan enerji yoğunluğunun çevre kalitesini düşürerek kirlilik seviyesini artırdığı tespit edilmiştir. Ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasında çift yönlü bir nedensellik saptanırken, aynı şekilde enerji yoğunluğu ile çevre kalitesi arasında da benzer bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir.

Khan ve diğerleri (2022), Kanada için 1989-2020 yıllarını baz alarak finansal gelişme, çevresel inovasyon, CO₂ emisyonu, araştırma-geliştirme (AR-GE), enerji yoğunluğu, yenilenebilir enerji üretimi, doğal kaynakların tükenmesi ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi Dinamik ARDL modeliyle incelemişlerdir. Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre çevreyle ilgili inovasyonların CO₂ emisyonunu azaltarak çevre kalitesini iyileştirdiği belirlenmiştir. Ancak enerji yoğunluğu, finansal gelişme, yenilenebilir enerji üretimi, AR-GE, doğal kaynakların tükenmesi ve sıcaklığın Kanada'da çevresel bozulmayı artırdığı sonucuna varılmıştır.

Muhammad ve diğerleri (2022) tarafından yapılan çalışmada, 2000-2017 dönemi için üç endüstri sektörü, enerji yoğunluğu ve çevresel verimlilik arasındaki ilişki incelenmiştir. İpek Yolu projesinde yer alan 64 ülke, gelişmiş ve gelişmekte olan olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Araştırmada SBM-DEA veri zarflama tekniği, rastgele etki, sabit etki ve IV GMM tahmin yöntemlerinden faydalanılmıştır. Üç endüstri sektörü şu şekilde tanımlanmıştır: Birincil sektör, tarım, madencilik, ormancılık ve hayvancılık gibi

faaliyetleri içermektedir. İkincil sektör, imalat, madencilik ve inşaat gibi faaliyetleri kapsamaktadır. Üçüncül sektörde ise ticaret, finans, iletişim, eğitim, sağlık ve turizm gibi hizmet faaliyetleri yer almaktadır. Analiz sonuçları İpek Yolu projesinde yer alan 64 ülkede enerji yoğunluğunun çevresel verimliliği olumsuz etkilediğini göstermektedir. Ayrıca gelişmiş ülkelerde çevresel verimliliğin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Üç endüstrinin çevre kalitesini düşürdüğü gözlemlenirken, ikincil sektörünün çevre verimliliği üzerindeki etkisinin daha yoğun olduğu belirlenmiştir. İkincil endüstri başlangıçta çevresel verimliliği artırırken, daha sonra ise belirli bir noktadan sonra çevresel verimliliği olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır.

Shokoohi ve diğerleri (2022) tarafından yapılan araştırmada, Türkiye, İran ve Irak için enerji yoğunluğunun ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisini 1971'den 2021'e kadar olan süreçte ARDL analiz yöntemiyle incelemiş ve Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin varlığı test edilmiştir. Çevresel gösterge olarak sadece CO₂ emisyonu değil, aynı zamanda ekolojik ayak izi de kullanılmıştır. Elde edilen bulgular Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerliliğini desteklemiştir. Yani iki değişken arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. İran ve Irak'ta ise ÇKE hipotezinin geçerliliği, CO₂ emisyonu değişkeni kullanıldığında reddedilmişken, ekolojik ayak izi değişkeni kullanıldığında kabul edilmiştir. Ayrıca enerji yoğunluğu, ekolojik ayak izi ve CO₂ emisyonu arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiş ve enerji yoğunluğunun çevre kalitesinin bozulmasında önemli bir rol oynadığı gözlemlenmiştir.

Zhang ve diğerleri (2023), Fas için 1990-2020 dönemi verilerini kullanarak ARDL yöntemiyle CO₂ emisyonu, doğal kaynak tüketimi, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkiyi araştırmışlar. Ampirik sonuçlar kısa ve uzun vadede enerji yoğunluğu ile CO₂ emisyonu arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar yüksek enerji yoğunluğunun CO₂ emisyonunu artırdığını göstermektedir. Diğer yandan enerji verimliliğinin CO₂ emisyonunu azalttığı ve çevre kalitesini artırdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca kullanılan değişkenler ile CO₂ emisyonu arasında tek yönlü nedensellik saptanmıştır.

Khan ve Liu'nun (2023) çalışmasında, Avustralya'da 1990-2021 yılları arasındaki verilere dayanarak CO₂ emisyonu, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu ,yenilenebilir enerji kaynakları, yenilemez enerji kaynakları ve enerji üretimi arasındaki ilişkiyi

incelemişlerdir. Değişkenlerin uzun ve kısa dönem nedensellik ilişkisi ARDL modeli, FMOLS, Dinamik En Küçük Kareler (DOLS), Kanonik Koentegrasyon Regresyonu (CCR) ve Granger nedensellik testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, düşük enerji yoğunluğu ve yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin çevre kalitesini olumlu yönde etkilediğini gösterirken, enerji ithalatı ve yenilemez enerji kaynaklarından enerji üretiminin karbondioksit emisyonlarını artırdığı ve çevresel bozulmalara neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Adebayo ve Ullah (2023), İsviçre'de çevresel sürdürülebilirlik açısından CO₂ emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi, kentleşme, kömür ve gaz verimliliği arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. Çalışmada 1990-2020 döneminde, uzun, orta ve kısa vadeli olarak, parametreler arasındaki zaman ve frekansa dayalı etkileşimi analiz etmek için Wavelet (Dalgacık) yöntemini kullanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre ilk dönemlerde CO₂ emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında negatif bir ilişki belirlenirken, 1995-2005 ve 2018-2020 dönemlerinde bu ilişkinin güçlü korelasyon olduğu görülmüştür. Ayrıca CO₂ emisyonu ile kentleşme arasında 1993-1998 arası kısa ve orta vadeli frekanslarda negatif bir korelasyon bulunurken, 2005-2016 döneminde uzun vadede güçlü bir pozitif uyum tespit edilmiştir. Analiz 1990-2020 döneminde CO₂ emisyonu ile kömür ve gaz verimliliği arasında negatif bir etkileşim olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda kullanılan değişkenler arasında negatif korelasyon olduğu ve bu ilişkilerin zaman ve frekansa göre değiştiği vurgulanmıştır.

Haliru (2023), Nijerya'nın sürdürülebilir kalkınmasında CO₂ emisyonu ve enerji yoğunluğunun önemini belirlemek amacıyla 1990-2021 dönemini ARDL ve Sınırlı Test Modeli ile analiz etmiştir. Çalışma analizine nüfus artışı, kişi başına düşen GSYİH ve İnsani Gelişim Endeksi (İGE) kontrol değişken olarak eklenmiştir. Sonuçlar CO₂ emisyonu ile İGE ve kişi başına düşen GSYİH ile İGE arasında pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte çalışma enerji yoğunluğu ile İGE arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Nijerya'da CO₂ emisyonunun sürdürülebilir kalkınma üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gözlenirken, enerji yoğunluğunun ise sürdürülebilir kalkınma üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Hodzic ve diğerkleri (2023), AB-26 ÷lkeleri için finansal katılım, doğal kaynak kirası, enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi 2004-2016 yılları arasında Panel Kantil Regresyon analiziyle incelemişlerdir. Bu analizde kullanılan Panel Kantil Regresyon yöntemi ilk olarak tüm değişkenlerin CO₂ emisyonunu farklı düzeylerde etkilediğini göstermektedir. Ardından yapılan aşamada değişkenlerin CO₂ emisyonunu belirlemede anahtar faktörler olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar enerji yoğunluğunun evre kirliliği açısından önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca doğal kaynak kirası ve finansal katılımın CO₂ emisyonunu azaltarak çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmede etkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Chen ve diğerkleri (2024) tarafından yapılan çalışmada, Almanya, İrlanda, Danimarka, İngiltere, Norveç, Fransa, Avusturya, İtalya, Meksika ve Avustralya'nın 1990-2019 dönemi için enerji verimliliğinin ekonomik büyüme ve çevreye olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada, değişkenler Westerlund panel-eş bütünleşme testi, panel sabitler ve etkiler, panel GMM ve kesitsel hata uyarlanmış En Küçük Kareler (FGLS) yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca enerji erişimi, enerji güvenliği ve enerji yoğunluğu moderatör değişkenleri olarak dikkate alınmıştır. Bulgular enerji yoğunluğu, erişimi ve güvenliğinin ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte uzun dönemde enerji yoğunluğunun ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği ancak evre bozulmasına neden olduğunu ortaya koymuştur.

Son araştırma konusu olarak, lojistik performans ve evre ilişkisinde enerji yoğunluğunun rolüne odaklanan çalışmalar incelenmiştir. Bu alışmalar genellikle lojistik performansın çevresel etkilerini değerlendirirken enerji yoğunluğunun önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmaların amacı ise lojistik performans ile evre ilişkisinde enerji yoğunluğunun etkisini anlamak ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli politika önerileri geliştirmektir.

Kamakaté ve Schisser (2009), 1973-2005 dönemi boyunca OECD ÷lkelerinde karayolu taşımacılığının enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları bu ÷lkeler arasında coğrafi koşullar, ulaşım altyapısı ve kamyon kullanım alışkanlıkları gibi faktörlerin, karayolu taşımacılığının enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu üzerinde farklılık yarattığını göstermiştir. Bununla

birlikte yapılan yakıt iyileştirmelerinin karayolu taşımacılığındaki enerji yoğunluğunu ve CO₂ emisyonunu azalttığı gözlemlenmiştir.

Xiao ve diğerleri (2015) çalışmalarında, Çin'in 30 eyaleti için 2000-2011 dönemi verilerini kullanarak lojistik faaliyetlerden kaynaklanan enerji tüketimi, enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi zaman ve mekânsal dağılım yöntemiyle analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, lojistik faaliyetlerden kaynaklanan enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyen bir ilişki bulunmuştur. Ancak bu durum ekonomik büyümenin lojistik faaliyetleri artırarak çevresel bozulmalara yol açtığını göstermektedir. Diğer taraftan incelenen yıllarda lojistik faaliyetlerden kaynaklanan enerji yoğunluğunun ve CO₂ emisyonunun artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Batzaris ve diğerleri (2015), AB-28 ülkeleri için 1995-2012 dönemi boyunca taşımacılıktan kaynaklanan enerji yoğunluğu, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma zamanı iki ayrı döneme ayrılarak gerçekleştirilmiştir: 1995-2000 yılları arası büyüme dönemi ve 2008-2012 yılları arası durgunluk dönemi. Bulgular 2008 ekonomik krizinden sonra AB-28 ülkelerinde taşımacılıktan kaynaklanan enerji yoğunluğu, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasında daha güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Fan ve Lei (2016) çalışmalarında, Pekin'deki taşımacılık sektöründen kaynaklanan enerji tüketimi ve CO₂ emisyonunun belirleyicilerini araştırmışlardır. 1995-2012 dönemine ait verileri kullanarak, genelleştirilmiş Fisher endeksi ayrıştırma yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları analizde, enerji yoğunluğu, birim trafik cirosu başına çıktı değeri, ekonomik büyüme ve nüfus büyüklüğünün Pekin'deki taşımacılık sektöründen kaynaklanan CO₂ emisyonunu artırdığı veya desteklediği saptanmıştır. Ayrıca enerji yapısı ve ulaşım yoğunluğunun bu emisyonları azaltıcı etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Zheng ve diğerleri (2017), Çin için 1980-2008 döneminde lojistik sektörü ile enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sonuçlar lojistik sektöründe kullanılan enerjinin CO₂ emisyonunu artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca lojistik sektöründeki gelişmelerin CO₂ emisyonundaki artışla ilişkili olduğu

belirlenmiştir. Öte yandan 1980'den 2010'a kadar olan verilere dayanarak, Çin'in lojistik sektöründeki enerji tüketiminin, lojistik faaliyetlerdeki büyümeye bağlı olarak arttığı, ancak bu artışın enerji yoğunluğunun iyileştirilmesi yönünde önlemler alınmasıyla gerçekleştiği gözlenmiştir.

Zaman ve Shamsuddin (2018), Avrupa'daki 27 ülke için 2007-2014 dönemine ait veri setini kullanarak lojistik performansın enerji, çevre ve sağlık üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu etkileri incelemek için GMM yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre LPI'nın alt başlıkları CO₂ emisyonunda çeşitli etkiler yaratmıştır. Zamanında teslimat, uluslararası gönderilerin takibi ve izlenmesi, uluslararası sevkiyatlar, lojistik hizmetlerin kalitesi ve yeterliliği enerji talebi ile CO₂ emisyonu önemli ölçüde arttırmıştır. Bununla birlikte altyapı kalitesi ve gümrük verimliliğinin enerji yoğunluğunu düşüldüğü ve böylece CO₂ emisyonunun azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak lojistik performans ve enerji yoğunluğu arasında güçlü pozitif ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Liu (2019) tarafından yapılan araştırmada, 2009-2016 döneminde Çin'deki lojistik sektörünün enerji tüketimi ile karbon emisyonları arasındaki ilişki, nicel ve dinamik ayrıştırma yöntemleriyle analiz edilmiştir. Araştırma bu dönemi zayıf ayrışma, negatif ayrışma ve tekrar zayıf ayrışma olarak üç ayrı döneme ayırmıştır. Enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkinin analizine dayanarak, enerji tüketiminin azalmasının Çin'deki lojistik endüstrisinin karbon emisyonu büyüme trendini yavaşlattığı ve enerji tüketim yapısının giderek makul hale geldiği sonucuna varılmıştır. Bu bulgular lojistik endüstrisindeki enerji verimliliğinin artmasının ve karbon emisyonlarının azalmasının önemini vurgulamaktadır.

Quan ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada, 2000-2016 yılları arasında lojistik sektörden kaynaklanan CO₂ emisyonu, İklim Değişikliği Paneli tarafından geliştirilen yöntem ile incelenmiştir. Bu yöntem Logaritmik Ortalama Division Endeksi (LMDI) kullanılarak CO₂ emisyonunu etkileyen beş faktörü ayrıştırmaktadır. Bu faktörler CO₂ emisyonu katsayısı, enerji yoğunluğu, enerji yapısı, ekonomik büyüme ve nüfus yoğunluğudur. Çalışmanın sonucuna göre ekonomik büyüme, enerji yoğunluğu ve nüfus yoğunluğu lojistik sektörünü olumlu yönde etkilemiştir. Aynı zamanda lojistik sektöründe yaşanan gelişmelerin CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın ve diğerleri (2023) tarafından yürütülen bir araştırmada, 2007-2018 döneminde Bir Kuşak Bir Yol projesinde yer alan 45 ülke için enerji yoğunluğunun lojistik performans ile çevresel bozulma arasındaki ilişki Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) yöntemiyle incelenmiştir. Bulgular enerji yoğunluğu düşük olan ülkelerde, yani eşik seviyesinin altında, lojistik performansın gelişiminin çevresel bozulmayı azalttığını göstermektedir. Enerji yoğunluğunun eşik seviyesinin üstünde olduğu durumlarda ise lojistik performanstaki ilerlemenin çevresel bozulmayı artırdığı belirlenmiştir.

Wang ve Dong (2023), lojistik sektöründeki gelişme, enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, 2004-2018 dönemi için Çin'in 30 eyaletinden elde edilen verileri kullanarak panel otoregresif model kurmuşlardır. Oluşturulan modelin katsayıları Granger nedensellik testi ile değerlendirilen sistem-GMM aracılığıyla hesaplanmıştır. Analizden elde edilen bulgulara göre lojistik sektöründe yaşanan gelişmelerin dört ana ekonomik bölgede enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonunu olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca lojistik sektöründeki gelişme ile enerji yoğunluğu arasında tek taraflı nedensellik ilişkisi olduğu bulunmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

CMR ÜLKELERİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN ÇEVRE VE LOJİSTİK PERFORMANS İLİŞKİSİNDEKİ ROLÜ

1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Lojistik sektörü, küresel ekonomi vazgeçilmez bir parçası olarak kabul edilmektedir. Malzemelerin, ürünlerin ve bilginin etkin taşınmasını ve yönetilmesini sağlayan lojistik faaliyetler, müşteri taleplerini karşılamak için planlama, uygulama ve kontrol süreçlerini içermektedir. Ülkeler, lojistik faaliyetlerin doğru bir şekilde yönetilmesini sağlayarak karlılığı maksimize etmekte ve uluslararası ticarete rekabet avantajı elde etmek için lojistik performanslarını artırmaya odaklanmaktadır (Rose ve diğerleri, 2017; Saripalle, 2018). Lojistik performansın iyileştirilmesi, işlem maliyetlerini azaltmakta, verimliliği ve üretkenliği artırmakta ve tedarik zincirlerinde etkin entegrasyonu sağlamaktadır (Navickas, Sujeta ve Vojtovich, 2011; Filová ve Hrdá, 2021; Emikönel, 2022). Aynı zamanda, lojistik performansını artırırken çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilirliğe odaklanması gerekmektedir (Herold ve Lee, 2017).

Fosil kaynakların aşırı kullanımı, lojistik sektöründe enerji yoğunluğunu artırmakta ve çeşitli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Özellikle lojistik sektöründe taşıma, depolama ve diğer lojistik faaliyetler genellikle yoğun enerji tüketmektedir. Fosil yakıtların yanması sonucu ise atmosfere salınan sera gazları, biyoçeşitlilik kaybı, ormansızlaşma, asit yağmurları, deniz seviyelerinde yükselme ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi önemli çevresel etkilere yol açmaktadır (Hayami, Nakamura ve Nakamura, 2015; Magazzino ve diğerleri, 2021). Ayrıca fosil yakıt kullanımının artması enerji arz güvenliğini tehdit etmekte, tedarik riskleri ve fiyat dalgalanmaları gibi ekonomik sorunlara sebep olmaktadır. Fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalar ise enerji piyasalarının istikrarsızlaşmasına ve genel ekonomik dengesizliklere katkıda bulunmaktadır, bu da üretim maliyetlerini artırmaktadır. Diğer yandan yüksek enerji maliyetleri, lojistik sektöründeki işletme giderlerini artırarak rekabet gücünü olumsuz etkileyebilmektedir (Martins ve diğerleri, 2019). Bu bağlamda enerji yoğunluğunun azaltılması, enerji arz güvenliğini artırmanın ve CO₂ emisyonlarını azaltmanın en etkili ve maliyet açısından uygun bir yolu olarak kabul edilmektedir.

Enerji yoğunluğu, birim başına kullanılan enerji miktarını ifade eder ve genellikle ekonomik veya endüstriyel faaliyetlerin verimliliğini değerlendirmede önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Lojistik sektöründe, fosil yakıt kullanımını azaltan uygulamaların benimsenmesi, işletmelerin enerji yoğunluğunu azaltarak işletme maliyetlerini düşürmekte ve çevresel etkileri azaltmaktadır. Dolaysürdürülebilir ekonomik büyüme için daha sağlam bir temel oluşturmaktadır (Lam ve Dai, 2015; Halldórsson, Sundgren ve Wehner, 2019). Bu kapsamda enerji yoğunluğu, çevre ve lojistik performans arasındaki ilişkide kritik bir rol oynamaktadır.

2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE AMACI

Taşımacılık faaliyeti tedarik zinciri bileşenlerini bir araya getirerek, kaynakları son tüketiciye ulaştırmayı hedeflemektedir. Taşımacılık faaliyetlerinin etkin bir şekilde organize edilmesi, toplam maliyetlerin azalmasına ve müşteri hacminin büyümesine yardımcı olurken, lojistik performansında gelişmesine katkı sağlamaktadır (Topolšek, Čižiūnienė ve Ojsteršek, 2018). Karayolu taşımacılığı ise lojistik performansın artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Üretimden tüketim noktalarına kadar olan süreçte tüm hizmetlerin dünya çapında etkin bir şekilde taşınmasına neden olmaktadır. Böylece karayolu taşımacılığı, ülkelere ulusal ve küresel pazarlara ulaşım imkânı tanımaktadır.

Bu doğrultuda ülkelerin uluslararası taşımacılıkta farklılıklarının giderilmesi için standartların gerekliliği, 1956 yılında Cenevre'de CMR Konvansiyonu'nun imzalanmasına yol açmıştır. Günümüzde 58 üyeden oluşan CMR Konvansiyonu, farklı ülkelerdeki taşımacılık süreçlerinin düzenlenmesini ve uyumsuzlukların giderilmesini hedeflemektedir. Bu hedefler lojistik sektörünün daha tutarlı ve etkili bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda uluslararası ticarete karayolu taşımacılığının rolünü güçlendirmekte ve ülkelerin lojistik performansının iyileşmesine olanak tanımaktadır (Poliakve Tomicova, 2020).

Lojistik performansının artması, çevresel olarak bazı olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Lojistik sektöründe genellikle fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların aşırı yanması yüksek enerji yoğunluğuna ve bunun sonucunda ise çevre kirliliğine yol açmaktadır. Ülkelerin sürdürülebilirlik kapsamında enerji tüketimlerini ve

fosil yakıt kullanımlarını sınırlandırılması gerekmektedir. Dolayısıyla CMR ülkelerinin çevresel bozulmaları azaltmak için düşük enerji yoğunluğu yani enerji verimliliğine önem vermeleri gerekmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı CMR ülkeleri için enerji yoğunluğu bağlamında çevre ve lojistik performans ilişkisini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modeli vasıtasıyla enerji yoğunluğu için bir eşik değeri tanımlanacaktır. Bu eşik değerinin altında ve üstünde olduğu senaryolarda, lojistik performansın çevre üzerindeki etkisi ayrıntılı bir şekilde analiz edilecektir.

3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ

Bu bölümde CMR ülkeleri için veri aralığı 2007-2018 dönemi olarak belirlenmiştir. Çevre değişkeni olarak kişi başına ekolojik ayak izi (kha) kullanılmış ve bağımlı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Lojistik performansını temsilen lojistik performans endeksi, enerji yoğunluğunu temsilen ise birincil enerjinin enerji yoğunluğu düzeyi (MJ/\$2017 SAGP GSYİH) kullanılmıştır. Ayrıca modelin sağlamlığını test etmek amacıyla modele sanayi (inşaat dahil), katma değer (% GSYİH), kişi başına GSYİH (mevcut \$) ve kentsel nüfus (% toplam nüfus) kontrol değişkenleri eklenmiştir. Kişi başına ekolojik ayak izi verileri Küresel Ayak İzi Ağın'dan, diğer tüm veriler ise Dünya Bankası'ndan alınmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 3.1'de yer almaktadır.

Tablo 3.1: Değişkenlerin Tanımı

Değişkenler	Değişken Tanımları	Kaynak	Ölçü Birimi
EF	Ekolojik Ayak İzi	Küresel Ayak İzi Ağı	Kişi Başına Küresel Hektar
LPE	Lojistik Performans Endeksi	Dünya Bankası	Endeks
EY	Enerji Yoğunluğu	Dünya Bankası	MJ/\$2017 SAGP GSYİH
IN	Sanayi (İnşaat Dahil) Katma Değer	Dünya Bankası	%GSYİH
PERGDP	Kişi Başına GSYİH	Dünya Bankası	Mevcut \$
UP	Kentsel Nüfus	Dünya Bankası	%Toplam Nüfus

4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Araştırmada çevre ile lojistik performans arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolüne odaklanılmıştır. Ancak araştırmada belirgin kısıtlar mevcuttur. İlk kısıt, çevre kirliliğini neden olan sanayileşme, enerji tüketimi, ulaşım, şehirleşme ve nüfus yoğunluğu gibi çeşitli etkenler yerine sadece lojistik performans endeksi kullanılmış olmasıdır.

Çalışmanın ikinci kısıtı, lojistik performans, çevre ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkiyi analiz etmek için kullanılacak değişkenlerin belirlenmesidir. Aynı zamanda modelin sağlamlığını test etmek amacıyla kontrol değişkenlerinin de tanımlanması gerekmektedir. Lojistik performansı temsil etmek için Lojistik Performans Endeksi (LPE), çevreyi temsil etmek için kişi başına ekolojik ayak izi (kha) göstergesi ve enerji yoğunluğunu temsil etmek için birincil enerjinin enerji yoğunluğu düzeyi (MJ/\$ 2017 SAGP GSYİH) kullanılmıştır. Kontrol değişkenleri olarak modele üç değişken eklenmiştir: sanayi (inşaat dahil) katma değer (% GSYİH), kişi başına GSYİH (mevcut \$) ve kentsel nüfus (% toplam nüfus).

Üçüncü kısıt, araştırmanın zaman aralığıdır. Araştırma kapsamında, lojistik performans endeksi verileri 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yıllarını içermektedir. Lojistik performans endeksine ait ilk gösterge 2007 yılında yayınlanmış ve sonrasında iki yılda bir güncellenmiştir. Bu nedenle çalışmada bu belirtilen yıllar tercih edilmiştir. Ayrıca 2023 yılı lojistik performans verilerinin kullanılmamasının sebebi, kişi başına ekolojik ayak izi ve enerji yoğunluğu verilerine ait en son 2022 yılına kadar güncel verilere ulaşılabilmesidir. Dolayısıyla çalışmada lojistik performans, kişi başına ekolojik ayak izi ve enerji yoğunluğu verileri 2007-2018 dönemiyle sınırlandırılmıştır.

Son kısıt olarak çalışmaya dahil edilen ülke grubu CMR konvansiyonuna üye olan ülkelerdir. CMR konvansiyonunda yer alan 58 üye ülke bulunmaktadır. Ayrıca Afganistan, Azerbaycan, Fas ve Türkmenistan'a ait bazı yılların verilerine erişilemediği için bu ülkeler analize dahil edilmemiştir. Ülkelerin lojistik performans seviyelerine göre çevre kirliliği ve enerji yoğunluğu düzeylerinin değiştiği gözlemlenmektedir. Bu durum enerji yoğunluğu, çevre ve lojistik performans ilişkisinin her bir ülke için farklı olabileceğini göstermektedir.

5.ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ

Çevre ve lojistik performans ilişkisinde enerji yoğunluğunun rolünün değerlendirilmesi amacıyla Liu vd. (2018), Khan vd. (2018), Subramaniam (2021) ve Aydın vd. (2023) çalışmalarında kullandıkları model temel alınarak bir model elde edilmiştir. Bu model denklem 3.1'de sunulmaktadır. Ayrıca modelde bulunan tüm değişkenler, düzey değerleriyle logaritmaları alınarak modele eklenmiştir. Sonuç olarak modelin logaritmasının alınması modelin deneysel bir şekilde hesaplanmasına fayda sağlamıştır.

$$\ln EF = \beta_0 + \beta_1 LPE_{it} + \beta_2 IN_{it} + \beta_3 PERGDP_{it} + \beta_4 UP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

Denklem 3.1'de t döneminde i ülkesi için değişkenler şu şekilde tanımlanmıştır: $\ln EF$, kişi başına ekolojik ayak izini (kha); LPE , lojistik performans endeksini; IN , sanayi sektörünün GSYİH'ye oranı; $PERGDP$, kişi başına GSYİH'yi; UP , kentsel nüfusun toplam nüfusa oranı ve ε , beyaz gürültülü hata terimini simgelemektedir.

Lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde planlanması ve yönetilmesi, lojistik performansın artmasına katkıda bulunmaktadır. Lojistik performanstaki artış, ürünlerin

teslimat süresini azaltırken, depolama ve taşıma maliyetlerini düşürmekte ve optimum stok düzeyini desteklemektedir. Ayrıca doğru zamanda hızlı ve güvenilir teslimatlar sağlayarak müşteri memnuniyetini artırır ve rekabet avantajı doğurmaktadır. Ancak lojistik faaliyet yoğun miktarda enerji tüketmektedir. Bu faaliyetler sırasında kullanılan enerji, çoğunlukla fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Fosil yakıtların aşırı yanması çevre kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (Rao ve Holt, 2005).

Ülkeler ekonomik üretkenliklerini, rekabet güçlerini artırmak ve çevresel sürdürülebilirlik için enerji yoğunluğunu azaltmayı amaçlamaktadır. Düşük enerji yoğunluğu, az enerjiyle daha çok üretimi sağlarken, azaltılmış enerji kullanımıyla sera gazı emisyonlarının ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Waheed, Sarwar ve Wei, 2019). Günümüzde düşük enerji yoğunluğu sağlamak için lojistik sektöründe taşıma ve depolama süreçlerinde daha verimli ve çevre dostu uygulamaların benimsenmesine teşvik edilmektedir. Bu teşvik taşıma araçlarının daha etkin bir şekilde kullanılması, taşıma rotalarının optimize edilmesi ve yakıt verimliliğinin artırılması gibi önlemleri içermektedir. Özellikle taşıma ve depolama süreçlerindeki verimlilik artışı, lojistik performansın iyileştirilmesiyle birlikte çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik bir adım olarak değerlendirilmektedir. Bu sayede hem ekonomik hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir lojistik faaliyetler modeli oluşturulması hedeflenmektedir.

Çalışmanın temel hipotezi, CMR ülkelerinde lojistik performans ve çevre arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğu ve bu ilişkide enerji yoğunluğunun belirleyici bir faktör olduğudur. Çalışmanın alt hipotezleri ise şu şekilde belirlenmiştir:

H_1 = Enerji yoğunluğu seviyesinin yüksek olduğu ülkelerde, Lojistik Performans artışı, çevre kirliliğini artırmaktadır.

H_2 = Enerji yoğunluğu seviyesinin düşük olduğu ülkelerde, Lojistik Performans artışı, çevre kirliliğini azaltmaktadır.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışma, 2007-2018 dönemi boyunca CMR ülkelerinde çevre ile lojistik performans arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolünü araştırmaktadır. Araştırmanın ilk aşamasında, kullanılan değişkenlerin zaman serileri için yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Daha sonra yapısal kırılmaları ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci

nesil panel birim kök testleri uygulanmıştır. Üçüncü olarak seriler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek amacıyla panel eş bütünleşme testi yapılmıştır. Son olarak, Model 3.1'de tanımlanan denklemin tahmin edilmesi için Yumuşak Geçişli Panel Regresyon yöntemi kullanılmıştır.

6.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Yatay kesit bağımlılığı, panel veri analizinde önemli bir etkiye sahiptir. Yatay kesit bağımlılığı testi panel veri analizindeki paneli oluşturan farklı birimlerin (genellikle ülkeler veya şirketler) birbiriyle bağımlı olup olmadığının belirlmesine yardımcı olmaktadır. Yatay kesit birimlerinin bağımsız olması, panel veri setinde yer alan birimlerde aynı anda meydana gelebilecek veya benzer şekilde etkileyebilecek şokların, gözlemlenmemiş veya ölçülemeyen faktörlerin, mekânsal bağımlılığın birbirlerini etkileyemeyeceğini belirtmektedir (De Hoyos ve Sarafidis, 2006). Modern çağda, her birimin birbiriyle ilişkili olduğu ve farklı ülkelerin çeşitli özelliklere sahip olduğu düşünüldüğünde, yatay kesit bağımlılığının ülkeler arasında gerçekleşme olasılığının düşük olduğu varsayılmaktadır. Ancak yapılan analizlerde yatay kesit bağımlılığının göz ardı edilmesi, analiz sonuçlarını önemli derecede etkilemektedir. Bu durum tahminlerin sapmalı ve tutarsız olmasına yol açmaktadır (Mercan, 2014). Diğer yandan yatay kesit içerip içermediklerinin test edilmesi, hangi nesil birim kök testinin kullanılacağına karar vermek önemlidir. Birimlerin yatay kesit bağımlılığına sahip olması durumunda, ikinci nesil birim kök testleri tercih edilmektedir. Serilerde yatay kesit bağımlılığı olmaması durumunda ise, birinci nesil birim kök testleri kullanılmaktadır (Bucak ve Saygılı, 2022).

Yatay kesit bağımlılığının test edilmesi için farklı testler bulunmaktadır. Bu testler arasında Breusch Pagan (1980) $CDLM_1$ testi, Pesaran (2004) $CDLM_2$ testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Sapması Düzeltilmiş LM testleri yer almaktadır (Gövdeli, 2018). Bu testlerin hipotezleri şu şekildedir.

$$H_0 = \text{Yatay kesit bağımlılığı yoktur.}$$

$$H_1 = \text{Yatay kesit bağımlılığı vardır}$$

Breusch-Pagan (1980) $CDLM_1$ testi, Pesaran (2004) $CDLM_2$ testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Sapması Düzeltilmiş LM testlerinden elde edilen p-değerleri 0.05'ten küçük olduğunda %5 anlamlılık düzeyinde H_0 reddedilmektedir. Bu sonuçlar

paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığını göstermektedir (Gövdeli, 2018).

Breusch-Pagan (1980) $CDLM_1$ testi Denklem 3.2’de şu şekilde ifade edilmiştir.

$$CDLM_1 = T \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \quad (3.2)$$

Denklem (3.2)’deki p_{ij} artıklar arasında yer alan yatay kesit korelasyonlarının tahminlerini belirtmektedir.

Sıfır hipotezi altında $N \rightarrow \text{sabit}$ ve $T \rightarrow \infty$ olduğunda, test istatistiği $N(N - 1)/2$ serbestlik derecesinde Ki-kare asimptotik dağılımına sahiptir. Aynı zamanda $CDLM_1$ testi zaman boyutu yatay kesit boyutuna kıyasla fazla olduğunda, yani N küçük ve T yeterince büyük olduğu durumlarda uygulanmaktadır (Yıldırım ve Şahin, 2018; Gövdeli, 2018). Pesaran (2004) $CDLM_2$ testi Denklem 3.3’deki gibidir:

$$CDLM_2 = \left(\frac{1}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{p}_{ij}^2 - 1) \quad (3.3)$$

$CDLM_2$ Test istatistiği Pesaran (2004), sıfır hipotezi altında $T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ olduğunda standart normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. $CDLM_2$ Testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ($T > N$) uygulanmaktadır (Gövdeli, 2018). Bu testin sonuçlarında grup ortalamasının sıfır veya bireysel ortalamaların sıfırdan farklı olması durumunda sapmalar görülmektedir. Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) bu sapmayı, Pesaran (2004) $CDLM_2$ test (Denklem 3.3) istatistiğine varyansı ve ortalamayı da ekleyerek düzeltmiştir (Göçer, Mercan ve Hotunluoğlu, 2012; Dursun ve Özcan, 2019). Sapması Düzeltilmiş LM testi (LM_{adj}) Denklem 3.4’te gösterilmektedir.

$$LM_{adj} = \left(\frac{2}{N(N-2)} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left[\hat{p}_{ij} \left(\frac{(T-K-1)\hat{p}_{ij} - \hat{\mu}_{tij}}{v_{tij}} \right) \right] \sim N(0,1) \quad (3.4)$$

Denklem 3.4’teki μ_{tij} ortalamayı, v_{tij} ise varyansı temsil etmektedir. Bu denklemden elde edilen test istatistiği asimptotik olarak standart normal dağılıma sahiptir.

6.2. Panel Birim Kök Testleri

Birim kök testi bir zaman serisi veya panel veri analizinde serinin durağan olup olmadığını belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Durağan olmayan seriler birim kök içerir, bu da analizlerde hesaplanan test istatistiklerinin yanlı ve güvenilir

sonuçlar vermesine, yani sahte regresyon problemine yol açmaktadır. Bu nedenle, serilerin durağanlığının incelenmesi önem taşımaktadır.

Panel birim kök testleri, birinci ve ikinci nesil testler olarak ikiye ayrılmaktadır. Birinci nesil testler, yatay kesit birimleri arasında ilişki olmadığını varsaymaktadır. Buna karşın, ikinci nesil birim kök testleri yatay kesit birimleri arasındaki ilişkiyi dikkate almaktadır. Birinci nesil panel birim kök testlerinin yatay kesit bağımlılığını göz ardı etmesi, reddedilmemesi gereken bir hipotezin reddedilmesine ve yanlış sonuçlara ulaşılmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple serilerin durağanlığını test etmek amacıyla ikinci nesil panel birim kök testleri tercih edilmektedir. Birinci nesil birim kök testleri, Levin, Lin ve Chu (2002), Breitung (2005), Hadri (2000), Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2001) testlerini içermektedir. İkinci nesil panel birim kök testleri ise Taylor ve Sarno (1998), Breuer, McNown ve Wallace (2002), Moon ve Perron (2004), Bai ve Ng (2004) ve Pesaran (2007) testlerinden oluşmaktadır (Tatoğlu, 2012; Mercan ve Karakaya, 2015).

Moon ve Perron (2004) tarafından geliştirilen Moon-Perron birim kök testi, panel veri analizinde durağanlığı test etmek için kullanılan ikinci nesil birim kök testlerinden biridir. Bu test panel verilerindeki durağanlık durumunu belirlemek için yatay kesit birimleri arasındaki korelasyonu dikkate almaktadır. Moon ve Perron tarafından geliştirilen otoregresif model aşağıdaki Denklem 3.5'te sunulmaktadır.

$$\begin{aligned} z_{it} &= a_{it} + z_{it}^0 \\ z_{it}^0 &= p_i z_{it-1}^0 + y_{it} \\ y_{it} &= \beta_i' f_t^0 + e_{it} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Bu testte boş hipotezi,

$H_0: p_i = 1$ Olarak ifade edilmiştir. (Bütün i 'ler için)

Boş hipotezine karşı alternatif hipotez ise,

$H_1: p_i < 1$ (Bazı i 'ler için) olarak belirtilmiştir.

Bu hipotezlerin testi için oluşturulan test istatistiği Denklem 3.6'da gösterilmiştir.

$$t_a^* = \frac{\sqrt{nT}(\hat{p}_{pool}^* - 1)}{\sqrt{2\hat{\vartheta}_e^4 / \hat{\omega}_e^4}} \quad (3.6)$$

$$t_b^* = \sqrt{nT}(\hat{p}_{pool}^* - 1) \sqrt{\frac{1}{nT^2} \text{tr}(Z_{-1} Q_{\beta_K} Z_{-1}') \left(\frac{\hat{\omega}_e}{\hat{\vartheta}_e^2} \right)}$$

6.3. Panel Eş Bütünleşme Testi

Panel veri analizinde, verilerin durağan olmaması, analiz sonuçlarında yanıltıcı etkilere neden olabilir. Dolayısıyla, analizlerin geçerli ve doğru sonuçlar vermesi için serilerin eş bütünleşik olması gerekmektedir (Gujarati, 2003). Panel eş bütünleşme testleri, durağan olmayan değişkenler arasındaki korelasyonun uzun dönemli bir ilişkiyi temsil edip etmediğini değerlendirmek için uygulanmaktadır. Ayrıca Panel eş bütünleşme testleri ikiye ayrılmaktadır. Birinci nesil panel eş bütünleşme testleri (Kao (1999), Pedroni (1999; 2004), Westerlund (2005) ve Breitung (2005) yer almaktadır. İkinci nesil panel eş bütünleşme testlerinde ise (Westerlund (2007; 2008), Westerlund ve Edgerton (2007), Gengenbach, Urbain ve Westerlund (2008) bulunmaktadır.

Westerlund ve Edgerton (2008) tarafından ortaya konulan panel eş bütünleşme testi yatay kesit bağımlılığı, değişen varyans, otokorelasyon, yapısal kırılmaları ve heterojenliği dikkate almaktadır. (Erdoğan, Yıldırım ve Gedikli, 2019). Aynı zamanda bu test yatay kesit bağımlılığı bulunduğu varsayımı doğrultusunda uzun dönem ilişkisini araştırmaktadır (Bayar ve Şaşmaz). Westerlund ve Edgerton (2008) panel eş bütünleşme testinin istatistikleri denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\gamma_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta_{it} + z_{it} \quad (3.7)$$

Burada $t = 1, 2, \dots, T$ zaman serilerini ve $i = 1, 2, 3, \dots, N$ yatay kesit birimlerini ifade etmektedir. x_{it} vektörü regresörleri temsil etmektedir. γ_{it} ve z_{it} sırasıyla bağımlı değişkeni ve hata terimini ifade etmektedir. Aynı zamanda Denklem 3.8'de hata terimi bileşenlerini içeren veriler gösterilmektedir.

$$z_{it} = \mu_{it} + u_{it}v_{it} = \sum_{j=1}^t \eta_{it} \quad (3.8)$$

Burada η_{it} , sıfır ortalama olan δ_i^2 varyanslı, bağımsız ve aynı dağılıma sahip bir hata terimini ifade etmektedir. Eş bütünleşme testine ait hipotezler şöyledir:

$H_0: \delta_i^2 = 0$ Seriler eş bütünleşik değildir. (Tüm i'ler için)

$H_1: \delta_i^2 > 0$ Seriler eş bütünleşiktir. (Bazı i'ler için)

6.4. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modelleri

Panel veri analizlerinde, değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir. Çünkü doğrusal modellere dayalı yöntemler, doğrusal ilişkinin olmadığı veri setleriyle kullanıldığında sonuçların doğruluğunu etkileyebilmektedir. Dolayısıyla doğrusal olmayan bir modelde değişkenler arasındaki ilişkinin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için panel veri analizi yöntemlerinin de doğrusal olmayan özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu kapsamda Hansen (1999) tarafından Panel Eşik Regresyon (PES) modeli geliştirilmiştir. PES değişkenler arasındaki ilişkinin belirli bir eşik değeri üzerinde veya altında farklı regresyon katsayılarının geçerli olduğunu göstermektedir. Bu yöntem panel verilerindeki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkilerin daha etkili bir şekilde modellenmesini ve yorumlanmasını sağlamaktadır. Özellikle rejimlere göre bağımlı değişkenin, eşik değişkenin nasıl etkilendiğini belirleyen katsayının, değişiklik göstermesine neden olmaktadır (Aydın ve Esen, 2017).

PER yönteminde rejimler arasındaki katsayılarının keskin ve ani değişiklikler gösterdiği kabul edilmektedir. Bu yöntemde her bir rejim, belirlenen eşik düzeyine göre ayrılmaktadır. Ancak ekonomik açıdan bakıldığında, rejimler arasında parametrelerin bu denli keskin ve ani değişiklikler göstermesi her zaman geçerli olmamaktadır (Güloğlu ve Nazlıoğlu, 2013). Kişi başına ekolojik ayak izi ile lojistik performans endeksi arasındaki ilişkiyi incelerken, bu yaklaşım panele dahil edilen ülkeleri belirlenen lojistik performans endeksine göre gruplara ayırmakta ve her grup için farklı parametreler tahmin etmektedir. Lojistik performans endeksi düşük olan gelişmiş ülkeler ile lojistik performans endeksi yüksek olan gelişmekte olan ülkeler arasında belirgin farklılıklar olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım gelişmekte olan bir ülkenin zamanla gelişmiş ülke statüsüne geçmesi sürecinde, tahmin edilen parametrelerin birdenbire değil, kademeli ve yumuşak bir şekilde değiştiğini öne sürmektedir. Dolayısıyla çalışmada Gonzalez, Terasvirta ve Van Dijk (2005) tarafından ortaya konan Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR)

modeli kullanılmıştır. Bu model regresyondaki parametrelerin rejimler arasında adım adım değişimine izin vermektedir.

Kişi başına ekolojik ayak izi ile lojistik performans arasındaki doğrusal olmayan bağlantıyı incelemek için Denklem 3.1 temel alınarak iki rejimli sabit YGPR modeli geliştirilmiş ve bu model Denklem 3.9'da sunulmuştur.

$$LnEF = \mu_i + \beta_0 LPE_{it} + \beta_1 LPE_{it} + \beta_2 IN_{it} + \beta_3 PERGDP_{it} + \beta_4 UP_{it} * g(q_{it}; \gamma, \theta) + \varepsilon_{it} \quad (3.9)$$

$LnEF_{it}$ ve LPE_{it} sırasıyla logaritmik biçimde kişi başına ekolojik ayak izi ve lojistik performans endeksini ; IN_{it} , $PERGDP_{it}$ ve UP_{it} birbiri ardına logaritmik formda sanayi (inşaat dahil), katma değeri, kişi başına GSYİH ve kentsel nüfus oranını; ε hata terimini; $t = 1, 2, \dots, T$ zamanı ve $i=1, 2, 3, \dots, N$ ülkeleri temsil etmektedir. μ_i ve q_i ise sırasıyla birim sabit etkileri ve modelde eşik (geçiş) değerini göstermektedir. Denklem 3.9'da $g(q_{it}; \gamma, \theta)$ geçiş fonksiyonu olarak uygulanmakta ve lojistik fonksiyon formunda denklem 3.10' deki gibi gösterilmektedir:

$$g(q_{it}; \gamma, \theta) = [1 + \exp(-\gamma(q_{it} - \theta))]^{-1} \quad (3.10)$$

Denklem 3.10'daki θ parametresi $g(q_{it}; \gamma, \theta) = 0$ ve $g(q_{it}; \gamma, \theta) = 1$ 'e denk gelen iki rejim arasındaki eşik katsayısı ifade ederken γ (düzleştirme parametresi), geçiş fonksiyonunun değerindeki artış ya da azalışın düzlüğünü, başka bir deyişle bir rejimden diğer rejime geçişi saptamaktadır. Düzleştirme parametresi sonsuza yaklaştıkça ($\gamma \rightarrow \infty$) geçiş fonksiyonunda 0'dan 1'e doğru meydana gelen değişme, eşik değişkeninin θ 'ya eşit olduğu noktada bir rejimden diğer rejime geçiş PER modelinde gözlemlendiği gibi hızlı ve keskin bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu nedenle model PER yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Düzleştirme parametresi sıfıra yaklaştığında ise ($\gamma \rightarrow 0$) geçiş fonksiyonu bir sabite eşit olmaktadır. Düzleştirme parametresi sıfıra eşit olduğunda ise ($\gamma = 0$) model doğrusal forma dönüşmektedir. Dolayısıyla model panel kesit-içi tahmincisi kullanılarak test edilmektedir (Fouquau, Hurlin ve Rabaud, 2008).

Geçiş fonksiyonu, 0 ile 1 arasında bir değer alır ve bu fonksiyon, geçiş değişkeninin sürekli fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Geçiş fonksiyonu Denklem 3.9'da 0 değerini aldığı anda ($g(q_{it}; \gamma, \theta) = 0$), regresyon katsayısı β_0 ; 1 değerini aldığı anda ise ($g(q_{it}; \gamma, \theta) = 1$) regresyon katsayısı $\beta_0 + \beta_1$ değerini almaktadır. Geçiş fonksiyonu

0 ile 1 arasında değer aldığında $0 < g(q_{it}; \gamma, \theta < 1)$ regresyon katsayısı β_0 ve β_1 'in ağırlıklı ortalaması şeklinde hesaplanmaktadır. Bundan ötürü YGPR modelinde katsayıların direkt yorumlanması yerine katsayı işaretlerinin yorumlanması doğru bulunmaktadır (Fouquau, Hurlin ve Rabaud, 2008).

YGPR modeli, iki veya daha fazla rejimi kapsayabilmektedir. Birden fazla rejimi kapsayan YGPR modeli, Denklem 3.11'de iki rejimli YGPR modeli verilmiştir:

$$LnEF = \mu_i + \beta_0 LPE_{it} + \sum_{j=1}^r g_j(q_{it}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) \quad (3.11)$$

İkiden fazla rejimli YGPR modelinde kullanılan geçiş fonksiyonu Denklem 3.12'deki gibi ifade edilmektedir:

$$g(q_{it}; \gamma, \theta) = [1 + \exp(-\gamma \prod_{j=1}^m (q_{it} - \theta_j))]^{-1}, \gamma > 0, c_1 \leq c_2 \leq \dots \leq c_m \quad (3.12)$$

İkiden fazla rejimli YGPR modelinde geçiş (eşik) değişkeninin (q) açıklayıcı değişkenden farklı olduğu bir durumda esneklik değeri Denklem 3.13'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$e_{i,t} = \frac{\partial LnEF_{it}}{\partial LnLPE_{it}} = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j * g_j(q_{it}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) \quad (3.13)$$

YGPR analizi üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Doğrusallığın test edilmesi, rejim sayısının belirlenmesi (r) ve son olarak tahmin aşamalarından oluşmaktadır (Fouquau, Hurlin ve Rabaud, 2008). Doğrusallık $\gamma = 0$ ya da $\beta_0 = \beta_1$ sıfır hipotezlerinin sınanmasıyla uygulanmaktadır. Öte yandan her iki durumda da model sıfır hipotezi altında tanımlı olmayan parametrelere sahip olduğundan, test istatistiği standart olmamaktadır. Bundan dolayı geçiş fonksiyonu yerine $\gamma = 0$ için birinci derece Taylor Açılımı kullanılmaktadır. Doğrusallık testinde sıfır hipotezi doğrusal bir model iken, alternatif hipotez ise YGPR modelidir. Bu hipotezler standart F-istatistiği ile sınanmaktadır. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, Standart F-istatistiği ile YGPR modelinin kullanılmasının gerekliliğini göstermektedir. Doğrusal model hipotezinin reddedilmesinden sonraki adım, rejim sayısının tespit edilmesidir. Burada, öncelikle $r = r^* = 1$ sıfır hipotezi, $r = r^* + 1$ alternatif hipotezine karşı uygulanmaktadır. Sıfır hipotezinin kabul edilmesi durumunda süreç sona ermektedir. Diğer yandan sıfır hipotezi reddedilirse $r = r^* + 1$ sıfır hipotezi, $r = r^* + 2$ alternatif hipotezine karşı analiz edilmektedir. Rejim sayısının belirlenmesi adımı, sıfır hipotezinin ilk kez kabul

edilmesine kadar devam etmektedir (Fouqua, Hurlin ve Rabaud, 2008). Tahmin aşaması, YGPR analizinin son adımıdır. Bu adımda paneldeki yatay kesitlere ait sabit etkiler, değişkenlerin zaman ortalamalarından çıkarıldıktan sonra dönüştürülmüş model, doğrusal olmayan En Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle belirlenmektedir (Gonzalez, Terasvirta ve Van Dijk, 2005).

7. ANALİZ SONUÇLARI

7.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Küreselleşme ülkelerin ekonomik büyümelerini hızlandırırken, aynı zamanda artan müşteri talepleri ve rekabetin yoğunluğu sürdürülebilir lojistik faaliyetlerin önemini artırmıştır. Yeni pazarların keşfi ve entegrasyonunda etkin lojistik faaliyetler, ekonomik verimliliği artırarak rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu nedenle farklı gelir gruplarına sahip CMR ülkelerinin lojistik performanslarını iyileştirmesinin, ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma için önemli olduğu görülmektedir. Ancak lojistik performansın etkileri yalnızca ekonomik büyümeyle sınırlı kalmamaktadır. Dünya genelinde lojistik operasyonlar sırasında yaygın olarak fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Fosil kaynaklar, yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaları nedeniyle çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu durum ülkelerin enerji yoğunluğunu azaltmalarını gerekli kılarak, enerji yoğunluğu ile çevre ve lojistik performans arasındaki ilişkinin araştırılmasını ön plana çıkarmaktadır.

CMR ülkelerinde çevre ve lojistik performans ilişkisinde enerji yoğunluğunun rolü YGPR modeli ile araştırılmıştır. Tablo 3.2’de modelde kullanılan değişkenler hakkında tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur.

Tablo 3.2. Tanımlayıcı İstatistikler

	Ort.	Std. Sapma	Maks.	Min.	Göz. Say.
EF	4,61	2,27	15,49	0,09	316
EY	3,84	2,21	16,56	1,32	316
LPE	3,05	0,59	4,23	1,60	316
IN	24,06	8,02	67,54	9,98	316
PERGDP	14048.40	24653.78	123678.70	517.43	316
UP	68,22	15,34	98,00	26,51	316
<i>Not1: Ort.: Ortalama, Std.Sapma: Standard Sapma, Maks.: Maksimum, Min.: Minimum, Göz. Say.: Gözlem Sayısı</i> <i>Not2: Kişi başına ekolojik ayak izi ve lojistik performans endeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir korelasyona rastlanmıştır (0,60).</i>					

Tablo 3.2 incelendiğinde, kişi başına ekolojik ayak izi ve Lojistik Performans Endeksi (LPE) değişkenlerine ilişkin ortalamaların sırasıyla 4,61 kha ve 3,05 puan olduğu görülmektedir. Sanayi sektörü, kişi başına GSYİH ve kentsel nüfus değişkenlerinin ortalamaları ise sırasıyla %24,06, 14048.40 \$ ve %68,22'dir. Enerji yoğunluğu değişkeninin ortalama değeri ise 3,84 düzeyindedir. CMR ülkeleri arasında en yüksek kişi başına ekolojik ayak izine sahip ülke, 2010 yılında 15,49 kha ile Lüksemburg iken, en düşük kişi başına ekolojik ayak izine sahip ülke 2014 yılında 0,09 kha ile İran'dır. Ayrıca, LPE'nin en yüksek olduğu ülke 2016 yılında 4,23 puanla Almanya iken, en düşük olduğu ülke 1,60 puanla Suriye'dir. Sanayi sektörünün, kişi başına GSYİH'nin ve kentsel nüfus oranının en yüksek olduğu ülkeler sırasıyla 2012 yılında %67,54 ile Umman, 2014 yılında 123678.7 \$ ile Lüksemburg ve 2011 yılında %98,00 ile Belçika'dır.

7.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Bu çalışmada, kişi başına ekolojik ayak izi ve LPE arasındaki doğrusal olmayan ilişkide enerji yoğunluğunun rolü incelenmiştir. Çalışmada öncelikli olarak yatay kesitler (ülkeler) arasındaki bağımlılık analiz edilmiş, ardından yatay kesit bağımlılığının varlığı Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve Pesaran, Ullah, Yamagata (2008)

tarafından sapması düzeltilen LM_{adj} (Adjusted Lagrange Multiplier) testi ile araştırılmıştır. Sonuçlar, Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

	EF	EY	LPE	IN	PERGDP	UP	MODEL
CD_{BP}	3432,64*	4745,22*	1966,58*	3501,02*	2900.45*	6495,08*	3301,68*
CD_{LM}	36,41*	60,94*	9,00*	37,68*	26.46*	93,65*	34,97*
CD	14,65*	48,46*	11,88*	25,35*	31.90*	49,63*	17,45*
LM_{adj}	31,01*	55,54*	3,60*	32,28*	21.06*	88,25*	
*, %1 anlamlılık seviyesini göstermektedir. CD_{BP} : Breusch ve Pagan 1980 testini, CD_{LM} :Pesaran 2004 CD_{LM} testini, CD :Pesaran 2004 CD testini ve LM_{adj} :Sapması düzeltilmiş CD testini işaret etmektedir.							

"Tablo 3.3"teki kişi başına ekolojik ayak izi ve lojistik performans serilerine ilişkin yapılan test istatistikleri değerlendirdiğinde boş hipotezi (yatay kesit bağımlılığı yoktur) güçlü bir şekilde reddedilmekte ve yatay kesit bağımlılığının varlığı sonucuna ulaşılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığının varlığı ülkelerde ortaya çıkan bir şokun diğer ülkelere de etki ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla serilerin durağanlığını test etmek için ikinci nesil panel birim kök testi uygulanacaktır.

7.3. Birim Kök Testi Sonuçları

Analizin bir sonraki adımlarında uygulanacak yöntemler seçilirken yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları etkilidir. Çalışmada serilere uygulanan yatay kesit bağımlılığı testi sonuçlarına göre sıfır hipotezi reddedilmiştir. Bu nedenle çalışmanın bir sonraki aşamasında serilerin durağanlığı ikinci nesil birim kök testleri yardımıyla incelenecektir. İkinci nesil birim kök testleri arasında yer alan Moon ve Perron (2004) birim kök testi kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 3.4'te gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Moon ve Perron (2004) Panel Birim Kök Test Sonuçları

	EF	EY	LPE	IN	PERGDP	UP
<i>r</i>	1	1	1	1	1	1
<i>ta</i> *	-11,790*	-7,151*	-10,678*	-5,623*	-5.268*	-4,982*
<i>tb</i> *	-13,430*	-12,286*	-6,606*	-5,917*	-3.291*	-4,081*
<i>pool</i> *	0,355*	0,445	-0,116	0,286	0.110	0,649

, %1 anlamlılık seviyesini göstermektedir. Not: r, ortak faktörlerin tahmini sayısını ifade etmektedir. ta ve tb* faktörsüzleştirilmiş panel verilerine dayanan birim kök test istatistikleridir. pool* ise otoregresif parametrenin düzeltilmiş tahminleridir.

Tablo 3.4'te verilen Moon ve Perron (2004) birim kök test istatistiği sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde seriler durağandır. Başka bir ifadeyle serilerin (I(0)) düzeyinde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

7.4. Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Yatak kesit bağımlılığı testi sonuçlarına göre kişi başına ekolojik ayak izi ve lojistik performans serileri için sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmiştir. Bu durum değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin incelenebilmesine olanak sağlamaktadır. Çalışmada Westerlund ve Edgerton (2008) tarafından geliştirilen panel eş bütünleşme testinden yararlanılmıştır. Tablo 3.5'de panel eş bütünleşme analizi testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.5. Westerlund ve Edgerton Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Model	$Z_{\varphi}(N)$	$Z_{\tau}(N)$
$Eğim_1$	-2,206 ** (0,014)	-1,739** (0,041)
$Eğim_2(Trend)$	-3,877* (0,000)	-2,993* (0,001)
Not1: *, ** ve *** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Not2: Ortak faktör sayısını belirlemek için Bai ve Ng (2004) tarafından önerilen bilgi kriterleri kullanılmış ve maksimum 5 olarak belirlenmiştir.		

"Tablo 3.5"de Westerlund ve Edgerton (2008) panel eş bütünleşme testi sonuçlarına göre kişi başına ekolojik ayak izi ve LPE arasındaki ilişki test istatistikleri sonuçları %1 ve %5 düzeyinde anlamlıdır. Bu sonuç sıfır hipotezini reddetmekte ve değişkenler arasındaki ilişkide eş bütünleşme olduğunu işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

7.5. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Tahmin Sonuçları

Analiz için seçilen değişkenlerin düzey değerlerinin sabit olduğu belirlendikten sonra, YGPR analizinde ilk adım olarak doğrusal modelin doğrusal olmayan modele karşı test edilmesidir. Aynı zamanda modelin sağlamlığını tespit etmek ve eşik değerini kontrol etmek için modele kontrol değişkenleri eklenmiştir. Bu doğrultuda modelin doğrusallığını test etmek ve geçiş fonksiyonu sayısını belirlemek amacıyla Wald (LM), Fisher (LM_F) ve LRT (LRT) testleri hesaplanmıştır. Bu testlerin sonuçları "Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Doğrusallık Testi Sonuçları

Eşik Değişkeni (Enerji Yoğunluğu)		
H_0 : Doğrusal Model H_1 : En az bir değişkene sahip YGPR Model		
	Model	Model ve Kontrol Değişkenleri
LM	20,350* (0,000)	76,497* (0,000)
LM_F	18,028* (0,000)	20,554* (0,000)
LRT	21,017* (0,000)	87,260* (0,000)
*, %1 anlamlılık seviyesini göstermektedir.		

Tablo 3.6’ da LM , LM_F ve LRT test sonuçlarının %1 düzeyinde anlamlılığa sahip olduğundan, elde edilen bulgulara göre sıfır hipotezi reddedilmekte ve modelin doğrusal olmayan en az bir eşik değişkeni içerdiği yönündeki alternatif hipotez kabul edilmektedir. Bu durum kişi başına ekolojik ayak izi ve LPE arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolüne dahil oluşturulan modelin doğrusal olmadığını göstermektedir. Varılan sonucun ardından rejim sayısının belirlenmesine geçilmiştir. Uygun rejim sayısının tespit edilmesi için LM , LM_F ve LRT testleri tekrar uygulanmıştır. Tablo 3.7 'de sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması

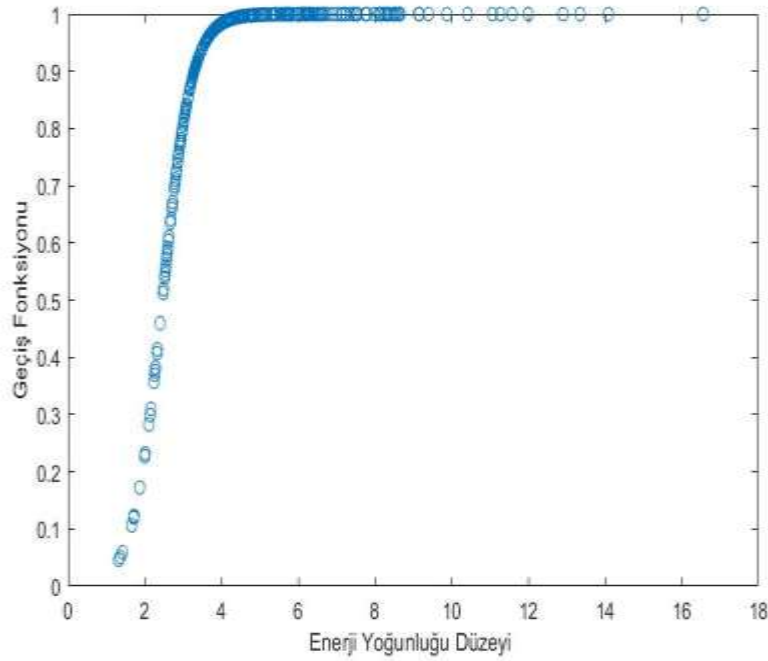
Eşik Değişkeni (Enerji Yoğunluğu)		
$H_0: r = v$ vs $H_1: r = 2$		
	Model	Model ve Kontrol Değişkenleri
LM	2,451 (0,177)	7,084 (0,132)
LM_F	2,035 (0,155)	1,442 (0,221)
LRT	2,460 (0,117)	7,163 (0,128)

Tablo 3.7'deki bulgulara göre, modeldeki sıfır hipotezi reddedilememiştir, yani bir eşik seviyesinin varlığını göstermektedir. Modelin iki rejimli YGPR modeliyle analiz edilmesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Analizin bir sonraki aşamasında, kişi başına ekolojik ayak izi ile lojistik performans endeksi arasındaki ilişkide, enerji yoğunluğunun rolü iki rejimli YGPR modeliyle incelenmiştir. Araştırma sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8. YGPR Modelinin Tahmin Sonuçları

Eşik Değişkeni (Enerji Yoğunluğu)	
LPE₁	-0,579* (0,076)
LPE₂	0,673* (0,085)
Konum Parametresi, θ	2,461
Geçiş Parametresi, γ	2,655
*, %1 anlamlılık seviyesini ifade etmektedir. Parantez içerisindeki değerler heteroskedasitiye karşın modifiye edilmiş standart hataları göstermektedir.	

Tablo 3.8'de belirtildiği üzere, geçiş katsayısının (eğim parametresi, $\gamma=2,655$) düşük değer alması, rejimler arasındaki geçişin yavaş ve yumuşak olduğunu işaret etmektedir. Rejimler arasındaki geçişin yavaş ve yumuşak olması, YGPR modelinin EPR modeline indirgenemeyeceğini göstermektedir. Aynı zamanda kişi başına ekolojik ayak izi ile LPE arasındaki ilişkideki geçişin ani olmadığını, yumuşak ve zamana yayılan bir süreç gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Bu süreç Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Ayrıca modelde eşik değişkeni olarak kullanılan enerji yoğunluğunun katsayısı 2,461 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. CMR ülkeleri için enerji yoğunluğuna ilişkin YGPR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu.

Kaynak: Yazar tarafından MATLAB programı ile elde edilmiştir.

Tablo 3.8’de enerji yoğunluğunun %2,461’in altında olduğu ilk rejimde lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayı (β_0), %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değer (-0,579) olduğu bulunmuştur. Eşik değişkeninin %2,461’in üstünde olduğu ikinci rejimde ise β_0 ve β_1 ($\beta_0 + \beta_1$)’in toplamı olarak ifade edilen lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif değer (0,094) almıştır. Ayrıca logit ve probit modellerde olduğu gibi bu parametrelerin doğrudan esneklik olarak

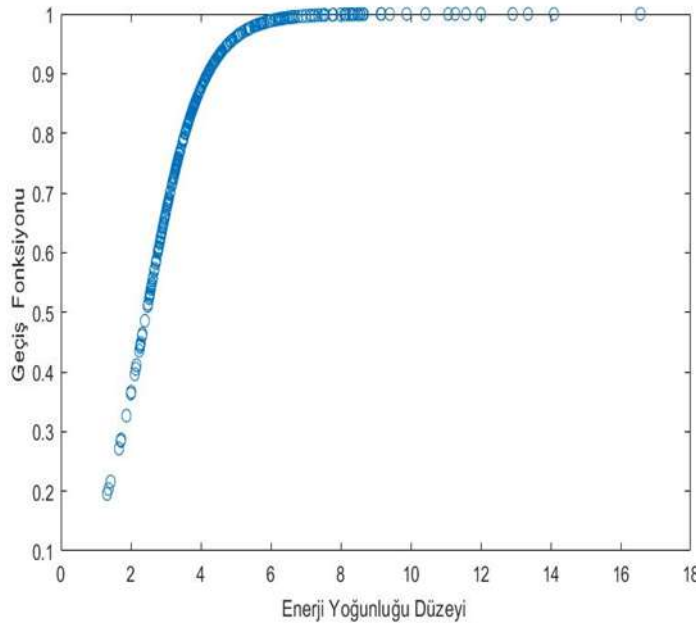
yorumlanamadığı görülmektedir. Bu yüzden parametrelerin sadece işaretleri yorumlanabilmektedir. Elde edilen katsayıların işaretinin birinci rejimde negatif (β_0), ikinci rejimde ise pozitif değer alması, CMR ülkelerinde lojistik performans endeksi ve çevre arasındaki ilişkinin belirli bir eşik düzeyinin altında negatif yönlü olduğunu, üzerinde ise pozitif yönlü olduğunu işaret etmektedir. Bu sonuçlar Zaman ve Shamsuddin (2018) ile Aydın, Aydın ve Altınok (2023) tarafından yapılan çalışmalarla uyumlu olup, literatürdeki mevcut anlayışla paralellik göstermektedir. Enerji yoğunluğu bağlamında lojistik performans ile çevre arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan bir U şeklinde olduğu sonucuna varılmaktadır.

Analizin bir diğer adımında kişi başına ekolojik ayak izi ile lojistik performans endeksi arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolü, modele eklenen kontrol değişkenleri ile birlikte iki rejimli YGPR modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular Tablo 3.9 'da verilmiştir.

Tablo 3.9. Kontrol Değişkenli YGPR Modelinin Tahmin Sonuçları

Eşik Değişkeni (Enerji Yoğunluğu)	
LPE_1	-0,433* (0,217)
LPE_2	0,517* (0,250)
IN_2	-0,081** (0,025)
$PERGDP_2$	0,000* (0,000)
UP_2	-0,001 * (0,012)
Konum Parametresi, θ	2,446
Geçiş Parametresi, γ	1,255
* ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık seviyelerini ifade etmektedir. Parantez içerisindeki değerler heteroskedasitiye karşın modifiye edilmiş standart hataları göstermektedir.	

Tablo 3.9’ daki sonuçlara bakıldığında, geçiş katsayısının (eğim parametresi, $\gamma = 1,255$) düşük olması, rejimler arasındaki geçişin yavaş ve yumuşak olduğunu göstermektedir. Bu durum kişi başına ekolojik ayak izi ile LPE arasındaki ilişkinin ani bir değişim yerine yumuşak ve zamana yayılan bir geçiş süreci gerektirdiğini işaret etmektedir. Yapılan analizler doğrultusunda modelde belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Bu durum, Şekil 3.2’de verilmiştir. Aynı zamanda Ayrıca modelde eşik değişkeni olarak kullanılan enerji yoğunluğunun katsayısı 2,446 olarak bulunmuştur.



Şekil 3.2. CMR ülkeleri için enerji yoğunluğuna ilişkin YGPR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu.

Kaynak: Yazar tarafından MATLAB programı ile elde edilmiştir.

Tablo 3.9'deki analiz sonuçlarına göre enerji yoğunluğunun %2,461'in altında olduğu ilk rejimde lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayısının (β_0), %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değer (-0,433) aldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte enerji yoğunluğunun %2,446'in üstünde olduğu ikinci rejimde ise, β_0 ve β_1 ($\beta_0 + \beta_1$)'in toplamı olarak ifade edilen lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayı % 1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif (0,084) bir değer almıştır. Modelin sağlamlığını test etmek ve eşik değerini kontrol etmek amacıyla modele eklenen kontrol değişkenlerinin, eşik değişkeninin üstünde olduğu ikinci rejimde tahmin edilen katsayıları sırasıyla şu

şekildedir: Sanayi sektörünün GSYİH'ye oranı için tahmin edilen katsayı istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif (0,015) bulunmuştur. Kişi başına GSYİH'ye ilişkin tahmin edilen katsayı da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif (0,001) bir değere sahiptir. Kentsel nüfusun toplam nüfusa oranı ise anlamlı ve negatif bir değer (-0,012) almıştır.

Sonuç olarak Tablo 3.8' de ve Tablo 3.9'da yer alan modellerin eşik düzeyi sırasıyla %2,461 ile %2,446 'tür. Yapılan her iki analizde eşik değerinde çok farklılık olmaması analizlerin güvenilirliğini artırarak sonuçların tutarlılığını desteklemektedir. Her iki modelde de enerji yoğunluğunun düşük olduğu birinci rejimde lojistik performans endeksindeki artışın çevre üzerinde olumlu bir etki yapması beklenmektedir. Diğer yandan enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ikinci rejimde lojistik performanstaki artışın çevre kirliliğine yol açacağı öngörülmektedir. Aynı zamanda enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ikinci rejimde sanayi sektörünün GSYİH'ye oranı ve kişi başına GSYİH'deki artışın çevre kirliliğine neden olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte kentsel nüfusun toplam nüfusa oranındaki artışın ikinci rejimde kişi başı ekolojik ayak izini azaltarak çevre kirliliğini azalttığı görülmektedir. Kontrol değişkenlerinin analiz sonuçlarını değiştirmedeği enerji yoğunluğu bağlamında lojistik performans, sanayi sektörünün GSYİH'ye oranı, kişi başına GSYİH, kentsel nüfusun toplam nüfusa oranı ile çevre arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan bir U şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

Son yıllarda ülkeler arasındaki ekonomik ilişkilerin artması, ticaretin küreselleşmesi, endüstriyel üretimin artışı ve teknolojiadaki ilerlemeler, lojistik faaliyetlere olan talebi önemli ölçüde artırmıştır. Lojistik faaliyetlerin verimli bir şekilde yürütülmesi, üretim süreçlerini optimize etmekte ve lojistik maliyetlerini azaltarak şirketlerin rekabet avantajını güçlendirmektedir. Bu nedenle ülkeler lojistik faaliyetlerin etkinliğini ve verimliliklerini artırmak için lojistik performanslarını iyileştirmeyi amaçlamaktadırlar. Lojistik performans lojistik organizasyonların etkinliği ve verimliliği hakkında bilgi sağlayarak amaçlanan hedeflerin gerçekleşmesini desteklemektedir. Artan lojistik performans ise ürün teslimat sürelerinin kısaltılmasını, müşteri memnuniyetinin artmasını, kar marjlarının yükselmesini, yeni iş olanaklarının yaratılmasını ve kaliteli, esnek üretimin sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Öte yandan lojistik performanstaki artış lojistik faaliyetlerin yoğun miktarda enerji tüketimine neden olarak çevre kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır.

Lojistik sektöründe tüketilen enerji büyük ölçüde fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Fosil yakıtların yanması ve yoğun kullanımı, çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Özellikle taşımacılık faaliyetlerinde fosil yakıtlara olan bağımlılık, çevre kalitesini olumsuz yönde etkilerken insan sağlığını tehdit eden sera gazı emisyonlarının artmasına da yol açmaktadır. Taşıma faaliyetlerinin yanı sıra depolama, stok yönetimi ve bilgi yönetimi gibi diğer lojistik faaliyetler de yüksek enerji tüketimine neden olmaktadır. Ayrıca lojistik operasyonlarda kullanılan plastik ve ambalaj ürünleri de fosil yakıtlardan üretilmekte ve çevre kirliliğini artırmaktadır. Bu nedenle çevre kirliliğinin azaltılması için enerji yoğunluğunun düşürülmesi büyük önem taşımaktadır.

Lojistik faaliyetlerde enerji yoğunluğunun azaltılması, günümüzde hem ekonomik kalkınma hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir hedef haline gelmiştir. Düşük enerji yoğunluğu, enerji verimliliğini artırarak daha az enerji tüketilmesini sağlamaktadır. Enerjinin verimli kullanılması, daha fazla ürün elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu durum lojistik firmalarının enerji maliyetlerini önemli ölçüde düşürmekte ve aynı zamanda fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan çevre kirliliğinin

azalmasını da desteklemektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlayarak lojistik sektörünün sürdürülebilirliğini artırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, 2007-2018 dönemi boyunca CMR ülkeleri için çevre ve lojistik performans arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolünü Yumuşak Geçişli Regresyon Modeli kullanarak incelemektir. Modelde, çevre değişkeni olarak kişi başına ekolojik ayak izi (kha) kullanılmış ve bağımlı değişken olarak modele eklenmiştir. Lojistik performansı temsil etmek için lojistik performans endeksi, enerji yoğunluğunu temsil etmek için ise birincil enerjinin enerji yoğunluğu düzeyi (MJ/\$2017 SAGP GSYİH) kullanılmıştır. Ayrıca modelin sağlamlığını test etmek amacıyla sanayi (inşaat dahil), katma değer (% GSYİH), kişi başına GSYİH (mevcut \$) ve kentsel nüfus (% toplam nüfus) kontrol değişken olarak modele eklenmiştir.

Çalışmada, öncelikle çevre ve lojistik performans arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolünü ve etkisini belirlemek amacıyla 54 CMR ülkesi için iki model kurulmuş ve analiz edilmiştir. İlk modelde çevre ve lojistik performans arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolü analiz edilirken; ikinci modelde ise seriler arasındaki ilişkinin sağlamlığını test etmek amacıyla kontrol değişkenleri ekleyerek analizler tekrar edilmiştir. Ardından yatay kesit bağımlılığının varlığını veya yokluğunu belirlemek için yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığının varlığı, Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve Peseran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından düzeltilen LM_{adj} testiyle değerlendirilmiştir. Kişi başı ekolojik ayak izi (kha) ve lojistik performans endeksi serilerine ilişkin yapılan test istatistiklerine göre, "yatay kesit bağımlılığı yoktur" şeklinde kurulan boş hipotezi güçlü bir şekilde reddedilmiştir. Bu sonuçlar değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığını göstermektedir.

Daha sonra, yatay kesit bağımlılığının H_0 hipotezi reddedilmesiyle Moon ve Perron (2004) ikinci nesil panel birim kök testleri uygulanmıştır. Serilerin birim kök içerdiğini belirten H_0 hipotezi tüm değişkenler için reddedilmiş ve %1 anlamlılık düzeyinde serilerin durağan olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığının varlığının kabul edilmesi, uzun dönem ilişkisinin incelenebilmesine olanak sağlamıştır. Bu nedenle serilere ikinci nesil panel eş bütünleşme testlerinden biri olan Westerlund ve

Edgerton (2008) panel eş bütünleşme uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, kişi başına ekolojik ayak izi ve LPE arasındaki ilişki test istatistikleri %1 ve %5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar sıfır hipotezini reddetmektedir, yani seriler arasında eş bütünleşmenin varlığını işaret etmektedir. Dolayısıyla seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın beşinci aşamasında ise serilerin düzey değerlerinde durağanlıklarının tespit edilmesinin ardından, model Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) yöntemiyle tahmin edilmiştir. YGPR analizinin ilk adımında doğrusal model ile doğrusal olmayan model arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırma için Wald, Fisher ve LRT testleri uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre modelin doğrusal olmadığı belirlenmiştir. Daha sonra modelin bir eşik değer içerdiğini belirlemek amacıyla rejim sayısının tespiti için tekrar Wald, Fisher ve LRT testleri uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre bir eşik değer tespit edilmiştir. Bu tespitten sonra modelin YGPR yöntemiyle tahmin edilmesine geçilmiştir. Tahmin edilen analiz sonuçlarına göre ilk modelde enerji yoğunluğuna ilişkin eşik değerinin %2,461 olduğu sonucuna varılmıştır. Enerji yoğunluğunun altında olduğu ilk rejimde lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayı (β_0), %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değer (-0,579) almıştır. Eşik değişkeninin üstünde olduğu ikinci rejimde ise ($\beta_0 + \beta_1$) toplamı olarak ifade edilen lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif değer (0,094) aldığı görülmektedir. Sonuçlar CMR ülkelerinde çevre ve lojistik performans endeksi arasındaki ilişkinin belirli bir eşik değer altında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak enerji yoğunluğu belirli bir eşik değer üzerine çıktığında, ilişki pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı hale gelmektedir.

Modelin sağlamlığını ve eşik değerini kontrol etmek amacıyla kontrol değişken eklenerek oluşturulan Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modelinin tahmin sonuçlarına göre, enerji yoğunluğuna ilişkin eşik değeri %2,446 olarak belirlenmiştir. Enerji yoğunluğunun eşik değerinin altında olduğu birinci rejimde lojistik performans endeksine ilişkin tahmin edilen katsayı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir değer almıştır. Eşik değişkeninin üstünde olduğu ikinci rejimde lojistik performans endeksi hakkında tahmin edilen katsayı istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir değer almıştır.

Aynı zamanda modelde yer alan kontrol değişkenlerinin, eşik değişkeninin üstünde olduğu ikinci rejimde tahmin edilen katsayıları şu şekildedir: Sanayi sektörünün GSYİH'ye ve kişi başına GSYİH'ye oranı için tahmin edilen katsayılar istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir. Ancak Kentsel nüfusun toplam nüfusa oranı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir değer sergilemektedir. Her iki model için YPGR analiz sonuçlarına göre elde edilen bulgular, eşik değerlerinin benzerliğini göstermekte ve bu durum analizlerin güvenilirliğini artırarak sonuçların tutarlılığını desteklemektedir. Sonuç olarak her iki modeldeki seriler arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan bir U şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlar çevre ile lojistik performans arasındaki dinamik ilişkiyi derinlemesine anlamamıza yardımcı olmaktadır. Sonuçlar düşük enerji yoğunluğunun, yani enerjinin verimli kullanımının, doğal kaynakların korunmasına ve çevre sorunlarının çözümüne yardımcı olan uzun vadeli politikaların geliştirilmesini desteklediğini göstermektedir. Özellikle çevre kirliliğini azaltmak için enerji yoğunluğu seviyesinin belirli bir eşiğin altında tutulmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda politika yapıcılar için önemli bir kılavuz niteliğindedir; çevre kirliliğini azaltma hedefleri ile enerji yoğunluğunu azaltma hedefleri arasında uyum sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Diğer yandan enerji yoğunluğunun azaltılmasının, lojistik performansı ve çevreyi iyileştirmek için etkili bir strateji olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda elde edilen sonuçlara dayanarak aşağıdaki politika önerileri sunulmaktadır:

- Lojistik sektöründe taşımacılık faaliyetlerinin verimliliği ve çevresel performansı, düşük enerji yoğunluğuna sahip taşıma modlarının tercih edilmesiyle iyileştirilebilir. Demiryolu ve denizyolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığına göre daha az enerji tüketerek çevresel etkileri azaltabilir. Bu nedenle, enerji verimliliğini artırmak ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla bu tür sürdürülebilir taşıma yöntemlerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır.
- Lojistik operasyonlarında sevkiyatın güvenilirliği ve ürünlerin zamanında teslim edilmesi, çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlanabilir. Daha etkili ve planlı lojistik operasyonlar, gereksiz yakıt tüketimini azaltarak

enerji yoğunluğunu düşürebilir ve böylece çevre kirliliğinin azalmasına yardımcı olabilir.

- Lojistik operasyonlarda enerji yoğunluğunu düşürmek için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmelidir. Bu amaçla, politika yapıcılar vergi avantajları sağlayabilir veya cezai yaptırımlar uygulayabilir. Ayrıca hükümetler düşük faizli kredi veya teşvikler sunarak yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesini teşvik edebilir. Bu teşvikler, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir.
- Lojistik operasyonlarda enerji yoğunluğunu azaltmak için çevre dostu ve maliyet tasarrufu sağlayan teknolojiler tercih edilmelidir. Örneğin, elektrikli araçlar gibi temiz enerji teknolojileri, çevresel etkiyi azaltabilir ve işletme maliyetlerini düşürebilir. Ayrıca, akıllı lojistik yönetim sistemleri ve izleme teknolojileri, taşıma rotalarını optimize ederek enerji verimliliğini artırabilir ve karbon emisyonunu azaltabilir. Bu teknolojilerin benimsenmesi, lojistik sektöründe çevresel etkiyi azaltabilir ve işletme verimliliğini artırabilir.

KAYNAKÇA

- ABARA, Y. (2021) "The Impact of Logistics Performance on Foreign Trade Volume", **Journal of Industrial Policy and Technology Management**, Vol. 4, No 2, ss. 133-144.
- ABBASI, M.; F. NILSSON (2016) "Developing Environmentally Sustainable Logistics: Exploring Themes and Challenges from a Logistics Service Providers' Perspective", **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, Vol. 46, ss. 273-283.
- ACAR, A. Z.; A. M. KÖSEOĞLU (2014) **Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi**, Ankara, Nobel Yayınları.
- ADEBAYO, T. S.; S. ULLAH (2024) "Towards a Sustainable Future: The Role of Energy Efficiency, Renewable Energy, and Urbanization In Limiting CO₂ Emissions In Sweden", **Sustainable Development**, Vol. 32, No 1, ss. 244-259.
- AHLUWALIA, V. K. (2015) **Environmental pollution and health**, New Delhi: TERI.
- AJIBADE, F. O.; B. ADELODUN; K.H. LASISI; O.O. FADARE; T.F. AJIBADE; N.A. NWOGWU; A. WANG (2021) "Environmental Pollution and their Socioeconomic Impacts", **In Microbe mediated remediation of environmental contaminants**, Woodhead Publishing, ss. 321-354.
- AKSU, C. (2011) "Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre", **Güney Ege Kalkınma Ajansı**, ss. 12-13
- ALAM, M. M.; M. W. MURAD; A. H. M. NOMAN; I. OZTURK (2016) "Relationships among Carbon Emissions, Economic Growth, Energy Consumption and Population Growth: Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia", **Ecological Indicators**, Vol. 70, ss. 466-479.
- ALLEN, J.; M. BROWNE; T. CHERRETT (2012) "Investigating Relationships between Road Freight Transport, Facility Location, Logistics Management and Urban Form", **Journal of transport geography**, Vol. 24, ss. 45-57.
- ALLOWAY, B.; D. C. AYRES (1997) **Chemical Principles of Environmental Pollution**, 2. bs., Glasgow, CRC press.
- ALTUNTAŞ, M.; E. KILIÇ (2020) "Havayolu Taşımacılığı ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Türkiye Örneği", **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 23, Sayı 1, ss. 187-202.
- ANDERSSON, P.; H. ARONSSON; N.G. STORHAGEN (1989) "Measuring Logistics Performance", **Engineering Costs And Production Economics**, Vol. 17, No 1-4, ss.253-262.

- ANDRES, C. R. (2021) **International commercial logistics**, 1.bs., Colombia, Universidad del Norte, pp. 1- 192.
- ANDRÉS, L.; E. PADILLA (2015) “Energy Intensity in Road Freight Transport of Heavy Goods Vehicles in Spain”, **Energy Policy**, Vol. 85, ss. 309-321.
- ARAS, B. (2021) “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarındaki Gelişimin Türkiye’nin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi”, **Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, S.B.E., Erzurum**.
- ARROW, K.; B. BOLİN; R. COSTANZA; C. FOLKE; C. S. HOLLING; B. JANSON, S. LEVIN; K. MALER; C. PERRINGS; D. PIMENTAL (1995) “Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment”, **Ecological Economics**, Vol.15, No. 2, ss. 91-95.
- ARVIS J. F.; L. OJALA; B. SHEPHERD; D. ULYBINA; C. WIEDERER, “The Logistics Performance Index and Its Indicators”, **Connecting to Compete: Trade Logistics in the Global Economy**, World Bank, 2023, s.90.
- ARVIS, J. F.; L. OJALA; C. WIEDERER; B. SHEPHERD; A. RAJ; K. DAİRABAYEVA; T. KIISKI (2018) “Connecting to Compete 2018: Trade Logistics in the Global Economy”, **The Logistics Performance Index and Its Indicators**, World Bank.
- ASHFAQ, M.; M. I. QURESHI; S. IRUM; N. MEHMOOD; N. KHAN; H. AHMAD (2020) “Effect of Green Logistics on Sustainability Performance in Malaysia Manufacturing Companies”, **International Journal of Psychosocial Rehabilitation**, Vol. 24, No 1, ss. 784-792
- ASSAD, A. A. (1980) “Models for Rail Transportation”, **Transportation Research Part A: General**, Vol. 14, No. 3, ss. 205-220.
- ASSIAH, K.; J. DU; M. YEBOAH; R. ASSIAH (2019) “Causal Relationship Between Industrialization, Energy Intensity, Economic Growth and Carbon Dioxide Emissions: Recent Evidence from Uganda”, **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol. 9, No 2, ss. 237-245.
- ASSOCIATION for SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (t.y.), What is reverse logistics? “Çevrimiçi” <https://www.ascm.org/topics/reverse-logistics/>.
- AYDIN, C.; ESEN Ö. (2017) “Does Too Much Energy Consumption Harm Economic Growth for Turkish Republics in The Transition Process? New Evidence on Threshold Effects”, **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol. 7, No. 2, ss. 34-43.
- AYDIN, C.; H. AYDIN; H. ALTINOK (2023) “Does The Level Of Energy Intensity Matter İn The Effect Of Logistic Performance On The Environmental Pollution Of OBOR Countries? Evidence From PSTR Analysis”, **Journal Of Environmental Planning and Management**, Vol.66, No 7, ss 1494-1512.

- AYDIN, C.; Ö. ESEN (2018). Does the level of Energy Intesity Matter in the Effect of Energy Consumption on the Growth of Transition Economies? Evidence from Dynamic Panel Threshold Analysis”, **Energy Economics**, Vol. 69, ss. 185-195.
- AZİZ, A.; M. Z. ABIDIN (2021, July) “Reducing Emissions and Logistics Costs in Indonesia: An overview”, **In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, IOP Publishing, Vol. 824, No. 1, p. 012095.
- BAI, L.; J. WANG; X. MA; H. LU (2018) “Air Pollution Forecasts: An Overview”, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Vol. 15, No 4, s. 780.
- BAKİ, B. (2004) **Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi**, 1. bs., Trabzon, Lega Kitabevi
- BAKKAL, M.; U. DEMİR (2011) **Lojistik Yönetimi ve e-lojistik**, 1. bs., İstanbul Hiperlink Eğitim. İlet. Yay. San. Tic. ve Ltd. Şti.
- BASTOLA, U.; P. SAPKOTA (2015) “Relationships Among Energy Consumption, Pollution Emission, and Economic Growth in Nepal”, **Energy**, Vol.80, ss.254-262.
- BAŞAR, S.; M. S. TEMURLENK (2007) “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, **İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 21, Sayı 1, ss.1-12.
- BAŞKAYA, F. (2020) **Gençlerle Baş Başa İklim Krizi ve Ekolojik Yıkım**, İstanbul, Yordam Kitap.
- BAYAR, Y.; M. U. SASMAZ (2019) “Foreign Borrowing, Foreign Direct Investment Inflows and Economic Growth in European Union Transition Economies”, **Eastern Journal of European Studies**, Vol.10, No 2, ss.107.
- BAYKAL, H.; T. BAYKAL (2008) “Küreselleşen Dünya’da Çevre Sorunları”, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 5, Sayı 9, ss. 1-17.
- BAZYLEVYCH, V., & KUPALOVA, G. (2014) “Climate Change: The major threat of the 21st Century”, **Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка**, Vol. 6, ss. 6-11.
- BEAMON, B. M. (1999) “Measuring Supply Chain Performance”, **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 19, No 3, ss. 275-292.
- BEKMEZCİ, M. (2018) “Tedarik Zinciri Performans Ölçümü”, **Sosyal Bilimler Yönetim ve Çevre**, Ed.: Mustafa Fedai ÇAVUŞ, İbrahim DEMİRKALE, Ankara, Akademisyen Yayınevi, 2018, ss. 69-80.

- BEKUN, F. V.; A. A. ALOLA; B. A. GYAMFI; S. S. YAW (2021) "The Relevance of EKC Hypothesis in Energy Intensity Real-output Trade-off for Sustainable Environment in EU-27", **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 28, No 37, ss. 51137-51148.
- BEN MBAREK, M.; N. BEN ALI; R. FEKI (2014) "Causality Relationship Between CO₂ Emissions, GDP and Energy Intensity in Tunisia", **Environment, Development and Sustainability**, Vol. 16, No 6, ss. 1253-1262.
- BLACK W. R. (2003) **Transportation: A Geographycal Analysis**, 1. bs., New York: The Guilford Press.
- BLANCO, E. E.; Y. SHEFFI (2017) "Green Logistics", **Sustainable Sussly Chains: A Research-based Textbook on Operations and Strategy**, Vol. 4, ss. 147-187
- BLUM, W. E. (2005) "Functions of Soil for Society and the Environment", **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, Vol. 4, pp. 75-79.
- BOTZORIS, G.N.; A. T. GALANIS; V. A. PROFILLIDIS; N. E. ELIOU (2015) "Coupling and Decoupling Relationships Between Energy Consumption and Air Pollution From the Transport Sector and the Economic Activity", **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol 5, No 4, ss. 949-954.
- BOWERSOX, D.; J. MENTZER; T. SPEH (2008) "Logistics Leverage", **Journal of Business Strategies**, Vol. 25, No 2, ss. 85-99.
- BRAMEL, J.; D. SIMCHI-LEVI (1997) **The Logic of Logistics: Theory, Algorithms, and Applications for Logistics Management**, 1. bs., New York, Springer-Verlag New York.
- BUCAK, Ç.; F. SAYGILI (2022) "Türkiye’de ve G7 Ülkelerinde Dışa Açıklık ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Veri Analizi", **Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 23, Sayı 3, ss. 346-365.
- CARR, A. S.; L.R. SMELTZER (1997) "An Empirically Based Operational Definition Of Strategic Purchasing", **European Journal Of Purchasing And Sussly Management**, Vol. 3, No 4, Ss. 199-207.
- CARR, D. L.; E. S. NORMAN (2008) "Global Civil Society? The Johannesburg World Summit on Sustainable Development", **Geoforum**, Vol. 39, No 1, ss. 358-371.
- CHAI, J.; J. E. GUO; S. Y. WANG; K. K. LAI (2009) "Why Does Energy Intensity Fluctuate In China?", **Energy Policy**, Vol. 37, No 12, Ss.5717-5731.
- CHAKAMERA, C.; N. M. PISA (2021) "Associations between Logistics and Economic Growth in Africa", **South African Journal of Economics**, Vol. 89, No 3, ss. 417-438.

- CHANG, M.C. (2014) "Energy Intensity, Target Level Of Energy Intensity, And Room For Improvement in Energy Intensity: An Asslication To The Study Of Regions In The EU", **Energy Policy**, Vol. 67, ss. 648-655.
- CHEN, W.; M. ALHARTHI; J. ZHANG; I. KHAN (2024) "The Need for Energy Efficiency and Economic Prosperity in a Sustainable Environment", **Gondwana Research**, Vol. 127, ss. 22-35.
- CHEUNG, K. F.; M. G. BELL; J. J. PAN; S. PERERA (2020) "An Eigenvector Centrality Analysis of World Container Shipping Network Connectivity", **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, Vol. 140, s. 101991.
- CHIN, T. A.; H. H. TAT; Z. SULAIMAN (2015) "Green Sussly Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance", **Procedia Cirp**, Vol. 26, ss. 695-699.
- CHMIELEWSKI, A. G. (1999) "Environmental Effects of Fossil Fuel Combustion", **Interactions: Energy/Environment**, Polonya, pp. 56-74.
- CHRISTOPHER, M. (2011) **Logistics & Supply Chain Management**, 4. bs., İngiltere, Great Britain by Henry Ling Ltd, pp. 1- 288.
- CHRISTOPHER, M. (1984) "The Strategy of Customer Service", **The Service Industries Journal**, Vol. 4, No 3, pp. 205-213.
- COLE, M. (2004) "Trade, the Pollution Trade Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages", **Ecological Economics**, Vol. 48, No 1, ss. 71-81.
- CONSERVATION INSTITUTE (30/04/2018), What is Urbanization and What are the Positive and Negative Effects? "Çevrimiçi" <https://www.conservationinstitute.org/what-is-urbanization/> .
- COTO-MILLÁN, P.; M. AGUEROS; P. CASARES-HONTAÑÓN; M. A. PESQUERA (2013) "Impact of Logistics Performance on World Economic Growth (2007–2012)", **World Review of Intermodal Transportation Research**, Vol. 4, No 4, ss. 300-310
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP), "Çevrimiçi" <https://cscmp.org/> ,Erişim Tarihi 05/01/2023.
- CRAMPTON, G. (2003) "Economic Development Impacts Of Urban Rail Transport" 43. Congress of the European Regional Science Association: "Peripheries, Centres, and Spatial Development in the New Europe, **Jyväskylä, Finland**, 27-30 August, ss. 11-15.

- CRENSHAW, E.; K. ROBISON (2010) “The Sociodemographic Determinants of Economic Growth: Agestructure, Preindustrial Heritage, and Social Polarization”, **Social Forces**, Vol. 88, ss. 2217–2240.
- CUTURELA, S. C.; A. MANOLE (2013) “A Short Historical Perspective on the Evolution of Logistics and its Implications for Globalization”, **Romanian Statistical Review**, ss.188-198.
- ÇEKEROL, G. S.; N. KURNAZ (2011) “Küresel Kriz Ekseninde Lojistik Sektörü ve Rekabet Analizi”, **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 25, ss. 47-59.
- ÇETİN, M.; S. SAYGIN (2019) “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Ampirik Analizi: Türkiye Ekonomisi Örneği”, **Yönetim ve Ekonomi Dergisi**, Cilt 26, Sayı 2, ss. 529–546.
- ÇETİNTAŞ, Y. (2021) “Yenilenebilir Enerji Bağlamında Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Örneği”, **Yüksek Lisans Tezi, Bandırma On yedi Eylül Üniversitesi, S.B. E. Bandırma**.
- ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI (t.y.), Nüfus Artış Hızı, “Çevrimiçi” <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/nufus-artis-hizi-i-85616>.
- DABACHI, U. M.; S. MAHMOOD; A. U. AHMAD; S. ISMAIL; I. S. FAROUQ; A. H. JAKADA; K. KABİRÜ (2020) “Energy Consumption, Energy Price, Energy Intensity Environmental Degradation, and Economic Growth Nexus in African OPEC Countries: Evidence From Simultaneous Equations Models”, **Journal of Environmental Treatment Techniques**, Vol. 8, No 1, ss. 403-409.
- DAI, Y.; H.O. GAO (2016) “Energy Consumption in China’s Logistics Industry: A Decomposition Analysis using the LMDI Assroach”, **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, Vol. 46, ss. 69-80.
- DALY, H. (1994) “Fossil fuels”, **Applied Energy**, Vol. 47, No 2-3, pp. 101-121.
- DAMLE, A. (2014). An Introduction to the Utilization of Membrane Technology in the Production of Clean and Renewable power, **In Membranes for Clean and Renewable Power Application**, İngiltere, Woodhead Publishing, pp. 3-43.
- DANISH; R. ULUCAK; S. U. D. KHAN (2020) “Relationship Between Energy Intensity and CO2 Emissions: Does Economic Policy Matter?”, **Sustainable Development**, Vol. 28, No 5, ss. 1457-1464.
- DE HOYOS, R. E.; V. SARAFIDIS (2006) “Testing for Cross-sectional Dependence in Panel-data Models”, **The Stata Journal**, Vol. 6, No 4, ss. 482-496.

- DE VRIES, J. (2007) "Diagnosing Inventory Management Systems: An Empirical Evaluation Of A Conceptual Assroach", **International Journal Of Production Economics**, Cilt 108, Sayı 1-2, ss.63-73.
- DEICHMANN, U.; A. REUTER; S. VOLLMER; F. ZHANG (2018) "Relationship between Energy Intensity and Economic Growth: New Evidence from a Multi-country Multi-sector Data Set", **World Bank Policy Research Working Paper**, No 8322.
- DEMİR, İ. (2006) "Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Yenilebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış", **Gaziantep Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt 8, Sayı 2, ss. 241–151.
- DIETZ, T.; E. ROSA (1994) "Rethinking the Environmental İmpacts of Population, Affluence and Technology", **Hum Ecol Rev**, No 1, ss. 277-300.
- DIMITROV, R. S. (2016) "The Paris Agreement on Climate Change: Behind Closed Doors", **Global Environmental Politics**, Vol. 16, No 3, ss. 1-11.
- DINDA, S. (2004) "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: a Survey", **Ecological Economics**, Vol. 49, No 4, ss. 431-455.
- DRAGOMIROV, N. (2019) "Warehousing in Logistics–main Review of Bulgarian Research Contribution", **In Conference proceedings 5-th International Scientific Conference ERAZ-Knowledge Based Sustainable Development Budapest**, 23 May, Hungary, pp. 107-111.
- DUNCAN, O. (1959) "Human Ecology and Population Studies", **The Study of Population: An Inventory and Appraisal**, P. Hauser, O. Duncan (Eds.), Chicago, University of Chicago Press, ss. 678–716.
- DURSUN, A.; M. ÖZCAN (2019) "Enerji Fiyat Değişimleri ile Borsa Endeksleri Arasındaki İlişki: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama", **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Vol. 82, ss. 177-198.
- E. KARAKAYA, M. ÖZÇAĞ (2003) "Türkiye Açısından Kyoto Protokolü' nün Değerlendirilmesi ve Ayrıştırma Yöntemi ile CO₂ Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi", **VII. ODTÜ Ekonomi Konferansı**, Ankara: ODTÜ, 1–31 Eylül 2003.
- EDWARD, F. (2002) **Supply Chain Strategy: the Logistics of Supply Chain Management**, Newyork, McGraw-Hill, pp. 1- 353.
- EHRLICH, P.; J. HOLDEN (1972) "One-dimensional Economy", **Bull At Sci**, Vol. 28, No 5, ss. 16-27.
- EKOYAPI (02/05/2019), Gürültü, "Çevrimiçi" <https://www.ekoyapidergisi.org/sinsi-tehlike-gurultu> .

- EKŞİOĞLU, E. (2022) “Lojistik İşletmelerde Dijitalleşmenin Lojistik Performans ve Satın Alma Açısından Değerlendirilmesi”, **Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, S.B.E. Niğde.**
- EL ANSHASY, A. A.; M.S. KATSAITI (2014) “Energy Intensity and the Energy Mix: What Works for the Environment?”, **Journal of Environmental Management**, Vol. 136, ss. 85-93.
- ELEREN, A. (2008) **Tedarik İnciri ve Lojistik Yönetimi**, Ankara, Gazi Kitabevi.
- ELMAS, G.; F. ERDOĞMUŞ (2011) “The Importance of Reverse Logistics”, International **Journal of Business and Management Studies**, Vol. 3, No 1, ss. 161-171.
- EMIKONEL, M. (2022) “The Impact of International Organizations on Chinese Trade as the Determiner of Trade: the Gravity Model Assroach”, **The Chinese Economy**, Vol. 55, No 1, ss. 26-40.
- EMIR, F.; F. V. BEKUN (2019) “Energy Intensity, Carbon Emissions, Renewable Energy, and Economic Growth Nexus: New Insights from Romania”, **Energy and Environment**, Vol. 30, No 3, ss. 427-443.
- ENVIRONMENTAL POLLUTION CENTERS (t.y.), Noise Pollution, “Çevrimiçi” <https://www.environmentalpollutioncenters.org/noise-pollution/> .
- ERDOĞAN, S., I. OKUMUS (2021). “Stochastic and Club Convergence of Ecological Footprint: An Empirical Analysis For Different Income Group of Countries”, **Ecological Indicators**, Cilt 121, ss. 1-13.
- ERDOĞAN, İ.; K. TÜRKÖZ; M. Ş. GÖRÜŞ (2015) “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı 44.
- ERDOĞAN, S.; D.C. YILDIRIM; A. GEDİKLİ (2019) “Investigation of Causality Analysis between Economic Growth and CO₂ Emissions: the Case of BRICS-T Countries”, **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol. 9, No 6, ss. 430-438.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (14/03/2023), Soil Pollution and Ecosystems, “Çevrimiçi” <https://www.eea.europa.eu/publications/zeropollution/ecosystems/soil-pollution> .
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (t.y.), Urbanisation, “Çevrimiçi” <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/urbanisation> .
- EVANGELISTA, P.; L. SANTORO; A. THOMAS (2018) “Environmental Sustainability in Third-party Logistics Service Providers: A Systematic Literature Review from 2000–2016”. **Sustainability**, Vol. 10, No 5, s. 1627.

- EVERETT, T.; M. ISHWARAN; P. G. ANSALONI; A. RUBÍN (2010) “Economic Growth And The Environment”, **Defra Evidence And Analysis Series**, No 2.
- EWING, B.; D. MOORE; S. GOLDFINGER; A. OURSLER; A. REED; M. WACKERNAGEL (2010) “The Ecological Footprint Atlas 2010”, **Global Footprint Network**, Oakland, ss. 1-113.
- FAN, F.; Y. LEI (2016) “Decomposition Analysis Of Energy-Related Carbon Emissions From The Transportation Sector In Beijing”, **Transportation Research Part D: Transport And Environment**, Vol.42, ss.135-145.
- FAO (02/05/2018), Polluting our Soils is Polluting our Future, “Çevrimiçi” <https://www.fao.org/newsroom/story/Polluting-our-soils-is-polluting-our-future/en> .
- FARMER, A. (1997) **Managing Environmental Pollution**, 1. ed., Londra, 11 New Fetter Lane, ss. 1-240.
- FAWCETT, S. E.; M. B. COOPER (1998) “Logistics Performance Measurement and Customer Success”, **Industrial Marketing Management**, Vol. 27, No 4, ss. 341-357.
- FEDERMAN, M.; D. I. LEVINE (2010) “Industrialization, Pollution, and Infant Mortality”, **Environment and Development Economics**, Vol.15, No 5, ss. 557-584.
- FILOVÁ, A.; V. HRDÁ (2021) “Managerial Evaluation of the Logistics Performance and its Dependencies on Economies in Selected Countries”, **Ekonomicko-manazerske Spektrum**, Vol. 15, No 1, ss. 15-27.
- FORSLUND, H. (2007) “The Impact of Performance Management On Customers' Expected Logistics Performance”, **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 27, No 8, ss. 901-918.
- FOUQUAU, J.; C. HURLIN; I. RABAU (2008) “The Feldstein–Horioka puzzle: a Panel Smooth Transition Regression Approach”, **Economic Modelling**, Vol. 25, No 2, ss. 284-299.
- FULSER, B. (2015) “Kombine Taşımacılık ve Türkiye Uygulamaları”, **Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi**, F.B.E. İstanbul.
- GEEKSFORGEEKS (t.y.) “Çevrimiçi” <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-water-pollution-sources-causes-prevention/> .
- GIMENEZ, C.; E.V ENTURA (2005) “Logistics-Production, Logistics-marketing and External Integration: Their impact on Performance”, **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 25, No 1, ss. 20-38.

- GLOBAL BIOENERGY STATISTICS, 2022,
<https://www.worldbioenergy.org/uploads/221223%20WBA%20GBS%202022.pdf>, Erişim Tarihi 12/02/2023.
- GOLDEMBERG, J. (1996) “A Note on the Energy Intensity of Developing Countries”, **Energy Policy**, Vol. 24, No. 8, ss. 759-761.
- GÖKMEN, M.K.; F.S. ÖZDEMİR (2016) “Lojistiğin Evrimi ve Türkiye’deki Önlisans ve Lisans Programları Yönünden Lojistik Öğretimi”, **Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 9, Sayı 3, ss. 115-135.
- GÖVDELİ, T. (2018) “Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi”, **Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi**, S.B.E. Gaziantep.
- GROSSMAN, G. M.; A. B. KRUEGER (1991). “Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement”, **NBER Working Paper Series**, No 3914.
- GUJARATI, D. (2003) **Basic Econometrics**, 4. bs., McGraw-Hill, New York, NY.
- GUNASEKARAN, A.; B. KOBU (2007) “Performance Measures and Metrics in Logistics and Supply Chain Management: a Review of Recent Literature (1995–2004) for Research and Applications”, **International journal of production research**, Vol. 45, No 12, ss. 2819-2840.
- GUO, X.; D. REN; J. SHI (2016) “Carbon Emissions, Logistics Volume and GDP in China: Empirical Analysis Based on Panel Data Model”, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 23, ss. 24758-24767.
- GÜLOĞLU, B.; NAZLIOĞLU Ş. (2013) “Impacts Of Inflation on Agricultural 94 Prices: Panel Smooth Transition Regression Analysis”, **Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi**, Sayı 1. ss. 1-20.
- GÜNİSOY, G. (2019) **Doğal kaynaklar ve çevre ekonomisi**, Ed.: G. Günsoy; M. T. Aktaş, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi.
- GÜRDAL, S. (2006) Türkiye lojistik sektörü altyapı analizi, **İstanbul Ticaret Odası**, Yayın, s.14.
- HAJKO, V. (2014) “The Energy Intensity Convergence in the Transport Sector”, **Procedia Economics and Finance**, Vol. 12, ss. 199-205.
- HAKSES, G. A. H. (2022) “Lojistik Performans Endeksi (LPI) ile Çevre Performans Endeksi (EPI) Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma”, **Social Sciences Studies Journal**, Cilt 4, Sayı 20, ss. 2850-2860
- HALIRU, B. (2023) “Effect of Energy Intensity and Co2 Emissions on Sustainable Development in Nigeria”, SSRN 4479039.

- HALLDÓRSSON, Á.; C. SUNDGREN; J. WEHNER (2019) **Sustainable Supply Chains and Energy: Where ‘Planet’ meets ‘Profit**, In Handbook on the Sustainable Supply Chain, Ingiltere, Edward Elgar Publishing.
- HALLDÓRSSON, Á.; J. WEHNER (2020) “Last-mile Logistics Fulfilment: A Framework for Energy Efficiency”, **Research in Transportation Business and Management**, Vol. 37, s. 100481.
- HANDL, G. (2012) “Declaration of the United Nations conference on the human environment (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on Environment and Development, 1992”, United **Nations Audiovisual Library of International Law**, Vol. 11, No 6, ss. 1-11.
- HAYAMI, H.; M. NAKAMURA; A.O. NAKAMURA (2015) “Economic performance and Supply Chains: The Impact of Upstream Firms’ Waste Output on Downstream Firms’ Performance in Japan”, **International Journal of Production Economics**, Vol. 160, ss.47-65.
- HE, Y. (2020) “How do Energy Consumption, Economic Growth and Logistics Development Interrelate?”, *Journal of Distribution Science*, Vol. 18, No 1, ss. 71-83.
- HEROLD, D.M.; K. H. LEE (2017) “Carbon Management in the Logistics and Transportation Sector: an Overview and New Research Directions”, **Carbon Management**, Vol. 8, No 1, ss. 79-97.
- HESSE, M.; J.P. RODRIGUE (2004) “The Transport Geography Of Logistics And Freight Distribution”, **Journal Of Transport Geography**, Vol 12, No 3, ss. 171-184.
- HIND, E.; J. MUSTAPHA (2022) “The Impact of Logistics Performance on Carbon Emission: An Empirical Investigation on African Countries”, **International Journal of Scientific Engineering and Science**, Vol. 6, No 2, ss. 47-51,
- HODŽIĆ, S.; T. F. ŠIKIĆ; E. DOGAN (2023) “Green Environment in the EU Countries: The Role of Financial Inclusion, Natural Resources and Energy Intensity”, **Resources Policy**, Vol. 82, s. 103476.
- HOEKS, M. (2010) **Multimodal Transport Law: the Law Applicable to the Multimodal Contract for the Carriage of Goods**, Norveç, Kluwer Law International BV.
- HOUGHTON, J, Global warming. Reports on progress in physics, 2005, p. 1343.[Http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tabin/article/view/5000061424](http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tabin/article/view/5000061424), 22/05/2015,[HTTPS://KALKINMASOZLUGU.İZKA.ORG.TR/ENERJİ-YOGUNLUGU/](https://kalkinmasozlugu.izka.org.tr/enerji-yogunlugu/)

- HUANG, K.; J. WANG (2022) “Research on the Impact of Environmental Regulation on Total Factor Energy Effect of Logistics Industry from the Perspective of Green Development”, **Mathematical Problems in Engineering**, Vol. 2022,
- I. ANNEX, “Report of the United Nations conference on environment and development”, **In Rio de Janeiro**, A/CONF, 3–14 June 1992, Vol. 151, No. 26, s. 12.
- IEA (07/04/2023) Energy Intensity, “Çevrimiçi” <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/energy-intensity>
- IEA (2021), World Energy Balances: Overview, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>, Licence: CC BY 4.0, “Çevrimiçi” Erişim Tarihi 10/05/2024.
- IEA (t.y.) Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE) “Çevrimiçi”
<https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/net-zero-emissions-by-2050-scenario-nze> , Erişim Tarihi 21/04/2024.
- IEA, Internet: <https://www.iea.org/energy-system/transport>
- IEA, The Future of Rail Opportunities for Energy and the Environment, **The Future of Rail**, IEA, 2019, 175.
- ISLATINCE, H.; C. HAYDAROĞLU (2009) “Türk İmalat Sanayinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt, 24.
- JAYARAM, J.; B. AVITTATHUR (2015) “Green Supply Chains: A Perspective from an Emerging Economy”, **International Journal of Production Economics**, Vol. 164, ss. 234-244.
- KAMAKATE, F.; L. SCHISSER (2009) “Trends in Truck Freight Energy use and Carbon Emissions in Selected OECD Countries From 1973 to 2005”, **Energy Policy**, Vol 37, No10, ss.3743-3751.
- KARACA, C. (2012) “Ekonomik Kalkınma ve Çevre Kirliliği İlişkisi, Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Ampirik Bir Analiz”, **Ç. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 21, Sayı 3, ss. 139-156.
- KARACAN, S.; M. KAYA (2011) **Lojistik Faaliyetlerde Maliyetleme**, 1. bs., Kocaeli, Umuttepe Yayınları.
- KARADUMAN, H. A.; A. KARAMAN-AKGUL; M. CAĞLAR; H. E. AKBAS (2020) “The Relationship Between Logistics Performance and CARBON EMISSIONS: an Empirical Investigation on Balkan Countries”, **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, Vol. 12, No 4, ss. 449-461.

- KARHAN, G. (2016) “Enerji Yoğunluğu ve Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Analizi: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma”, **Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, S.B.E. Malatya.**
- KARIMI, W. (2021) “Orta Asya Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Enerji Yoğunluğu ve Karbon Emisyonu “, **Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, S.B.E. İzmir.**
- KASILINGAM, R.G. (1998) **Lojistik ve taşımacılık: tasarım ve planlama**, 7. bs., ABD, Kluwer akademik yayın, ss.1-330.
- KAY, M. G. (2012) “Material handling equipment”, **Fitts Dept. of Industrial and Systems Engineering North Carolina State University**, s. 65.
- KAYA, H. E. (2020) “Kyoto’dan Paris’e Küresel İklim Politikaları”, **Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi**, Cilt 4, Sayı 10, ss. 165-191.
- KAYA, H. E. (2020) “Kyoto’dan Paris’e Küresel İklim Politikaları”,**Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi**, Cilt 4, Sayı 10, ss. 165-191.
- KAYNAK, M. (2014) “Intermodal Terminallerin Gelişiminde Lojistik Merkezler, Dağıtım Parkları ve Türkiye’deki Durum”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 9, Sayı 2, ss.39-58.
- KELEŞ, Ö. (2010), “Sürdürülebilir Yaşam Göstergesi: Ekolojik Ayak İzi”, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, “Çevrimiçi”,
- KESKIN, M. O.; E. AKSAKAL (2020) “An Investigation of Environmental Literacy Levels and Environmental Pollution Images of 7th year Pupils İn Primary Education”, **International Online Journal of Education and Teaching**, Vol. 7, No 4, ss. 1343-1368.
- KHAN, M. K.; S.F. BABAR; B. ORYANI; V. DAGAR; A. REHMAN; A. ZAKARI; M.O. KHAN (2022) “Role of Financial Development, Environmental-related Technologies, Research and Development, Energy Intensity, Natural Resource Depletion, and Temperature in Sustainable Environment in Canada”, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 29, ss. 622-638.
- 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**, Vol. 26, No 13, ss. 13210-13220.
- KHAN, S. A. R.; A. SHARIF; H. GOLPIRA; A. KUMAR (2019a) “A Green Ideology in Asian Emerging Economies: From Environmental Policy and Sustainable Development”, **Sustainable development**, Vol. 27, No 6, ss. 1063-1075.

- KHAN, S. A. R.; D. QIANLI (2017a) “Does National Scale Economic and Environmental Indicators Spur Logistics Performance? Evidence from UK”, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 24, ss. 26692-26705.
- KHAN, S. A. R.; D. QIANLI; W. SONGBO; K. ZAMAN; Y. ZHANG (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**, Vol 24, ss. 1518-1531.
- KHAN, S. A. R.; Y. ZHANG; M. ANEES; H. GOLPIRA; A. LAHMAR; D. QIANLI (2018) “Green Supply Chain Management, Economic Growth and Environment: A GMM Based Evidence”, **Journal of Cleaner Production**, Vol. 185, ss. 588-599.
- KHAN, Y.; F. LIU (2023) “Consumption of energy from Conventional Sources a Challenge to the Green Environment: Evaluating the role of Energy Imports, and Energy Intensity in Australia”, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 30, No 9, ss. 22712-22727.
- KHASANOVA, S.; E. ALIEVA; A. SHEMILKHANOVA (2023) “Environmental Pollution: Types, Causes and Consequences”, **In BIO Web of Conferences**, EDP Bilimleri, 21 Temmuz 2023, s. 07014.
- KHEZRI, M.; A. HESHMATI; M. KHODAEI (2022) “Environmental Implications of Economic Complexity and Its Role in Determining How Renewable Energies Affect CO₂ Emissions”, **Applied Energy**, Cilt 306, ss. 1-12.
- KILIÇ, M.; S. U. KOÇDEMİR (2018) “Dış Ticaret ve Lojistik Arasındaki İlişki: Yükselen Piyasa Ekonomisindeki Ülkelerde Panel Veri Analizi”, **In 1st International Economics and Business Symposium**, Ekim, s. 219.
- KILIÇ, Z. (2021) “Water Pollution: Causes, Negative Effects and Prevention Methods”, **İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Vol. 3, Sayı 2, ss. 129-132.
- KLUMPP, M.; S. HERAGU (2019) “Outbound Logistics and Distribution Management. Operations”, **Logistics and Supply Chain Management**, pp.305-330.
- KOBAN, E.; H., YILDIRIR KESER (2008) **Dış Ticarete Lojistik**, 7. bs., Bursa, Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- KOVÁCS, G.; S. KOT (2016) “New Logistics And Production Trends As The Effect Of Global Economy Changes”, **Polish Journal Of Management Studies**, Vol.,14, No 2, ss. 115-126.

- KÖFTECİ, S.; H. GERÇEK (2010) “Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere Dayalı İkili Lojit Model”, **Teknik Dergi**, Cilt 21, Sayı 103, ss. 5087 – 5112.
- KÖROĞLU, H.K. (2022) “Enerjide Dışa Bağımlılık ve Ekonomik Büyümenin Enerji Verimliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği”, **Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi**, S.B.E. Malatya.
- KÖSE, Z. (2022) “Türkiye’de Lojistik Köyler ve Lojistik Köylerin Türkiye Ekonomisi Üzerine Etkisi”, **Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi**, S.B.E. Sivas.
- KRASHENININ, A.; O. SHAPATINA; O. KOVALOVA; G. SHAPOVAL; H. SYLENOK (2022) “Improvement of Multimodal Transportation Based on Logistic Principles”, **LogForum**, Vol.18, No 4.
- KUBAR, Y.; M. KIL (2022) “Fourier Shin Eşbütünleşme Testi ile Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği AB ve Çin Uygulaması”, **Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt 18, Sayı 1, ss. 126-141.
- KUBASÁKOVÁ, I.; R. KAMPF; O. STOPKA (2014) “Logistics Information and Communication Technology”, **Communications-Scientific letters of the University of Zilina**, Vol.16, No. 2, ss. 9-13.
- L. HENS; B. NATH, “In the World Summit on Sustainable Development: The Johannesburg Conference”, **The Johannesburg Conference**, Netherlands, 22 January 2003, ss. 1-33.
- LAM, J. S. L.; J. DAI (2015) “Environmental Sustainability of Logistics Service Provider: an ANP-QFD Assroach”, **The International Journal of Logistics Management**, Vol. 26, No 2, ss. 313-333.
- LANGEVIN, A.; D. RIOPEL (2005) **Logistics systems: design and optimization**, 7 ed., New York, Springer.
- LAPONCHE B.; S. SOPHIE, J. BERNARD; M. COLOMBIER (1997), **Energy Efficiency for a Sustainable World**, Paris, International Conseil Energie Editions, s. 319.
- LEWIS, R. L. (2004) “Industrialization”, **High mountains rising: Appalachia in time and place**, pp.59-73.
- LI, B.; N. HANEKLAUS (2022) “The Role of Clean Energy, Fossil Fuel Consumption and Trade Openness for Carbon Neutrality in China”, **Energy Reports**, Vol. 8, No 4, ss. 1090-1098.
- LI, X.; S. SOHAIL; M. T. MAJEED; W. AHMAD (2021) “Green Logistics, Economic Growth, and Environmental Quality: Evidence from one Belt and Road Initiative Economies”, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 28, ss. 30664-30674.

- LIU, J.; C. YUAN; M. HAFEEZ; Q. YUAN (2018) "The Relationship between Environment and Logistics Performance: Evidence from Asian Countries", **Journal of Cleaner Production**, Vol. 204, ss. 282-291.
- LIU, J.; L. ZHANG; Z. LIU (2017) **Environmental Pollution Control**, Germany, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, ss. 1- 298.
- LIU, L. (2019) "Research on Decoupling of China's Logistics Demand and Energy Consumption Carbon Emission", **In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering IOP Publishing**, Vol. 612, No 5, s. 052072.
- LYDEKAITYTE, J.; T. TAMBO (2020) "Smart Packaging: Definitions, Models and Packaging as an Intermediator Between Digital and Physical Product Management", **The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research**, Vol. 30, No. 4, pp. 377-410.
- MAGAZZINO, C.; A. A. ALOLA; N. SCHNEIDER (2021). The Trilemma of Innovation, Logistics Performance, and Environmental Quality in 25 Topmost Logistics Countries: A Quantile Regression Evidence", **Journal of Cleaner Production**, Vol. 322, s. 129050.
- MAGAZZINO, C.; M. MELE; N. SCHNEIDER (2022) "A New Artificial Neural Networks Algorithm to Analyze the Nexus among Logistics Performance, Energy Demand, and Environmental Degradation", **Structural Change and Economic Dynamics**, Vol. 60, ss. 315-328.
- MAHMOOD, T.; S. ULLAH; M. MUMTAZ (2021) "Dependence of Energy Intensity on Economic Growth: Panel data Analysis of South Asian Economies", **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol. 11, No 2, ss. 234-239.
- MALHOTRA, G.; S. MISHRA (2019) "Effect of Economic Growth on the Logistics Sector in India", **Theoretical Economics Letters**, Vol. 9, No 1, ss. 210-222.
- MANN, C. L. (2012) "Supply Chain Logistics, Trade Facilitation and International Trade: a Macroeconomic Policy View", **Journal of Supply Chain Management**, Vol. 48, No 3, ss. 7-14.
- MARIANO, E. B.; J. A. GOBBO JR; F. DE CASTRO CAMIOTO; D. A. DO NASCIMENTO REBELATTO (2017) "CO₂ Emissions and Logistics Performance: a Composite Index Proposal", **Journal of Cleaner Production**, Vol. 163, ss. 166-178.
- MARTI, L.; J. C. MARTIN; R. PUERTAS (2017) "A DEA-Logistics Performance Index", **Journal Of Asslied Economics**, Vol. 20, No 1, ss 169-192.
- MARTINS, F.; C. FELGUEIRAS; M. SMITKOVA; N. CAETANO (2019) "Analysis of Fossil Fuel Energy Consumption and Environmental Impacts in European Countries", **Energies**, Vol. 12, No 6, s. 964.

- MATSON, J. O.; J. A. WHITE (1982) "Operational Research and Material Handling", **European Journal of Operational Research**, Vol. 11, No 4, ss. 309-318.
- MCKINNON, A. C. (2012) "Reducing Energy Consumption and Emissions in the Logistics Sector", **Energy, Transport, & the Environment: Addressing the Sustainable Mobility Paradigm**, ss. 521-537
- MCKINNON, A.; M. BROWNE; A. WHITEING; M. PIECYK (2015) **Green Logistics: Improving The Environmental Sustainability Of Logistics**, 3. ed., Londra, Kogan Page Publishers, ss.1-415.
- MEHNDIRATTA, P.; A. JAIN; S. SRIVASTAVA; N. GUPTA (2013) "Environmental Pollution and Nanotechnology", **Environment and Pollution**, Vol. 2, No 2, s. 49.
- MENTZER, J. T.; B. P. KONRAD (1991) "An Efficiency/Effectiveness Approach to Logistics Performance Analysis", **Journal of business logistics**, Vol. 12, No 1, s. 33.
- MERCAN, M. (2014) "Feldstein-Horioka Hipotezinin AB-15 ve Türkiye Ekonomisi için Sınanması: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Dinamik Panel Veri Analizi", **Ege Academic Review**, Cilt 14, Sayı 2, 231-245.
- MERCAN, M.; E. KARAKAYA (2015) "Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emission: Dynamic Panel Cointegration Analysis for Selected OECD Countries", **Procedia Economics and Finance**, Vol. 23, ss. 587-592.
- MICHLOWICZ, E. (2015) "Contemporary Tasks of Logistics Production", **Applied Mechanics and Materials**, Vol. 708, pp. 59-64.
- MINNER, S. (2019) "Inbound Logistics", Operations, **Logistics and Supply Chain Management**, ss. 233-249.
- MISHRA, R. K.; N. MOHAMMAD; N. ROYCHOUDHURY (2016) "Soil pollution: Causes, Effects and Control", **Van Sangyan**, Vol. 3, No 1, pp. 1-14.
- MOHSIN, A. K. M.; H. TUSHAR; S.F.A. HOSSAIN; K. K. S. CHISTY; M. M. IQBAL; M. KAMRUZZAMAN; S. RAHMAN (2022) "Green Logistics and Environment, Economic Growth in the Context of the Belt and Road Initiative", **Heliyon**, Vol. 8, No 6.
- MOSLEY, S. (2014) "Environmental History of Air Pollution and Protection", **In The Basic Environmental History**, Der.: Mauro Agnoletti, Simone Neri Serneri, 4 bs., Cham, Springer International Publishing, ss. 143-169.
- MRAIHI, R.; I. HOUARBI (2011) "Transport Intensity and Energy Efficiency: Analysis of Coupling and Decoupling Polycies Implications", **In 2011 4th International Conference on Logistics**, ss. 305-310. IEEE.

- MRAIHI, R.; K. BEN ABDALLAH; M. ABID (2013) "Road Transport-Related Energy Consumption: Analysis of Driving Factors in Tunisia", **Energy Policy**, Vol. 62, ss. 247-253.
- MUHAMMAD, S.; Y. PAN; M. H. AGHA; M. UMAR; S. CHEN (2022) "Industrial Structure, Energy Intensity and Environmental Efficiency Across Developed and Developing Economies: The Intermediary Role of Primary, Secondary and Tertiary Industry", **Energy**, Vol. 247, s. 123576.
- MUJKIĆ, E. (2022) "Key Indicators of Logistics Performance as Supply Chain Links", **Financing-naučni Časopis za Ekonomiju**, Vol. 13, No 1, ss. 57-70.
- NAGHIYEV A. (2023) "Türkiye İçin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği", **Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, S.B.E., Erzurum**.
- NASREEN, S.; S. SAIDI; I. OZTURK (2018) "Assessing Links between Energy Consumption, Freight Transport, and Economic Growth: Evidence from Dynamic Simultaneous Equation Models", **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 25, ss. 16825-16841
- NATH, B. (2003) "Education for Sustainable Development: The Johannesburg Summit and Beyond", **Environment, Development and Sustainability**, Vol. 5, No 1, ss. 231-254.
- NATO (2017), Internet: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_61741.htm
- NAVICKAS, V.; L. SUJETA; S. VOJTOVICH (2011) "Logistics Systems as a Factor of Country's Competitiveness", **Economics and Management**, Vol. 16, No 1, ss. 231-237.
- NENAD, Z.; R. MILOS (2011). Energy Efficiency in Intralogistics: A New Trend in Research", **Belgrade: Heavy Machinery**, s.3.
- NETJASOV, F. (2015) **Air Transport Safety: an Introduction.**, 7. Bs., New York Nova Publishers.
- NRDC (t.y.), Global Warming, "Çevrimiçi" <https://www.nrdc.org/stories/global-warming-101#warming> .
- OECD/ITF, "Carbon Footprint of Global Trade: Tackling Emissions from International Freight Transportation; OECD/ITF: Paris" , France, 2015; "Çevrimiçi" <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/cop-pdf-06.pdf> .
- OLGUN, B.; O. KURTULUŞ; S. GÜLTEK; H. A. HEPERKAN (2009) "Enerji Verimliliği ve Türkiye'deki Mevzuat", **IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi**, ss. 6-9.
- ØVERGAARD, S., "Issue paper: Definition of primary and secondary energy", **Statistics Norway**, Oslo, September, 2008, ss.1-7.

- Ö. SEZER, “38. ICANAS”, **Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi**, Ankara, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, 10-15 Eylül 2007, ss. 1–1525.
- ÖNCÜ, E.; Ö. ÖZDEMİR (2020) “Ekonomik Büyüme ve Ulaştırma Altyapı Kalitesinin CO₂ Emisyonuna Etkisinin İncelenmesi”, **Niğantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 8, Sayı 1, ss. 45-54.
- ÖZÇELİK, S. E.; Ü. TÖNGÜR (2023) “Logistics Performance and Environmental Degradation: The Case of MENA Countries”, **ERF 29th Annual Conference on “The Future of MENA**, 4-6 May, ss. EGYPT, 1-27.
- ÖZGÜN ACAR, D. (2021) “LOJİSTİK SEKTÖRÜ PERFORMANSI VE DIŞ TİCARET İLİŞKİSİ”, **Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi**, S.B.E. Bilecik.
- ÖZMEHMET, E. (2008) “Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları”, **Yaşar Üniversitesi E-Dergisi**, Cilt 3, Sayı 12, ss. 1853-1876.
- ÖZOĞLU, B.; S.B. DEMİR (2021) “Türkiye’de Karayolu Taşımacılığının Değerlendirilmesi: Bir Literatür Taraması”, **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 14, Sayı 2, ss. 670-687.
- ÖZOKCU, S.; Ö. ÖZDEMİR (2017) “Economic Growth, Energy, And Environmental Kuznets Curve”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 72, ss. 639-647.
- ÖZSOY, C. E.; A. DİNÇ (2016) “Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi”, **Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar**, Sayı 619, ss. 35-55.
- ÖZTÜRK, M. (2020) “Ülkelerin Lojistik Performans Göstergelerinin Dış Ticaretleri Üzerine Etkisi”, **Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi**, S.B.E. Mersin.
- P. CHRISTOFF, “In The New Power Politics of Global Climate Governance”, **The Promissory Note: COP 21 and the Paris Climate Agreement**, Routledge, 2018, ss. 21-43.
- PARKER, C. (2000) “Performance measurement”, **Work Study**, Vol. 49, No 2, ss. 63-66.
- PATİÑO, L. I.; V. ALCÁNTARA; E. PADILLA (2021) “Driving Forces of CO₂ Emissions and Energy Intensity in Colombia”, **Energy Policy**, Vol. 151, s.112130.
- PLINERE, D.; A. BORISOV (2015) “Case Study on Inventory Management Improvement”, **Information Technology and Management Science**, Vol.18, No 1, pp. 91-96.

- POKHAREL, S.; A. MUTHA (2009) "Perspectives in Reverse Logistics: a Review", **Resources, Conservation and Recycling**, Vol. 53, No 4, ss. 175-182.
- POLAT, M.; K. KARA; G. C. YALCIN (2022) "Clustering Countries on Logistics Performance and Carbon Dioxide (CO₂) Emission Efficiency: An Empirical Analysis", **Business and Economics Research Journal**, Cilt 13, Sayı 2, ss. 221-238.
- POLIAK, M.; J. TOMICOVÁ (2020) "Transport Document in Road Freight Transport-Paper Versus Electronic Consignment Note CMR", **Archiwum Motoryzacji**, Vol. 90, No 4.
- PRAVEEN, K.; S. GANGULY; R. WAKCHAURE (2017) "Environmental Pollution and Safety Measures International Issues and its Global Impact", **Global Progress in Development of Sustainable Environment**, ss.40-65.
- PURVIS, B.; Y. MAO; D. ROBINSON (2019) "Three Pillars of Sustainability: in Search of Conceptual Origins", **Sustainability Science**, Vol. 14, ss. 681-695.
- QUAN, C.; X. CHENG; S. YU; X. YE, (2020) "Analysis on the Influencing Factors of Carbon Emission in China's Logistics Industry Based on LMDI Method", **Science of the Total Environment**, Vol 734, s. 138473.
- RADIOJEVIĆ, G.; L. MILOSAVLJEVIĆ (2019) "The Concept of Logistics 4.0", **In 4th Logistics International Conference**, Aĝustos, pp. 283-292.
- RAFIQ, S.; R. SALIM; I. NIELSEN (2016) "Urbanization, Openness, Emissions, and Energy Intensity: a Study of Increasingly Urbanized Emerging Economies", **Energy Economics**, Vol. 56, pp. 20-28.
- RAO, P.; T. HOLT (2005) "Do Green Supply Chains Lead to Competitiveness and Economic Performance?", **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 25, No 9- 10, pp. 898-916.
- RITCHIE, H., "Cars, Planes, Trains: Where do CO₂ Emissions from Transport Come from?", **Published online at OurWorldInData.org.**, 2020, "Çevrimiçi", <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport> , Erişim Tarihi 06/02/2023.
- ŘICHNÁK, P.; K. GUBOVÁ (2021) "Green and Reverse Logistics in Conditions of Sustainable Development in Enterprises in Slovakia", **Sustainability**, Vol. 13, No 2, s. 581.
- ROCHA, L. E. (2017) "Dynamics of Air Transport Networks: A Review From A Complex Systems Perspective", **Chinese Journal of Aeronautics**, Vol.30, No 2, ss. 469-478.

- ROGERS, Z.; T.G. KELLY; D.S. ROGERS; C. R. CARTER (2007) "Alternative Fuels: are they Achievable?", **International Journal of Logistics Research and Asslications**, Vol. 10, No 3, ss. 269-282.
- ROSE, W. J.; J. E. BELL; C. W. AUTRY; C. R. CHERRY (2017) "Urban Logistics: Establishing Key Concepts and Building a Conceptual Framework for Future Research", **Transportation Journal**, Vol. 56, No 4, ss. 357-394.
- ROSS, H.; S. THADANITI (1995) **Environmental Costs of Industrialization**, In Thailand's Industrialization and Its Consequences , London, Palgrave Macmillan United Kingdom.
- SAIDI, S.; S. HAMMAMI (2017) "Modeling the Causal Linkages between Transport, Economic Growth and Environmental Degradation for 75 Countries", **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, Vol. 53, ss. 415-427.
- SAMARAS, S. A. (2000) **Competing Upstream: Inbound Logistics as a Source of Competitive Advantage**, The University of Nebraska, Lincoln.
- SANTOSA, W.; Y. NILAWATI; R. KUSUMA, "Analysis of the Relationship between Logistics Performance and Carbon Emissions in ASEAN", **In Proceedings of the First Lekantara Annual Conference on Public Administration, Literature, Social Sciences, Humanities, and Education**, Malang, Indonesia, 3 Ağustos 2021, ss.105-115.
- SARI, M; H. DEMIRULUS, B. SÖĞÜT (2000) "Van İlinde Öğrencilerin Balık Eti Tüketim Alışkanlığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma", **Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Araştırmaları Sempozyumu**, 28-30 Haziran, Erzurum, ss. 627-638.
- SARIPALLE, M. (2018) "Determinants of Profitability in the Indian Logistics Industry", **International Journal of Logistics Economics and Globalisation**, Vol. 7, No 1, ss. 13-27.
- SARKODIE, S. A.; V. STREZOV (2018). Empirical Study of the Environmental Kuznets Curve and Environmental Sustainability Curve Hypothesis for Australia, China, Ghana and USA", **Journal of Cleaner Production**, Vol. 201, ss. 98-110.
- SAYIN, Ö. Ü. A. A.; GÜLLE, M. (2019) "Lojistik Faaliyetlerde Taşımacılık Yöntemleri-Türkiye Örneği", Doç. Dr. Mehmet Dalkılıç, ss. 400-423.
- SCARROW, R. M., E. M. CRENSHAW (2015) "The Ecology of Energy use: using the POET Model to Analyze Consumption and Intensity across Nations 1970–2000", **Population and Environment**, Vol. 36, ss. 311-330.

- SEROKA-STOLKA, O. (2014) "The Development of Green Logistics for Implementation Sustainable Development Strategy in Companies", **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Vol. 151, ss. 302-309.
- SHARAPIYEVA, M. D.; K. DUISSEKUL; N. GULMIRA; K. ZHANNA (2019) "Energy Efficiency of Transport and Logistics Infrastructure: the Example of the Republic of Kazakhstan", **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol. 9, No 5, ss. 331-338.
- SHOKOOHI, Z.; N. K. DEHBIDI; M. H. TARAZKAR (2022) "Energy Intensity, Economic Growth and Environmental Quality in Populous Middle East Countries", **Energy**, Vol. 239, s 122164.
- SIKDER, M.; C. WANG; F. K. YEBOAH; J. WOOD (2024) "Driving Factors of CO₂ Emission Reduction in the Logistics Industry: an Assessment of the RCEP and SAARC Economies", **Environment, Development and Sustainability**, Vol. 26, No 1, ss. 2557-2587.
- SIMÃO, L. E.; M. B. GONCALVES; C. M. T. RODRIGUEZ (2016) "An Assroach to Assess Logistics and Ecological Sussly Chain Performance Using Postponement Strategies", **Ecological indicators**, Vol. 63, ss. 398-408.
- SLABBEKOORN, H. (2019) "Noise pollution", **Current Biology**, Vol. 29, No 19, pp. R957-R960.
- SONG, F.; X. ZHENG (2012) "What Drives the Change in China's Energy Intensity: Combining Decomposition Analysis and Econometric Analysis at the Provincial Level", **Energy policy**, Vol. 51, ss. 445-453.
- STERN, D. I. (2004) "The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve", **World Development**, Vol. 32, No 8, ss. 1419-1439.
- STRAKA, M. (2013) **Distribution And Sussly Logistics**, 1 Ed., Newcastle-Upon-Tyne, Cambridge Scholars Publishing, Ss.1-608.
- SU, Z. X.; G. X. ZHANG; L. XU; G. H. GENG; Y. C. WANG; I. ALI (2021) "Carbon Emission Performance in Logistics in the Yellow River Basin", **Desalination and Water Treat**, Vol. 220, ss. 14-21.
- SUBRAMANIAM, Y. (2021) "Logistic and Environmental Quality", **Present Environment and Sustainable Development**, Vol. 15, No 1.
- SUEYOSHI, T.; M. GOTO (2023) "Energy Intensity, Energy Efficiency and Economic Growth among OECD Nations from 2000 to 2019", **Energies**, Vol. 16, Issye 4, ss. 1927.
- ŞEMSETTİN, U.; M. AKÇADAĞ (2012) "İlaç Sektöründe Tersine Lojistik ve Dağıtımın Rolü: Bir Uygulama", **Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 5, Sayı 1, ss. 149-158.

- ŞEN, İ. K. (2014) “Lojistik Faaliyetlerin Yönetimi ve Maliyetleme Yaklaşımları”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 4, Sayı 1, ss.83-106.
- ŞENTÜRK, A. (2022) “Lojistik Performans Endeksindeki Değişimlerin Ülkelerin Ürün Tedariklerine Etkileri: Türkiye’den İthalat Yapan Altı Ülkenin İncelenmesi”, **Yüksek Lisans Tezi**, Balıkesir Üniversitesi, S.B.E. Balıkesir.
- ŞIK, E.Ç. (2021) “Lojistik Desteğin Dış Ticarete Katkısı ve Ülkelerin Rekabet Gücüne Etkisi”, **Yüksek Lisans Tezi**, **Marmara Üniversitesi**, S.B.E. İstanbul.
- T.C. ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2022) Enerji Yoğunluğu, “Çevrimiçi”<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimliliği-olcme-degerlendirme>, Erişim Tarihi 01/07/2022.
- TEVEM; ENVERDER (2010) “Yeşil Ekonomiye Geçiş”, **Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu**, Iconomy Vezir Consultancy.
- TIRAŞ, H. H. (2012) “Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik bir İnceleme”, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 2, Sayı 2, ss. 57-73.
- TOBB (2007) “Yüzyılın Kâbusu Küresel Isınma ve Kuraklık”, **Ekonomik Forum Dergisi**.
- TOBB (2007) “Yüzyılın Kâbusu Küresel Isınma ve Kuraklık”, **Ekonomik Forum Dergisi**.
- TOPOLŠEK, D.; K. ČIŽIŪNIENĖ; T. C. OJSTERŠEK (2018) “Defining Transport Logistics: a Literature Review and Practitioner Opinion Based Assroach”, **Transport**, Vol. 33, No 5, ss. 1196-1203.
- TÜRK DİL KURUMU (TDK) İnternet: <https://tdk.gov.tr/>
- U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (04/04/2023) Electricity is a Secondary Energy Source, “Çevrimiçi”
<https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/>
- UÇAR A. (2007) “Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi ve sorunları”, **Yüksek Lisans Tezi**, S.B.E. İzmir.
- UKAOGO, P. O.; U. EWUZIE; C. V. ONWUKA (2020) “Environmental Pollution: Causes, Effects, and the Remedies”, **In Microorganisms for Sustainable Environment and Health**, ss. 419-429.
- ULUDAĞ, A.S. (2013) “Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi”, **Doktora Tezi**, **Gazi Üniversitesi**, S.B.E. Ankara.

- UNEP (t.y.), “Çevrimiçi” <http://oils.gpa.unep.org/facts/oil-what.htm>, Erişim 10/06/2023
- UNFCCC (2023), The Paris Agreement, “Çevrimiçi” <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>.
- UNITED NATIONS (t.y.), Population, “Çevrimiçi” <https://www.un.org/en/global-issues/population> .
- UNIVERSAL CARGO (06/01/2022) Evolution of Logistics in the Last Hundred Years, “Çevrimiçi” <https://www.universalcargo.com/evolution-of-logistics-in-the-last-hundred-years/> .
- USGS (13/11/2019), Water, “Çevrimiçi” <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/how-much-water-there-earth> .
- VERHAERT, V. J. (2019) “A Control Mechanism on Outbound Logistics”, **Master thesis, Eindhoven University of Technology**, Department Of Industrial Engineering And Innovation Sciences, Netherlands.
- VON FRANTZIUS, I. (2004) “World Summit on Sustainable Development Johannesburg 2002: A critical analysis and assessment of the outcomes”, **Environmental Politics**, Vol. 13, No 2, ss. 467-473.
- WACKERNAGEL, M.; D. LIN (2008) “Ecological Footprint”, **In Handbook of the Anthropocene: Humans between Heritage and Future**, Cham, Springer International Publishing, ss. 585-590.
- WAHEED, R.; S. SARWAR; C. WEI (2019) “The survey of economic growth, energy consumption and carbon emission”, **Energy Reports**, Vol. 5, ss.1103-1115.
- WAN, B.; W. WAN; N. HANIF; Z. AHMED (2022). Logistics Performance and Environmental Sustainability: Do green Innovation, Renewable Energy, and Economic Globalization Matter?”, **Frontiers in Environmental Science**, Vol. 10.
- WANG, D. F.; Q. L. DONG; Z. M. PENG; S.A.R. KHAN; A. TARASOV, (2018) “The Green Logistics Impact on International Trade: Evidence from Developed and Developing Countries”, **Sustainability**, Vol. 10, No 7, s. 2235
- WANG, X.; F. DONG (2023) “The Dynamic Relationships Among Growth in the Logistics Industry, Energy Consumption, and Carbon Emission: Recent Evidence From China”, **Journal of Petroleum Exploration and Production Technology**, Vol 13, No 1, ss.487-502.
- WASSENHOVE, L.N.V. (2006) “Blackett Memorial Lecture Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear”, **Journal of The Operational Research Society**, Vol. 57, No 5, ss. 475–489.

- WATER, D. (2003) **Logistics: An Introduction to Supply Chain Management**, Palgrave Macmillian, İngiltere, CRC Press.
- WEHNER, J. (2018) “Energy Efficiency in Logistics: An Interactive Assroach to Capacity Utilisation”, **Sustainability**, Vol. 10, No 6, ss. 1727.
- WEI, T. (2011) “What STIRPAT Tells about Effects of Population and Affluence on the Environment?”, **Ecological Economics**, Vol. 72, ss. 70-74.
- WHO (2010), Noise, “Çevrimiçi” <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise>.
- WHO (2023), Drinking-water, “Çevrimiçi” <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- WORLD BANK, “Çevrimiçi” <https://www.worldbank.org/en/topic/pollution>, Erişim Tarihi 19/09/2023
- WTO,
Internet:https://www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/transport_e/transport_maritime_e.htm.
- XIAO, F.; Z. H. HU; K. X. WANG; P. H. FU (2015) “Spatial Distribution of Energy Consumption and Carbon Emission of Regional Logistics”, **Sustainability**, Vol 7, No 7, ss. 9140-9159.
- YAM, K. L.; P. T. TAKHISTOV; J. MILTZ (2005) “Intelligent Packaging: Concepts and Applications”, **Journal of Food Science**, Vol. 70, No 1, pp. R1-R10.
- YANDLE, B.; M. BHATTARAI; M. VIJAYARAGHAVAN (2004) “Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods and Policy Implications”, **Research Study**, Vol. 2, ss. 1-16.
- YANG, W. A. N. G.; D. LIU; X. SUI; F. LI (2022) “DOES Logistics Efficiency Matter? Evidence from Green Economic Efficiency Side”, **Research in International Business and Finance**, Vol. 61, s. 101650.
- YANGINLAR, G.; K. SARI (2014, May). Yeşil lojistik uygulamaları ve işletme performansı üzerine bir literatür araştırma. **III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi**, Trabzon.
- YILDIRIM, B. I.; D. ŞAHİN (2018) “Akdeniz Ülkelerinde Turizm Gelirleri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bootstrap Panel Nedensellik Testi”, **Yalova Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt. 8, Sayı 16, ss. 73-83.
- YILMAZ, M. (2012) “Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi”, **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, Cilt 4, Sayı 2, ss. 33-54.

- YORK, R.; E. A. ROSA; T. DIETZ (2003) "STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic Tools for Unpacking the Driving Forces of Environmental Impacts", **Ecological Economics**, Vol. 46, No 3. ss. 351-365.
- YURTKURAN, S. (2021) "Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Lojistik Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği", **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 31, Sayı 3, ss. 1245-1260.
- ZAMAN, K.; S. SHAMSUDDİN (2017) "Green Logistics and National Scale Economic Indicators: Evidence from a Panel of Selected European Countries", **Journal of Cleaner Production**, Vol 143, ss. 51-63.
- ZARIFY, A. (2021) "The Impact of Energy Diversity on Financial Development and Economic Growth in The Context of Renewable, Non-Renewable, and Nuclear Energy Resources", **Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, E.E. Kütahya**.
- ZHANG, M.; H. LI; M. ZHOU; H. MU (2011) "Decomposition Analysis of Energy Consumption in Chinese Transportation Sector", **Asslied Energy**, Vol. 88, No 6, ss. 2279-2285.
- ZHANG, X. P.; X. M. CHENG; J. H. YUAN; X. J. GAO (2011) "Total-factor Energy Efficiency in Developing Countries", **Energy Policy**, Vol. 39, No 2, ss. 644-650.
- ZHANG, X.; X. SHI; Y. KHAN; M. KHAN; S. NAZ; T. HASSAN; C. WU; T. RAHMAN (2023) "The Impact of Energy Intensity, Energy Productivity and Natural Resource Rents on Carbon Emissions in Morocco", **Sustainability**, Vol. 15, No 8, s. 6720.
- ZHENG, C.; X. QUI; J. MAO; L. YU (2017) "Energy Consumption in Freight Logistics", In 2017 International Conference On Sports, Arts, Education And Management Engineering, Atlantis Press, ss. 233-237.
- ZHIFENG Z.; J. DAVID (2019) "An Entropy-based Approach for Assessing the Operation of Production Logistics", **Expert Systems with Applications**, Vol. 119, ss.118-127.
- ZIEGER S. (2018) **Logistics**, Victorian Literature and Culture, İngiltere, Cambridge University Press.

EKLER

EK 1: CMR Konvansiyonuna Üye Ülkeler

ALMANYA	İRLANDA	NORVEÇ
ARNAVUTLUK	İSPANYA	ÖZBEKİSTAN
AVUSTURYA	İSVEÇ	PAKİSTAN
BELARUS	İSVİÇRE	POLONYA
BELÇİKA	İTALYA	PORTEKİZ
BOSNA HERSEK	KARADAĞ	ROMANYA
BULGARİSTAN	KAZAKİSTAN	RUSYA
ÇEK CUMHURİYETİ	KIBRIS	SİRBİSTAN
DANİMARKA	KIRGIZTAN	SLOVAKYA
ERMENİSTAN	MAKEDONYA	SLOVENYA
ESTONYA	LETONYA	SURİYE
FİNLANDİYA	LİTVANYA	TACİKİSTAN
FRANSA	LÜBNAN	TUNUS
GÜRCİSTAN	LÜKSEMBURG	TÜRKİYE
HIRVATİSTAN	MACARİSTAN	UKRAYNA
HOLLANDA	MALTA	UMMAN
İNGİLTERE	MOĞOLİSTAN	ÜRDÜN
İRAN	MOLDOVA	YUNANİSTAN

KAYNAK: Birleşmiş Milletler Anlaşma Koleksiyonu (BMAK)

