



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMACILIK FAALİYETLERİNİN
ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Derya KESGİN ERTÜRK

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Tezli Yüksek Lisans Programı

HAZİRAN 2024

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMACILIK FAALİYETLERİNİN
ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Derya KESGİN ERTÜRK

(21435034005)

ORCID: 0000-0002-2772-766X

**Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Tezli Yüksek Lisans Programı**

Danışman: Doç. Dr. Ayberk ŞEKER

ORCID: 0000-0001-7750-6286

HAZİRAN 2024

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 21435034005 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Derya KESGİN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMACILIK FAALİYETLERİNİN ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ayberk ŞEKER**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Cevat BİLGİN**
Bursa Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Barbaros KEMER
Bursa Uludağ Üniversitesi

Teslim Tarihi : 2024
Savunma Tarihi : 27 Haziran 2024



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Derya KESGİN ERTÜRK

İmzası:

X X X X X

İlk olarak tez sürecim boyunca katkı ve desteklerini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Ayberk Şeker'e teşekkürü borç bilirim. Danışmanım olduğu için kendimi şanslı sayıyorum. Diğer teşekkürüm ilerlememi söyleyerek beni cesaretlendiren hafızamda yer eden kıymetli hocam Turan Kocabıyık'a. Beni hep destekleyen eşim Cengiz Ertürk'e, bugünlere gelmemi sağlayan annem Ayten Kesgin ve babam Ramazan Kesgin'e çok teşekkür ederim. Son olarak bu çalışmayı bana yeniden hayal kurmayı hatırlatan kızım Zeynep Ertürk'e ve oğlum Ömer Ertürk'e ithaf ediyorum.

ÖNSÖZ

Küreselleşen Dünya’da ülkeler birbirlerine karşı daha da sorumlu hale gelmektedirler. Dünya’nın farklı noktasında meydana olaylar veya çevre kirlilikleri, Dünya’nın pek çok noktasında farklı doğa olaylarına neden olabilmektedir. Örneğin sera gazları. Bir ülkede salınan sera gazları atmosfere yükselir ve farklı bir ülkede yağışlar, iklim değişiklikleri veya doğal felaketlere neden olurlar. Bu çalışma, Uluslararası Lojistik faaliyetleri alanında yapılan taşımacılık türlerini, taşımacılıktan doğan sera gazlarını, özellikle karbon emisyonlarını incelemektedir. Çalışmada sera gazlarının neden olduğu çevresel felaketler, sürdürülebilir lojistik yaklaşımları, karbon emisyonlarının taşımacılık sektöründe azaltılması gibi pek çok konuya değinilmektedir.

Kıymetli hocam, danışmanım Doç. Dr. Ayberk ŞEKER’e, çalışma konumu desteklediği, özgür bir çalışma alanı tanıdığı ve tez yazımının tüm süreçlerinde katkı ve destek sağladığı için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2024

Derya KESGİN ERTÜRK
(Uluslararası Lojistik Uzmanı)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	19
1.1 Uluslararası Lojistiğin Tarihçesi, Kapsamı ve Önemi	21
1.2 Uluslararası Lojistik ve Sürdürülebilirlik	22
1.2.1 Sürdürülebilirlik	23
1.2.2 Sürdürülebilirlik kapsamında lojistik faaliyetler	24
1.2.2.1 Tersine lojistik.....	25
1.2.2.2 Yeşil lojistik	27
1.3 Literatür Araştırması	28
1.4 Hipotez	30
2. ULUSLARARASI TAŞIMACILIK TÜRLERİ	31
2.1 Havayolu Taşımacılığı	32
2.2 Karayolu Taşımacılığı	52
2.3 Denizyolu Taşımacılığı	59
2.4 Demiryolu Taşımacılığı.....	68
2.5 Boru Hattı Taşımacılığı	75
2.6 Nehiryolu (İç Su Yolu) Taşımacılığı.....	81
2.7 Multimodal Taşımacılık	88
2.8 İntermodal Taşımacılık.....	88
2.9 Kombine Taşımacılık	89
2.9.1 Kombine taşımacılık türleri	90
2.9.1.1 Konteyner taşımacılığı	91
2.9.1.2 Ro-Ro	93
2.9.1.3 Ro-La taşımacılık	97
2.9.1.4 Araç sırtı taşımacılığı (Piggyback).....	99
2.9.1.5 Bi-Modal taşımacılık (Road Railer).....	100
3. ULUSLARARASI LOJİSTİK VE ÇEVRE İLİŞKİSİ	103
3.1 Sürdürülebilir Lojistik ve Çevre	103
3.1.1 Çevre kirliliği ve lojistik	104
3.1.2 Tarihte lojistik felaketler	106
3.1.3 Küresel ısınma ve lojistik faaliyetlerin ilişkisi.....	110
3.1.4 Paris antlaşması	111
3.1.5 Kyoto protokolü	112

3.1.6 Emisyon türleri.....	118
3.1.7 Taşımacılık türlerine göre emisyon değerleri	121
3.1.7.1 Havayolu taşımacılığı emisyon değerleri.....	122
3.1.7.2 Karayolu taşımacılığı emisyon değerleri	125
3.1.7.3 Denizyolu taşımacılığı emisyon değerleri.....	128
3.1.7.4 Demiryolu taşımacılığı emisyon değerleri	130
4. EKONOMETRİK YÖNTEM	134
4.1 Çevresel Kuznets Modeli (EKC).....	134
4.2 Araştırma Modeli ve Veri Seti	136
4.3 Panel Birim Kök Analizleri	137
4.4 Panel Eş Bütünleşme Analizleri	139
4.5 Panel Uzun Dönem Katsayı Tahminleri	140
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	143
KAYNAKLAR	145
EKLER.....	145
ÖZGEÇMİŞ.....	155

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Km	: Kilometre
IATA	: Uluslararası Hava Tacımacılığı Birliği
HYS	: Havayolu Şirketleri
IRU	: Uluslararası Karayolu Taşımacılığı Birliği
AB	: Avrupa Birliği
MtCO₂	: Metric tons of carbon dioxide
TEU	: Twenty-foot Equivalent Unit
I-REC	: Uluslararası Yeşil Enerji Sertifikası
KIP	: Küresel Isınma Potansiyeli
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
CMR	: Convention Merchandise Routier
JIT	: Just In Time
Ro-Ro	: Roll On-Roll Of
Ro-La	: Rollende Landstrasse
CH₄	: Metan
N₂O	: Diazotmonoksit
CO₂	: Karbondioksit
HFCs	: Hidroflorokarbonlar
PFCs	: Perflorokarbonlar
SF₆	: Sülfür Heksaflorür
Kt	: Kiloton
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

SEMBOLLER

X_i	: Bağımsız değişken
Y_i	: Bağımlı değişken
e_i	: Hata terimleri
f	: Fonksiyon
β	: Bilinmeyen Parametreler
t	: Zaman
Σ	: Toplam

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Dünya Geneline Kullanılan Uçak Tipleri.....	42
Çizelge 2.2: 2023 Yılı IATA'ya Kayıtlı Havayolu Şirketleri.	44
Çizelge 2.3: Türkiye'nin Uluslararası Taşımalarda Kullanılan Belli Başlı Güzergahları ve Önemli Çıkış Noktaları.....	55
Çizelge 2.4: Demiryolu ile Yük Taşımacılığı 2015-2022.	69
Çizelge 2.5: Yıllar İtibariyle Taşınan Ham Petrol Miktarları (Bin Varil).	76
Çizelge 2.6: Mevcut Ham Petrol Boru Hatları.	77
Çizelge 2.7: Doğalgaz Boru Hattı Uzunluğu ve Taşınan Doğalgaz Miktarı.	78
Çizelge 2.8: İç Su Taşımacılığı Yapılan Başlıca Kanallar.	81
Çizelge 2.9: Türkiye'de Ro-Ro Hatların Listesi ve Taşınan Yük Miktarları (2021).	94
Çizelge 3.1: Sera Gazları ve Sera Gazları İçerisindeki Bulunma Oranları.....	111
Çizelge 3.2: Sera Gazlarının Küresel Isınma Potansiyelleri (Karbondioksit Eşdeğeri).	114
Çizelge 3.3: Kyoto Protokolü'nde Temel Alınan Sera Gazları ve Ana Kaynakları.....	118
Çizelge 3.4: Havayolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.	124
Çizelge 3.5: Trafığe Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Cinsine Göre Dağılımı, 2004 – 2023.....	126
Çizelge 3.6: Karayolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.	127
Çizelge 3.7: Denizyolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.....	129
Çizelge 3.8: Demiryolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.	133
Çizelge 4.1: Yatay kesit bağımlılık testi sonuçları.	137
Çizelge 4.2: İkinci kuşak birim kök testi sonuçları.	138
Çizelge 4.3: Panel eşbütünleşme test sonuçları.	140
Çizelge 4.4: Panel eşbütünleşme test sonuçları.	141

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Lojistiğin Yedi Doğru'su (Seven R'S).....	22
Şekil 1.2: Tersine Lojistik Hiyerarşisi.	26
Şekil 2.1: Hava Kargo Yükleme.	33
Şekil 2.2: Amerikalı Glenn Hammond Curtiss.....	34
Şekil 2.3: Turkish Cargo Hava Kargo Yükleme.	35
Şekil 2.4: Havayolu Taşımacılığı.	37
Şekil 2.5: Cumhuriyet Dönemi Havacılık Çalışmaları.	38
Şekil 2.6: Havayolu 1945-2020 İstatistikleri.	39
Şekil 2.7: Türk Hava Yolları Uçağı.	40
Şekil 2.8: İstanbul Havalimanı.	42
Şekil 2.9: Turkish Cargo Uçağı.	47
Şekil 2.10: 2019 Yılı Havayolu Taşımacılığı.	48
Şekil 2.11: Antonov An-225 Mriya.	49
Şekil 2.12: Antonov An-225.....	49
Şekil 2.13: Rusya-Ukrayna Savaşı Sonrası Antonov An-225 Mriya.	50
Şekil 2.14: Emirates Tarafından Sıkça Kullanılan Airbus A380 Uçağı.	50
Şekil 2.15: Boeing 747.	51
Şekil 2.16: Hava Kargo Yükleme.	51
Şekil 2.17: Beluga Airbus A300-600ST.....	51
Şekil 2.18: Karayolu Taşımacılığı.	54
Şekil 2.19: CMR Örneği.	57
Şekil 2.20: Denizyolu Taşımacılığı.	60
Şekil 2.21: Denizyolu Taşımacılığı.	61
Şekil 2.22: Türkiye Limanları Haritası.	62
Şekil 2.23: İzmir Limanı.	63
Şekil 2.24: Mersin Limanı.	63
Şekil 2.25: Türkiye Limanlarında 2020-2021 Yük Elleçleme Miktarı.....	64
Şekil 2.26: Türkiye Limanlarında 2020-2021 Konteyner Elleçleme Miktarı.....	65
Şekil 2.27: Başlıca Deniz Taşımacılığı Rotaları ve Stratejik Geçişler.	66
Şekil 2.28: Deniz Taşımacılığında Kullanılan Rota Türleri.	68
Şekil 2.29: Demiryolu Taşımacılığı.....	70
Şekil 2.30: Cumhuriyetin İlk Dönemlerinde Kullanılan Lokomotiflere Bir Örnek. .	71
Şekil 2.31: Cumhuriyetin İlk Yıllarında Kullanılan Vagonlara Bir Örnek.	71
Şekil 2.32: Cumhuriyet Döneminde ABD'den Alınmış ve İlk Lokomotif Göre Daha Gelişmiş Bir Lokomotif.	72
Şekil 2.33: Hicaz Demiryolu.	73
Şekil 2.34: 1913 Ankara Garı.	74
Şekil 2.35: Toroslarda Bağdat Demiryolu Viyadüğü.	74
Şekil 2.36: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi.....	79
Şekil 2.37: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi.....	80

Şekil 2.38: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi Boru Hattı Haritası.	80
Şekil 2.39: Ren Nehri.	82
Şekil 2.40: Amsterdam Su Kanalının Yukarıdan Çekilmiş Görüntüsü.	83
Şekil 2.41: Ho Chi Minh (Eski Adıyla Saygon) Şehri, Vietnam.	85
Şekil 2.42: Ho Chi Minh (Eski Adıyla Saygon) Şehri, Vietnam.	86
Şekil 2.43: Su Kanalı, Bangkok-Tayland.	86
Şekil 2.44: Göksu Nehri, Silifke Mersin.	87
Şekil 2.45: Bartın Irmağı, Türkiye.	87
Şekil 2.46: Malcolm P. McLean 1957 Yılında.	91
Şekil 2.47: Emma-Maersk.	91
Şekil 2.48: Şangay Limanı, Çin.	92
Şekil 2.49: 20 Feet (Solda) ve 40 Feet (Sağda) Konteyner.	92
Şekil 2.50: Brenner Demiryolu Hattındaki Rola Treni.	97
Şekil 2.51: Avrupa’da Ağustos 2010 Yılına Kadar Ro-La Hatları.	98
Şekil 2.52: Manş Tüneli.	99
Şekil 2.53: Piggyback Ulaşım Sistemi Modeli.	99
Şekil 2.54: Piggyback Taşıma Sırasında Devrilme Riski Simülasyonu.	100
Şekil 2.55: Piggyback Taşıma Şeması.	100
Şekil 2.56: Road Railer Sistemi.	101
Şekil 2.57: Roadrailler Taşımacılığı.	102
Şekil 3.1: Çevre Kirliliği Savaşlardan Daha Ölümcül.	104
Şekil 3.2: Deniz Kirliliği.	105
Şekil 3.3: Deepwater Horizon Deniz Kazasında Okyanusa Karışan Petrol.	106
Şekil 3.4: Taşıdığı Kimyasallarla Birlikte Yanarak Batan X-Press Pearl Adlı Gemi.	107
Şekil 3.5: X-Press Pearl Adlı Gemi Yangınından Sonra Kıyıya Vuran Canlılar. ...	108
Şekil 3.6: Haydarpaşa Açıklarında Independenta Tanker Kazası.	109
Şekil 3.7: Exxon Valdez Tanker Faciası.	109
Şekil 3.8: Çevre Kirliliği ve Küresel Isınma.	110
Şekil 3.9: Atmosferde Bulunan Karbondioksit Miktarı Değişimi (1880-2023).	113
Şekil 3.10: 1990 Yılı Karbon Ayak İzi Değerleri (MTCO2).	115
Şekil 3.11: 2022 Yılına Göre Küresel Karbon Atlası Haritası (1 ve 2 Sıradaki Ülkeler).	116
Şekil 3.12: 2022 Yılına Göre Karbon Atlası Haritası (3, 4, 5 ve 6 Sıradaki Ülkeler).	116
Şekil 3.13: 2022 Yılına Göre Karbon Atlası Haritası (7, 8, 9 ve 10. Sıradaki Ülkeler).	117
Şekil 3.14: 2022 Yılına Göre Karbon Atlası Haritası (14. Sırada Türkiye).	117
Şekil 3.15: Karbon Döngüsü.	119
Şekil 3.16: Metan Emisyonu Dağılımı (İnsan Faaliyetleri Kaynaklı).	120
Şekil 3.17: Gazlara Göre Sera Gazı Emisyon Oranları, 2021.	122
Şekil 3.18: Sera Gazı Emisyonları (CO ₂ Eşdeğeri), 1990 – 2021.	122
Şekil 3.19: RL Modelinin Akış Şeması.	131
Şekil 4.1: Çevresel Kuznets Eğrisi.	135

ULUSLARARASI LOJİSTİKTE TAŞIMACILIK FAALİYETLERİNİN ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÖZET

Uluslararası lojistik insanlık için çok önemli bir noktada konumlanmaktadır. Yaşam var olduğu sürece, üretim ve tüketim de var olacaktır. İnsan istek ve ihtiyaçlarının, malzemelerin, hammaddelerin taşınması, insan ulaşımının sağlanması, yüklerin veya insanların istenilen yerde istenilen zamanda olabilmesi Lojistik biliminin faaliyet konusudur. Bu faaliyetler ulusal yapılabileceği gibi uluslararası boyutta da gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde malların taşınması işlemi taşımacılık olarak adlandırılırken, insanların taşınması işlemi ulaştırma olarak adlandırılmaktadır.

Sürdürülebilirlik ortaya çıktığı zamandan günümüze kadar pek çok farklı alanda birlikte kullanılmıştır. Tanımlamak gerekirse Sürdürülebilirlik kısaca günümüz faaliyetlerinin gerçekleştirilirken kaynakların tüketilmemesi, geleceğin de varlığını sürdürebilmesi için ihtiyaç duyabileceği kaynakları tüketmemek olarak tanımlanabilmektedir. Sürdürülebilirliğin uygulanabilirliği, kaynakların tüketilmemesine ve kullanılan kaynakların yerine konulabilmesine bağlıdır.

Doğa kendi içerisinde bir bütün halinde çalışan bir ekosisteme sahiptir. Bu ekosistemde tüm canlı ve cansız varlıklar birlikte bulunmaktadır. Her biri birbiri ile bağlantılı ve birbirleri için önemi büyüktür. Bu durum bir zincirin halkaları gibi düşünülebilir. Bu canlılardan bir tanesinin yok olması demek, zincirin halkalarından birinin yok olmasına, etkileşimde bulunduğu diğer canlıların varlığını olumsuz yönde etkileyebilecek, hatta yok olmasına neden olabilecektir.

Sürdürülebilirlikle ilişkili olan bir diğer husus çevre kirliliğidir. Ekoloğlara göre çevre kirliliği aşırı yapılaşmanın, sanayileşmenin ve ulaşım araçlarındaki artışla beraber artmaktadır. Artan çevre kirliliği, doğal felaketler, küresel ısınma gibi pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın konusu olan Lojistik Faaliyetlerin Çevresel Etkilerinin incelenmesi, sürdürülebilirlik kapsamında ele alınması ve lojistiğin alt unsuru olan taşımacılık sektörünün araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Lojistiğin sürdürülebilir bir sisteme dönüştürülebilmesi için sadece çevre değil, sosyal ve ekonomik yönlerinin de sürdürülebilir bir bakış açısı ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Taşımacılık sektöründe sürdürülebilir bir sistemin geliştirilebilmesi için, uygun taşıma modunun seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylece yakıt tüketiminin minimuma indirilerek karbon salınımının azaltılması sağlanacaktır. Lojistikte kullanılacak taşıma araçlarının periyodik bakımlarının gerçekleştirilmesi, doğru taşıma modlarının seçilerek taşıma trafiğinin azaltılması sürdürülebilir lojistik faaliyetlerinin bazıları olarak sıralanabilmektedir. Lojistiğin sürdürülebilir bir şekilde çalıştırılması sadece taşımacılık alanında yapılacak iyileştirmelerle kalmayıp, lojistikte kullanılacak depolama hizmetlerinin de sürdürülebilir bir lojistik çerçevesinde gerekli düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir. Stok maliyetlerinin düşürülmesi, sera gazlarının azaltılması ile doğru orantılı olacaktır. Stokların

azaltılması muhafaza edilen hammaddelerin veya malzemelerin ısıtılma ve soğutulma işlemlerinin azaltılmasını, depolama maliyetlerinin düşürülmesini, enerji tüketiminin azaltılmasını sağlayacaktır.

Çalışma kapsamında uluslararası taşımacılık faaliyetlerinin çevreye verdiği zararlar emisyon değerleri üzerinden incelenmektedir. Sera gazları atmosferde birikerek küresel ısınmayı tetikleyen gazlardır. Bu gazlar içerisinde en tehlikeli sera gazı miktar bakımından en fazla olan karbondioksit gazı olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle çalışmada karbon emisyonları değerleri esas alınmıştır. Günümüzde artan çevre sorunları, küresel ısınma, iklim değişiklikleri, nesli tükenen hayvanlar düşünüldüğünde, bu ve bu gibi konuların araştırılması konunun önemini ve ciddiyetini anlatmaktadır. Uluslararası lojistik faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisi ekonometrik analizler aracılığıyla test edilmektedir. Araştırma modelinin temeli Çevresel Kuznets Eğrisine dayanmaktadır ve lojistiğin çevre üzerindeki etkisi panel veri yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Çalışma taşımacılık türleri hakkında oldukça kapsamlı bilgiler vermekte, taşımacılık türlerinin emisyon değerleri üzerinden yeni taşıma modellerinin uygulanabilmesi açısından fikir vermektedir. Uluslararası lojistiğin karbon emisyonları üzerinden çevresel etkilerinin incelenmesi konusu, alanında yazılmış ilk tez olması bu çalışmanın önemini vurgulamakta ve literatüre katkı sağlaması açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Taşımacılık, Lojistik, Sürdürülebilirlik, Karbon, Emisyon, Çevre.

THE EFFECTS OF TRANSPORTATION ACTIVITIES ON THE ENVIRONMENT IN INTERNATIONAL LOGISTICS

SUMMARY

International logistics is located at a very important point for humanity. As long as life exists, production and consumption will also exist. The transportation of human request and needs, materials, raw materials, human transportation, the presence of loads or people at the desired place and at the desired time is the field of activity of the science of logistics. These activities can be carried out nationally as well as internationally. Today, the process of transporting goods is called transportation, while the process of transporting people is called transportation.

Sustainability has been used together in many different areas since its inception. To define, Sustainability; In short, it can be defined as not consuming resources while carrying out today's activities and not consuming the resources that the future may need in order to survive. The applicability of sustainability depends on the fact that resources are not consumed and that the resources used can be put back into place.

Nature has an ecosystem that works as a whole. In this ecosystem, all living and non-living beings exist together. Each of them is interconnected and important to each other. This situation can be thought of as links in a chain. The disappearance of one of these creatures may mean the disappearance of one of the links of the chain, adversely affecting the existence of other living things with which it interacts, or even causing its extinction.

Another issue related to sustainability is environmental pollution. According to ecologists, environmental pollution is increasing with excessive construction, industrialization and the increase in means of transportation. It brings with it many problems such as increasing environmental pollution, natural disasters, and global warming. For this reason, it is of great importance to examine the Environmental Impacts of Logistics Activities, which is the subject of this study, to consider it within the scope of sustainability and to investigate the transportation sector, which is the sub-element of logistics.

In order for logistics to be transformed into a sustainable system, not only the environment, but also its social and economic aspects should be evaluated from a sustainable perspective. In order to develop a sustainable system in the transportation sector, it is of great importance to choose the appropriate transportation mode. Thus, it will be ensured that fuel consumption is minimized and carbon emissions are reduced. Periodic maintenance of transportation vehicles to be used in logistics, reducing transportation traffic by choosing the right transportation modes can be listed as some of the sustainable logistics activities. Sustainable operation of logistics requires not only improvements to be made in the field of transportation, but also the necessary arrangements of the storage services to be used in logistics within the framework of a sustainable logistics. Reducing inventory costs will be directly proportional to reducing greenhouse gases. Reducing stocks will reduce the heating

and cooling processes of stored raw materials or materials, reduce storage costs, and reduce energy consumption.

Within the scope of the study, the damages caused by international transportation activities to the environment are examined through emission values. Greenhouse gases are gases that accumulate in the atmosphere and trigger global warming. Among these gases, the most dangerous greenhouse gas is considered to be carbon dioxide gas, which is the highest in terms of amount. For this reason, the study is based on carbon emissions values. Considering the increasing environmental problems, global warming, climate changes, and extinct animals today, the research of these and similar issues explains the importance and seriousness of the subject. The impact of international logistics activities on the environment is tested through econometric analysis. The basis of the research model is based on the Environmental Kuznets Curve, and the impact of logistics on the environment is carried out using the panel data method. The study provides very comprehensive information about the types of transportation and gives an idea in terms of the implementation of new transportation models based on the emission values of the transportation types. The fact that it is the first thesis written in the field of examining the environmental effects of carbon emissions in international logistics emphasizes the importance of this study and is important in terms of contributing to the literature.

Keywords: Transportation, Logistics, Sustainability, Carbon, Emission, Environment.

1. GİRİŞ

Günümüzde Dünya’da etkisini gösteren sıcaklık artışları, küresel ısınma, iklim değişiklikleri, buzulların erimesi gibi pek çok doğa felaketi ve bu felaketler sonucu gelişen pek çok olay tüm Dünya’yı olumsuz etkilemektedir. Günümüzde bu olumsuz etkileri bir nebze olsun azaltabilmek için uluslararası kuruluşlar ardı ardına eylem planları açıklamaktadırlar. Bu eylem planlarına katılan ülkeler ve önümüzdeki seneler içerisinde taahhüt ettikleri çalışmalar olsa da durumun önemi göz önüne alındığında tüm çabalar yetersiz kalmaktadır. Sera etkisi yaratan gazlar küresel ısınmayı artırmakta ve artan sıcaklıklara bağlı olarak yüzyıllardır donuk vaziyette olan buzullar erimeye başlamaktadır. Artan su kütlesi okyanus taşkınlarına neden olmakta, tarım ve yerleşim alanlarının sular altında kalmasına neden olmaktadır. Önümüzdeki yıllarda çok daha fazla alanın sular altında kalması beklenmektedir. Bu durumun artan göç olaylarına, gıda ve su kıtlığına, kaosa, açlık seviyesinde olacak insan sayısının artmasına neden olması beklenmektedir. Durum bu kadar ciddiye, ülkelerin sadece taahhüt vermesi, bu olası durumların önüne geçilmesi için yeterli görülmemektedir. Hükümetler tüm sanayi kollarına, tüm faaliyet alanlarına ağır yaptırımlar uygulamak, sürdürülebilir sistemleri zorunlu kılmak ve karbon vergisini uygulamak durumundadırlar. Tüm işletmeler sorumluluk almalı ve sera gazlarının azaltılması, karbon emisyonlarının düşürülmesi için ortak çalışma yürütmelidirler. Sera gazları içerisinde salınım miktarı açısından değerlendirildiğinde tüm Dünya’da en tehlikeli gaz karbondioksit gazı kabul edilmektedir. Karbon salınımının yüksek olduğu sektörlerden biri de Lojistik sektörüdür. Fosil yakıtlar taşımacılık sektörünün hala ana yakıtı konumundadır. Tüm Dünya’da Lojistik sektörünün harcadığı yakıt ve enerji miktarı göz önüne alındığında karbon salınımı konusunda önlem alınması gereken başlıca sektörler arasındadır. Bu çalışmanın amacı lojistik faaliyetleri detaylı bir şekilde inceleyerek, taşımacılık türlerinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesinin yapılmasını sağlamaktır. Sürdürülebilirlik kapsamında bu değerlendirilmenin yapılmasında karbon emisyonları dikkate alınmaktadır. Lojistik faaliyetlerinde en yüksek karbon salınımı yapan taşımacılık türü Karayolu taşımacılığıdır. Taşıma modları seçilirken daha ekolojik ve sürdürülebilir kabul edilen Demiryolu ve Denizyolu taşıma modlarının tercih edilmesi

karayolu kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması salınan karbon miktarının azaltılması yönünde olumlu etki yaratacaktır. Sadece taşıma modları seçiminde değil, işletmelerin tüm lojistik ve diğer faaliyet alanlarında sürdürülebilir sistemlere geçmeleri ve ekolojik politikalar benimsemeleri sera gazı emisyonlarının düşürülmesi açısından oldukça önemlidir.

İşletmelerin sürdürülebilir faaliyetlerini devam ettirebilmesi için, sadece bir faaliyet kolunda sürdürülebilir politikaların uygulanması yeterli olmamaktadır. İşletmenin tüm faaliyet kollarında sürdürülebilir sistemlerin uygulanması bu konuda önem taşımaktadır. Sürdürülebilir lojistik faaliyetler, beraberinde Tersine Lojistik ve Yeşil Lojistik gibi kavramların hayatımıza girmesine neden olmuştur. Bu çalışmada bu lojistik türlerine de yer verilmektedir. Tersine lojistik faaliyetleri kullanım süresini tamamlamış ürünlerin atıl olarak değerlendirilmemesi, bu ürünlerin tekrar toplatılması, tekrar üretime sokulabilmesi, eğer kullanılamayacak durumda ise ürünlerin tamir edilebilmesinin sağlanması, eğer kısmen kullanılamayacak durumda ise belirli parçaların değiştirilerek yenileştirme aşamasının sağlanması bu lojistik türünün ilk amaçları arasındadır. Ürünlerin tamamen kullanılamayacağına karar verilmiş ise geri dönüşüm tesislerine gönderilmesinin sağlanması gerekmektedir. Bu kısımda ürünlerin tekrar hammadde olarak kullanılabilmesi çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Son olarak hammaddeye dönüştürülmesi mümkün bulunmayan malzemelerin atık kapsamında değerlendirilmesi, atıkların imhasının gerçekleştirilmesi bu aşamada büyük önem taşımaktadır. İmha; yakma veya gömme yoluyla gerçekleştirilebilmektedir. Tersine lojistikte ana prensip çevreye verilecek zararın en aza indirilmesi ve kaynakları verimli kullanabilmektir. Bu doğrultuda yapılabilecek tüm geri dönüşüm faaliyetlerini kapsamaktadır. Sürdürülebilirlik kapsamında doğan bir diğer lojistik kavramı Yeşil Lojistik'tir. Yeşil lojistik prensipte Tersine Lojistik ile benzerlikler taşıyabilmektedir. Yine kaynakların etkin kullanılması bu lojistik türünde de önemlidir. İkame malların kullanılmasının artırılması ile doğal kaynak kullanımını en aza indirmeyi hedefleyen lojistik türüdür. Tersine Lojistik geri dönüşüm adımındaki çalışmaları ön planda tutarken, Yeşil Lojistik daha çok taşıma adımındaki çevresel zararlar ile ilgilenir. İki lojistik türü de sürdürülebilir lojistik anlayışından türemiştir ve amaçları çevreye verilen zararların en aza indirilmesi, yeşil lojistik anlayışının kazandırılmasıdır. Literatürdeki çalışmalar da bu durumu desteklemektedir. Yeşil ve Tersine Lojistiğin, çevreye verilen zararı azalttığı,

maliyetleri düşürücü etkisinin olduğunu, bu lojistik modellerini uygulayan işletmelerdeki rekabet gücünün arttığını genel lojistik operasyonların kalitesinin arttığını doğrular niteliktedir.

Lojistiğin tüm taşıma şekillerinde (kara, deniz, hava, demir) çevreye ne kadar zarar verildiği, salınan emisyon miktarları, bu yıkımların nasıl düzeltilebileceği, sürdürülebilir bir lojistik anlayışının nasıl geliştirilebileceği bu araştırmada yer verilecek konulardandır.

1.1 Uluslararası Lojistiğin Tarihçesi, Kapsamı ve Önemi

Lojistiğin tanımı olarak literatürde pek çok tanıma yer verilmektedir. Lojistiğin tek bir tanımının olmaması, farklı sektörlerde farklı kullanımlarının olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bazı tanımlamalar genel kabul görmektedir. Başlarda askeri bir kavram olarak ortaya çıkan lojistik kavramı, askeri, muharebe destek faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, beslenme, silah mühimmat gibi unsurların tedariki, taşınması, depolanması, sevk edilmesi gibi faaliyetlerin istenilen yerde ve istenilen zamanda, etkili olarak yerine getirilmesi olarak kabul edilmiştir. Bir diğer tanıma göre lojistik; envanter, sipariş, taşıma ve depolama, malzemelerin elleçlenmesi ve paketlenmesinin bir organizasyon içerisinde gerçekleştirilmesi çalışmalarının tümüdür. Günümüzde ve literatürde en çok kabul gören tanımlardan biri ise, müşterilerin ihtiyaçları doğrultusunda, malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin verimli ve etkili bir biçimde başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar taşınması, depolanması ve bu süreçlerin planlanması, uygulanması, kontrol edilmesi süreçlerinin tümü olarak ifade edilmektedir. Lojistik için en anlaşılır en kolay ve literatürde Yedi Doğru (Seven R'S) olarak da adlandırılan tanım ise, doğru ürünün, doğru miktarda, doğru müşteriye, doğru durumda, doğru yerde, doğru zamanda ve doğru fiyatla ulaştırılmasıdır (Hava, 2023, s. 27-29).



Şekil 1.1: Lojistiğin Yedi Doğru'su (Seven R'S).

Lojistik; tedarik zincirinin bir aracı olmakla birlikte, birtakım faaliyetleri içerir. Bu faaliyetler; bilgi iletişimi, talep yönetimi, müşteri hizmetleri, depolama, dağıtım, elleçleme, ambalajlama gibi faaliyetlerdir. Tüm bu faaliyetlerin amacı ürünlerin doğru miktarda doğru yerde ve zamanda bulunmasını olabilecek en az maliyetle sağlamaktır (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 36).

Lojistiğin ortaya çıkış noktası gibi ticari anlamda gelişmesinin öncüsü yine aynı olmuştur: Savaşlar. Dünya savaşları aynı anda farklı bölgelerde birçok ülkenin savaşmasına yol açtı. Bu durum ülkelerin asker ve mühimmatlarını hızla istenen bölgeye sevk edebilmesini zorunlu kılmaktaydı. Bu da ülkelerin etkileşim halinde olmalarının önünü açmıştır.

İkinci Dünya Savaşı'nın sona ermesiyle Dünya üzerindeki ülkelerin etkileşimleri devam etti. Bu etkileşim uluslararası ticaretin de artış göstermesine neden olmuştur. Ülkeler oluşan yeni Dünya düzenine ayak uydurmak ve yeni pazarlara ulaşma çabası içine girdiler. Bu nedenle pazarda doğru zamanda doğru ürünleri ulaştırabilmek son derece önemli hale geldi. Dış ticarete serbestlik, uluslararası ticaretin artmasıyla ortaya çıkan yeni politikalar, teknolojik alandaki gelişmeler lojistiğin tarihteki gelişimini etkileyen diğer faktörlerdir (Öçal ve Çarıkçı, 2022, s. 41,42).

1.2 Uluslararası Lojistik ve Sürdürülebilirlik

İşletmelerin kuruluş amaçları kar elde etmek, büyümek ve devamlılığını korumaktır. Ancak bu amaçlara ulaşmak içinde bulundukları ekonomik, kültürel ve sosyal çevreleriyle uyum içerisinde çalışmalarına bağlıdır. Üretirken çevresel faktörlerden faydalanan işletmelerin, çevreye zarar vermemesi, kaynakların sınırlı ve sonsuz olmadığını unutmadan hareket etmesi, sürdürülebilirlik kavramının işletmeler

açısından gerekliliğini gündeme getirmiştir. Bu nedenle işletmeler sürdürülebilir politikalara yönelerek çevreye ve topluma olan sorumluluklarını yerine getirmektedirler. Sürdürülebilir politikaların etkili olması için tek bir işletme alanında değil, tüm faaliyet kollarında uygulanması gerekmektedir. Lojistik faaliyetlerin işletme faaliyetleri arasında önemli bir faaliyet kolu olması, lojistik faaliyetlerin sürdürülebilirliği konusunu önemli kılmaktadır (Mücevher, 2021, s. 40).

İnsan istek ve ihtiyaçları var olduğu sürece bunların karşılanması için üretim faaliyetleri var olacaktır. Üretimi yapılan malzemelerin insanlara ulaştırılması yani tüketici ile buluşması ulaştırma faaliyetlerini ifade eder. Ulaştırma genel anlamda malzemelerin, insanların bir noktadan başka bir noktaya taşınma işlemi olarak ifade edilse de günümüzde ulaştırma kendi içerisinde yapısal farklılıklar barındıran ve insanların taşınması için kullanılan bir terim halini almıştır (Özoğlu ve Demirci, 2021, s. 671-672). Lojistiğin yaygın kullanımı ise daha çok, malların bir noktadan başka bir noktaya taşınması olarak kullanılmaktadır.

1.2.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin de ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri olanaklarını tüketmemektir. Kaynakların tüm nesiller için adil kullanılmasının sağlanmasıdır. Bunu gerçekleştirirken yenilenebilir kaynakların kullanılması, bu kaynakların istismar edilmemesi oldukça önemlidir. Sürdürülebilir bir sistemin oluşması ve devam etmesi için kullanılan kaynakların yerine konulması da elzemdir (Dündar ve Kolay, 2021, s. 321).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise resmi olarak ilk kez Norveç' in ilk kadın başbakanı Gro Harlem Brundtland'ın önderliğinde hazırlanan Ortak Geleceğimiz adlı rapor (Brundtland Raporu)'dur. 1987 yılında yayınlanan bu raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez tanımlanırken toplumların ekonomik anlamda kalkınmalarının mümkün olabilmesinin kaynakların sürdürülebilir olarak kullanımına bağlı olduğu paylaşılmıştır. Yine yoksulluğun önlenmesi açısından da toplumların birlik olması ve kaynakları sürdürülebilir olarak kullanmasının önemi vurgulanmıştır (Özkan, 2017, s. 84).

Sürdürülebilirlik; sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere üç bileşen üzerinden incelenmektedir. Sosyal sürdürülebilirlik toplumun eğitim, fırsat eşitliliği, sosyal adaletin sağlanması, çalışma standartlarının iyileştirilmesi, insan hakları gibi konularla

ilgilenirken, ekonomik sürdürülebilirlik ise ekonomik büyüme, risk yönetimi, araştırma ve geliştirme gibi ekonomik olayların sürekliliğinin sağlanması ile ilgilenir. Çevresel sürdürülebilirliğe baktığımızda ise; istek ve ihtiyaçlarımızın çevreden, ekosistemden karşılanırken bu unsurları riske atmamak, sürekliliğini sağlamak olarak değerlendirilebilmektedir (Mücevher, 2021, s. 41-42).

Doğada bulunan tüm canlı ve cansız varlıklar ekosistem içerisinde bir bütün halinde birlikte bulunurlar. Bunlardan bir tanesinin yok olması, ilişkili olduğu diğer türlerinde varlığını tehlikeye atar. Çevre kirliliği ekologlar tarafından üç biçimde ele alınmaktadır: sanayileşme, aşırı yapılaşma, ulaşım araçlarındaki artış (Kozak, 1992, s. 30). Özellikle Sanayi Devrimi ile gündeme gelen çevre kirliliği, gelişmiş ülkelerin baştaki hedefleri ekonomik kalkınma ve büyüme olduğu için göz ardı edilmiştir. Geçen süre ve yıllar içerisinde artan kirlilik, doğal felaketler, küresel ısınma gibi önemli sorunlar günümüzde ülkelerin göz ardı edemeyeceği önemli bir hal almıştır. 1990'lı yıllardan itibaren çevreyi korumak adına getirilen bir dizi önlemden bir tanesi de çevre vergileridir. Bu durum Yeşil Vergi Reformu ya da Ekolojik Vergi Reformu olarak adlandırılmaktadır. Birçok ülke tarafından benimsenen bu yaklaşım maliyetli düşürme amacıyla başlayıp çevreyi koruma içgüdüsünün kendiliğinden oluşmasını sağlamaktadır. Sırasıyla Finlandiya, İsveç, İngiltere, Avusturya, Danimarka, Hollanda, Belçika, Almanya bu reformun öncü ülkelerindendir (Değirmendereli, 2000, s. 251,256:264).

1.2.2 Sürdürülebilirlik kapsamında lojistik faaliyetler

Taşımacılık sektörü lojistiğin bir unsurudur. Taşımacılık sektörünün kullandığı enerji ve petrol dünya genelinde kullanılan enerji ve petrol içerisinde oldukça yüksek bir paya sahiptir. Taşımacılık sektörünün sürdürülebilir çevreye verdiği zarar lojistik alanında iyileştirmeler yapılması açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle sürdürülebilir lojistiğin işletmeler açısından benimsenmesi ve uygulanması zorunludur. Sürdürülebilir lojistik politikalarının gündeme gelmesinde ve uygulanmasının zorunlu hale dönüşmesinde sadece taşımacılık sektörünün çevreye verdiği zararlar değil, sosyal bilincin gelişmesi, sivil toplum örgütlerinin baskısı, kaynakların tükenmesi, küresel ısınma ve beraberinde gelen olumsuzluklar, bu sonuçların insanlar üzerindeki etkileri ve panik yaratması da etkili olmuştur. Çevreye verdiği zararlar önemli olsa da sürdürülebilir lojistiği sadece çevresel olarak düşünmek

yeterli olmayacaktır. Çevre, sosyal ve ekonomik yönlerden sürdürülebilir lojistiğin değerlendirilmesi gereklidir. Sosyal sürdürülebilir lojistik ulaşım, sağlık, güvenlik, eşitlik gibi konular üzerinde durmaktadır. Ekonomik sürdürülebilir lojistik ise büyüme, karın maksimum maliyetlerin minimum yapılması, gelişme ve ilerleme gibi konularla ilgilenmektedir. Sürdürülebilir lojistik faaliyetler arasında uygun nakliye araçlarının seçilerek yakıt tüketiminin minimize edilmesi ve karbon salınımının azaltılması yer almaktadır. Yine taşıma araçlarının bakım ve onarımlarının yapılması, depo ve fabrika çevrelerinde taşıma trafiğinin azaltılması da sürdürülebilir lojistik faaliyetlerinden bazılarıdır. Lojistiğin bileşenlerinden biri olan depolama hizmetlerinde de yapılacak çalışmalar sürdürülebilir lojistik için gereklidir. Stokların azaltılması, stok maliyetlerinin azaltılmasına, sera gazlarının azaltılmasına, özellikle küçük ölçekteki işletmelerde stok, hammadde ısıtma ve soğutma maliyetlerinin düşürülmesini sağlayacaktır (Mücevher, 2021, s. 43).

İşletmeler açısından sürdürülebilirliğin sağlanması, sadece bir çalışma kolunda uygulanması ile mümkün olmayacaktır. Sürdürülebilir bir işletmeden bahsedebilmemiz için, tüm faaliyet kollarına sürdürülebilir politikaların uygulanmış olması gerekmektedir. İşletmelerin lojistik faaliyetlerinin tüm faaliyetleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu düşünülürse lojistik faaliyetlerin sürdürülebilir politikalarla gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. İşletmelerin lojistik faaliyetlerin sürdürülebilir bir biçimde devam ettirilmesi amacı, Tersine Lojistik ve Yeşil Lojistik gibi lojistik türlerinin doğmasına neden olmuştur. Bu lojistik türleri ve sürdürülebilirlik ilişkileri, alt başlıklarda daha detaylı incelenmektedir.

1.2.2.1 Tersine lojistik

Tersine lojistik 1970'li yıllarda geriye akış, tersine kanallar veya tersine akış olarak anılmış olsa da; kavramsal olarak tersine lojistiğin tanımı ilk olarak 1980'li yıllarda Lambert ve Stock tarafından atıkların geri dönüştürülmesi, onarılması, tekrar kullanılması veya imha edilmesini kapsayan lojistik türü olarak yapılmıştır. Tersine lojistiğin işleyişi, kullanılmış bir malzemenin, atıkların toplatılması, yeniden kullanılması veya kullanılamayacaksa doğaya zarar vermemesi için yok edilmesi adımlarından oluşur. Bu aşamada uygulanacak faaliyetler, kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin toplatılarak yeniden kullanılması, kullanılamayacak durumda olanların tamir edilmesi, kısmen hasarlı olanların ürün yenileştirme adımıyla

yenilenmesi, değiştirilmesi, ürünün yeniden kullanılabilir parçalarıyla yeniden üretilmesi, ürünün kullanılabilir parçalarının kullanıldığı, hasarlı parçalarının diğer ürünlerden montajı yapılarak üretildiği, ürün kullanılamayacak durumda ise geri dönüşüm tesisine gönderilerek hammadde haline getirilmesi ve son olarak geri dönüştürülmesi mümkün olamayan malzemelerin yakma veya gömme yöntemi ile imhasının gerçekleştirilmesidir (Öçal, 2021, s. 524).



Şekil 1.2: Tersine Lojistik Hiyerarşisi.

Sürdürülebilir lojistik yaklaşımlarından olan Tersine Lojistik; çevreye verilecek zararın en aza indirilmesi, kaynakların etkin ve verimli kullanılması için yapılacak geri dönüşüm faaliyetlerini kapsar. Ürünlerin yolculuğu tüketiciye ulaştığında sona ermez, devam eder. Ürün ambalaj ve atıklarının neden olduğu çevresel zararları önlemek için tersine lojistik faaliyetlerinden yararlanılır. Atık yönetimi, üretim sürecinin tam tersi yani tüketiciden üreticiye yönünde işler. İşletmeleri atık yönetimine iten iki önemli unsur ekonomik ve çevresel unsurlardır. Çevresel unsurlar, toplum baskısı ya da çevreci kuruluşların çabaları veya hükümet tarafından çıkarılan yasalardır. Ekonomik unsurlar ise, atıkların geri kazanılarak üretimde yeniden girdi olarak kullanılması kaynak kullanımını azaltarak maliyet düşürücü etki yaratmaktadır (Mücevher, 2021, s. 45-46).

Ürünlerin yok edilmesi yerine onların geri kazanılması örneğın depozito uygulamasıyla cam şişelerin toplanması, metal hurda toplanması gibi daha ekonomik bir yöntemdir. Toplanan malzemeler yeniden üretime sokularak ekonomik kazanım sağlamaktadırlar. Avrupa da özellikle otomotiv sektöründe hükümet tarafından uygulanan baskılar işletmeleri tersine lojistik uygulamaya itmektedir. Tersine lojistik süreçlerinin uygulandığı başlıca endüstriler, otomotiv, bilgisayar, ilaç, kimya

endüstrileridir. BMW, General Motors, Delphi, DuPont, HP ise tersine lojistik uygulayan başlıca büyük firmalardır (Karaçay, 2005, s. 319).

1.2.2.2 Yeşil lojistik

Sürdürülebilir lojistik stratejilerinden biri olan yeşil lojistik, daha çok yükselen ekonomilerde artan bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeşil lojistik kaynakların daha etkin kullanılması prensibine dayanmaktadır. Doğal kaynak kullanımını minimize ederek daha çok ikame malzeme kullanılması yoluyla çevreye olan etkileri en aza indirmeye çalışan bir lojistik stratejisidir. Yeşil lojistiğin uygulama alanı daha çok taşıma adımıındaki çevresel zararların en aza indirilmesidir. Sürdürülebilirlik anlayışından türeyen, çevreyi korumak ve verilen zararları minimuma indirmek isteyen yeşil lojistik, yeşil anlayışın lojistiğin tüm süreçlerine uygulanmasıdır (Mücevher, 2021, s. 44).

Literatürdeki çalışmalar yeşil lojistiğin çevresel zararları azalttığı, maliyetleri düşürdüğü, mal ve hizmetlerdeki rekabet gücünün arttığı ve yapılan çevresel düzenlemelerle lojistik operasyonlarının kalitesinde iyileşmeler yaşandığını göstermektedir. Ayrıca çevre yasalarının katılaştırılması, yeşil lojistik uygulamalarının gelişmesine ve uygulanmasına destek olmaktadır. Örneğin Avrupa Birliği ülkelerinde atıkların doğru yönetilebilmesi için katı bir yeşil ambalaj tasarısı uygulanmaktadır. Birçok ülkede bu uygulamaların gerçekleştirilmesi, yayılım etkisi ile Dünyadaki farklı noktalarda da uygulanmaya başlanacak ve küresel ekosistemin genel kalitesi artacaktır. Lojistik ve taşımacılık işlemleri ekolojik bozulma, küresel ısınma, hava kirliliği gibi pekçok sorunun kaynaklarındandır. Bu nedenle bu alanlarda gelecek için endişe duyulmasına neden olmaktadır. Yeşil lojistik, özünde bu endişelere cevap vermek, ekolojik bozulmanın önüne geçmek çevresel kirlilikleri azaltmak prensibi ile çalışmaktadır (Mohsin vd., 2022, s. 2).

Türkiye’de taşımacılık sektöründe yeşil lojistik faaliyetlerin belirlenmesi, ilke, esas ve koşulların oluşturulması için başlatılan Yeşil Belge uygulaması başvuruları 1 Ocak 2023 tarihi ile başlatılmış olup, dengeli ve çevreye zarar vermeyen bir taşıma yaklaşımının oluşturulması sağlanmaya çalışılmaktadır. Yeşil Belge uygulamasında amaç yeşil uygulamalarının ek destekler, imtiyazlar ve muafiyetlerle teşvik edilerek yaygınlaşmasını sağlamaktır. Yönetmeliğe göçe taşımacılık faaliyetlerinin Yeşil Lojistik olarak adlandırılabilmesi için bir takım özellikler taşıması gereklidir. Bunlar;

yılda en az 200 adet kombine taşımacılık gerçekleştirmek, işletmenin harcadığı enerjinin en az %5'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından kullanılmış olması ve bunu Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi veya Uluslararası Yeşil Enerji Sertifikası (I-REC) ile belgelemesi, işletmede kullanılan iklimlendirme ekipmanlarının Düşük Kürel Isınma Potansiyeli (KIP) değerlerine sahip olması, yılda en az %5 oranında yeşil paketlenme işlemleri gerçekleştirmiş olmak, yılda en az 500 adet fidan bağışı gerçekleştirmek, işletmedeki atıkların Sıfır Atık Yönetmeliği kapsamında yönetilmesi, ISO 14046 Su Ayak İzi Yönetim Sistemi, ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi, ISO 14064 Sera Gazı Yönetim Sistemi belgelerine sahip olmaktır (Utikad, Erişim Tarihi: 22-04-2024).

Sadece ekonomik faktörler değil, sosyal ve çevresel faktörler de yeşil lojistiğe uyarlanabilmektedir. Yeşil lojistik uygulamalarından doğaya zarar vermeyen malzemeler ile üretim yapılması, geri dönüştürülebilir malzemenin üretilen ambalajların yapılması, sera gazı emisyonlarını azaltacak taşıma modellerinin kullanılması, faaliyet kollarında enerji verimliliği sağlanması, üretici tarafından atıkların toplatılması faaliyetleri hem çevreci bir lojistik yaklaşımı için hem de sürdürülebilir kalkınma için gerekli olan faaliyetlerdendir (Zengin ve Akunal, 2017, s. 120).

1.3 Literatür Araştırması

Uluslararası Lojistiği sürdürülebilirlik kapsamında değerlendirmek, taşımacılık faaliyetlerinden doğan sera gazlarını incelemek tüm Dünya'da yeni sayılabilecek bir durumdur. Sürdürülebilirlik kapsamında doğan yeni lojistik yaklaşımları Yeşil Lojistik ve Tersine Lojistik kavramlarında henüz işletmelerin tam olarak uygulamaya başlamadıkları, günümüzde varolan kavramlardır. Bu durum literatürde yansımış durumdadır. Yurtiçi kaynaklarda uluslararası lojistik alanında yapılmış çalışmaların sayısı bile az iken, uluslararası lojistiğin emisyonlarının incelendiği çalışmalar oldukça azdır. Türkiye'de literatürde henüz popüler olmayan bu kavramlar, sadece son yıllarda çalışmalarda yer bulmaktadır. Taşımacılık türleri arasında en fazla çalışmanın karayolu taşımacılığı ve emisyon değerleri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Türkiye'de en az çalışma yapılan taşımacılık türü ise demiryolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı ve emisyon değerleridir. Bu konuda daha çok yurtdışı kaynaklar bulunmaktadır.

Dünder ve Kolay, karayolu taşımacılığında kaynaklardan sera gazı emisyonları alanında il bazında çalışma gerçekleştirmişlerdir. Karayolu taşımacılığının karbondioksit salınımı yapan öncü taşıma modu olduğu belirtilmiştir.

Cooper ve Balcombe, yine karayolu emisyonları üzerine çalışma gerçekleştirmiş, karayolunda kullanılan yakıtın, dizel, doğalgaz, bio yakıtlar ve elektrik seçeneklerinde emisyon oranlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada dizel yerine doğalgaz kullanılması emisyon oranlarında azalmaya neden olurken, yakıtın elektrik veya bio yakıtlar olarak değiştirilmesi durumunda emisyon değerleri en iyi performansı sergilediği görülmektedir.

Cansız ve diğ., çalışmalarında karayolu taşımacılığında araç türleri ve tüketilen enerji miktarları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Oluşturulan model ile karayollarında tüketilen enerji miktarı tahmin edilebilmektedir.

Cui ve diğ., karayolu kaynaklı emisyon değerlerinde, sürüş hızı ve gayri safi yurtiçi hasılanın emisyon değerlerinin artmasında itici bir güç oluşturduğunu, sürüş hızı ve çeşitli enerji kombinasyonlarının sağlanması durumunda emisyon değerlerinde azalma yaşanacağı yönünde çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Wang ve diğ., havayolu kargo operasyonlarından kaynaklı emisyonların incelenmesinde, hava taşımacılığında bio yakıtların kullanılmasının, ve operasyonların sürdürülebilir modellerinin gerçekleştirilmesinin emisyon değerleri üzerinde olumlu etki yaratacağı üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Yang ve diğ., multimodal taşımacılığın verimli bir şekilde uygulanması, emisyonlarının azaltılması alanında çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, karbon emisyonlarını göz önünde bulundurarak taşıma modları arasında sistematik bir çalışma yürütülmekte ve kurulan modelleme ile optimum taşıma seçenekleri yürütülmektedir.

Sresakoolchai ve Kaewunruen, küresel ısınmaya hizmet eden karbon emisyonlarını demiryolları üzerinden incelemişlerdir. Ancak emisyonlar sadece demiryolu taşımacılığında meydana gelmemektedir. Demiryollarının bakımından kaynaklanan emisyonların incelenmesinde Dünya’da ilk kez RL (takviyeli öğrenme) metodunu kullanmışlardır. RL kullanımı ile gerçekleştirilen bakımlarda, salınan emisyon miktarlarında %48 oranında azalma sağlandığı, demiryollarındaki kusurların %68 oranında giderildiği sonucuna varılmaktadır.

1.4 Hipotez

Uluslararası lojistik, Dünya’da önemi hızla artan kilit sektörlerden biri konumuna gelmektedir. Yine aynı şekilde artan çevre kirlilikleri, iklim değışiklikleri bu sektörün çevresel kirlilik ile ilişkilendirilmesi ve araştırılmasını önemli bir hale getirmektedir. Bu tez çalışmasındaki amaç Uluslararası lojistiğin çevresel kirliliğe neden olup olmadığını ölçmektir. Çevresel Kuznets Eğrisi bu çalışma için örnek model olarak kullanılmıştır. Ekolojik ayak izi değışkeni bağımlı değışken olarak seçilirken, ticari açıklık, patentler kontrol değışkenleri olarak kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılacak olan araştırma değışkenimiz ise taşımacılık faaliyetlerinden kaynaklanan karbon emisyonudur. Hipotez: “Taşımacılık faaliyetlerinden doğan karbon emisyonları çevre kirliliğine neden olur”. Bu hipotez panel veri analizi ile test edilmektedir.

2. ULUSLARARASI TAŞIMACILIK TÜRLERİ

Hammaddelerin, mamul veya yarı mamullerin bir noktadan başka bir noktaya aktarılması taşımacılık kavramı olarak ifade edilir. Taşımacılığın mümkün olan en uygun maliyetle, yüke uygun bir araçla ve yüke hasar vermeden, müşteri memnuniyeti oluşturacak şekilde taşınması esastır. Taşımacılık faaliyetleri, ulusal veya uluslararası boyutta olabilir (Özoğlu ve Demirci, 2021, s. 671-672).

Taşıma işlemi; satın alınan hammadde ve malzemelerin kullanılacakları üretim alanlarına veya depolara, dağıtım merkezlerine ulaştırılmasıdır. Taşımacılık işlemleri, kara, hava, deniz, demir yolu taşımacılığı olabildiği gibi bunun yanında boru hatları ve iç su yolları da taşımacılık türleri arasında yer almaktadır (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 37).

Artan nüfus, uluslararası ticaretin ve uluslararası şirketlerin yaygınlaşması, artan milli gelir gibi nedenler yüklerin ve insanların bir yerden başka bir yere ulaştırılırken daha kısa sürede daha düşük maliyetle ve daha konforlu seyahat etme istekleri taşımacılık sektörünün de gelişmesine ve büyümesine neden olmuştur. İnsan ihtiyaçlarının taşınması, insan çevre ilişkisinin geliştirilmesinin ötesinde, taşımacılık sektörü mekânsal gelişmelere de katkı sağlar. Her taşıma şekli için inşa edilen altyapılar, bulunduğu konumun gelişmesine katkı sağlar. Örneğin demiryollarının inşa edilmesiyle, yeni istasyonlar ve etrafında yeni yerleşimlerin kurulmasına neden olur. Ya da Hava taşımacılığının artmasıyla yeni havalimanlarının yapılmasına ve dolayısıyla mekânsal anlamda değişim ve gelişmelere neden olur. Dolayısıyla taşımacılık sektörü ulaşım altyapılarıyla taşımacılığın ötesinde şehirselleşmelerde rol oynar ve yerleşim yerlerinin yapısal değişikliklerinde etkilidir. Bu nedenle araştırmacılara göre taşımacılık sektörü küreselleşmenin ve kalkınmanın öncülerinden kabul edilir. Taşımacılık, mal akışının sağlanması ve diğer ülkelerle bağlantıların sağlanması ve bu sürecin devam ettirilmesi açısından önemlidir. Taşımacılık arttıkça yeni çalışma alanları açılacaktır. Sigorta şirketleri, antrepolar, gümrükleme şirketleri, paketleme alanındaki gelişmeler gibi, birçok alanda istihdam yaratacaktır. Bu yönüyle ekonomik kalkınma için önemlidir. Karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu ve boru hatları gibi, kendine özgü nitelikleri olan, kendine has çalışma şekilleri olan taşıma

şekilleri ulaştırma sistemlerini oluşturur. Bu taşıma şekilleri başlı başına kullanılabildikleri gibi birlikte de kullanılarak multimodal veya kombine taşımacılık türlerini de oluşturabilirler (Deniz, 2016, s. 137, 151).

Taşımacılık taşıma modlarından biri veya birden fazlası tercih edilerek yapılabilir. Hangi taşıma yönteminin tercih edileceğine maliyet, zaman veya diğer etkenler dikkate alınarak karar verilir. Bazı ülkeler iç su yolu taşımacılığını tercih edebilir, Rusya ve Almanya gibi (Kara, 2021, s. 23).

Ülkeler için enerji kaynaklarının doğru ve verimli kullanılması, çevresel etkileri de değerlendirilerek doğru ve rasyonel taşımacılık politikalarının geliştirilmesi önemlidir. Ulusal ve uluslararası yapılan taşımacılıklarda veri tabanının oluşturulması, sürdürülebilirliği ve verimliliği artıracak, sektörün gelişmesi için katkı sağlayacaktır (Deniz, 2016, s. 151).

Türkiye petrol ithalatçısı konumundadır. Bu nedenle maliyeti düşük uygun fiyatlı taşımacılık politikalarının geliştirilmemesi, özellikle petrol ve türevlerinde yüksek taşımacılık bedellerine neden olmakta bu durum mal ve hizmet piyasasında fiyat artışlarına neden olmaktadır. Rasyonel ve düşük maliyetli politikaların oluşturulması ve uygulanması piyasalardaki fiyatlar ve ülke refahı için önemli bir katkı sağlayacaktır (Deniz, 2016, s. 151).

2.1 Havayolu Taşımacılığı

Diğer taşıma modlarına göre daha maliyetli bir yöntem olan Havayolu taşımacılığı uzun mesafeler için en hızlı seçenektir. Genelde teknolojik ürünler, değerli madenler, hassas ürünler ve kıymetli evrakların taşınması bu taşıma yöntemi ile yapılır (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 37).

Hava kargo hacmi dünya ticaretinin %1 ini kapsarken kargo değeri 6 trilyon dolar ile dünya ticaretinin %35 ini kapsamaktadır. Bu durum değerli yüklerin taşınmasında ağırlıklı olarak hava kargo taşımacılığının tercih edilmesinin bir sonucudur (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 38-39).

Havayolu lojistiğinin tercih edildiği en önemli alanlar pahalı, ağırlık ve maliyet olarak büyük malzemelerdir. Değerli mücevherler, arabalar, nesli tükenmekte olan hayvanlar, tıbbi cihazlar vb. bu malzemeler arasında sayılabilir. Havayolu taşımacılığı hızlı ve

güvenli bir yöntem olarak; değerinde pahalı malzemelerin güvenli riski yaşanmadan hedefe ulaştırılması konusunda tercih edilmektedir (Tunca, 2022, s. 13-14).



Şekil 2.1: Hava Kargo Yükleme.

Tarihte 12 saniyeliğine gerçekleştirilen ilk hava aracı uçuşu, insanoğlunun uçmak arzusunun sonucu olan birçok denemeden yalnızca biridir (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 33).

Sivil havacılık için 1. Dünya Savaşı'ndan sonra kullanılmaya başlanan havayolu, en yeni taşımacılık yöntemidir. 1919 yılında Fransa'da başlayan ilk seferleri, 1926 yılında Amerika izlemiştir. Günümüzde ise teknolojik gelişmelere bağlı olarak hızla gelişen havayolu taşımacılığı yaygınlaşmıştır. Havayolu taşımacılığı hem yolcu hem yük taşımacılığında maliyetin ikinci sırada hızın ise ilk sırada beklendiği durumlarda tercih edilir. Genellikle daha küçük boyutlarda ancak değerli ürünler için tercih edilmektedir (Deniz, 2016, s. 148).

Yolcu ve yük taşımacılığı konusunda güvenlik ve hızlı olması gibi unsurlarıyla öne çıkan havayolu taşımacılığı 1900'lerden itibaren gelişmiş, İkinci dünya Savaşı'ndan sonra giderek büyümeye başlamıştır. 1978 yılında Amerika'da başlayan serbestleşme ve rekabetleşme ile tanışan havayolu sektörü, önce Amerika sonra Avrupa ve giderek tüm dünyada hızla büyüme kaydetmiştir. 1983 yılında kabul edilen 2920 sayılı kanun ile özel sektörün piyasaya girişi serbestleştirilmiş, böylece özel havayolu şirketleri de piyasaya girmeye başlamıştır. 2003 yılında iç hat düzenlemeleri gerçekleştirilmiş, böylece piyasada yapısal değişiklikler gerçekleşmiştir. Bu daha fazla rekabeti beraberinde getirirken özel şirketler yeni havayolu stratejileri geliştirmeye başlamıştır. Havaalanları kamu hizmeti veren kuruluşlar olmaktan çıkmış, ticarileşerek lojistik sektörü için önemli bir alt bileşen olan hava kargo taşımacılığına katkı sağlamıştır.

Böylece hava kargo sektörünün büyümesine katkı sağlamışlardır. Hava kargo taşımacılığında gerçekleşen bu büyüme, küreselleşme ile artan dış ticaretin bir sonucu olarak gelişmeye ve büyümeye devam etmiştir (Aydın, 2022, s. 2).

Başlarda daha karlı olduğu için yolcu taşımaya gösterilen ilgi, 1970’li yıllarda Jumbo jetlerin kullanılmaya başlanması ve küresel hava taşımacılık pazarının büyümesi ile kargo taşımacılığına da yönelmiştir (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 33).

Dünyanın bazı kesimlerinde daha fazla kullanılan havayolu taşımacılığı fiyatı ve maliyetinin yüksek olmasına rağmen en süratli taşımacılık yöntemi olması nedeniyle tercih edilen bir lojistik taşıma modelidir (Tunca, 2022, s. 13).

Amerikalı Glenn Curtiss tarafından posta çuvallarının 240 km uzağa taşınması ve Amerikan Wright Company tarafından kumaş dükkânı malzemelerinin 105 km uzaklığa yolcu koltuğunda taşınması gerçekleştirilen ilk hava kargo denemeleridir (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 33).



Şekil 2.2: Amerikalı Glenn Hammond Curtiss.

Hava kargo taşımacılığında ilk olarak posta taşımaları gerçekleşmiştir. Hava kargo taşımacılığı, yolcu taşımacılığına paralel olarak gelişmiş, şu an uluslararası ticaretin önemli bir parçası haline gelmiştir. Dünya çapında yapılan hava kargolarının %87’si yurtiçi değil uluslararası taşımacılığa aittir. Hava kargosu; hava taşımacılığı faturası ve hava kurye gönderilerinin navlun bedellerini kapsamaktadır. 2018 yılında Dünya çapındaki havayolları 63,3 milyon ton yük taşımış ve bu taşımacılıktan 110 milyar doların üzerinde gelir elde etmişlerdir. Böylece 2018 yılı hava kargo taşımacılığından

100 milyar doları aşkın gelirin elde edildiği ilk sene olarak IATA tarafından kaydedilmiştir (Bilotkach, 2021, s. 258).

Yine uzak mesafelere gönderilen insani yardım malzemelerinin ulaştırılmasında, taze gıda ve öncelikli hammadde tedarikinde de hız büyük önem taşımaktadır (Akoğlu, Fidan: 2020, s. 33). Havayolu taşımacılığı; acil ihtiyaçlar, gıda tedariki, sağlık, salgınlar, savaşlar kısaca insanların kısa zamanda büyük boyutta eşyaya ihtiyaç duyduğu tüm süreçte kilit rol oynamıştır. Artan teknoloji ile, insanların hız alanındaki taleplerinde artan değişimler yaşanmıştır. Artan istek ve beklentiler, ulaşım alanında yeni yatırımları, rekabetin artmasını, çeşitliliği zorunlu bir hale getirmiştir. Havayolu taşımacılığı bu değişim ihtiyaçlarına hızlı yanıt verebilen ulaşım hizmetlerinin başında gelmektedir. Konforlu, güvenli ve hızlı taşımacılık için akla gelen ilk seçenektir. Diğer taşıma modlarına göre bu alanda avantajlar sunan havayolu taşımacılığı, çevresel koşullara, ekonomik dalgalanmalara ve siyasi olaylara duyarlıdır ve hızlı tepki verir (Deniz, 2016, s. 147-148). 2019 yılında başlayan ve tüm dünyada etkisini gösteren Covid-19 salgınından sonra, tıbbi cihaz ve teçhizatların, aşı ve ilaçların taşınmasında etkili bir tedarik zincirinin oluşturulması ve havayolu taşımacılığı önemli bir rol oynamıştır (Park, Ahn, Sohn, 2023, s. 13).



Şekil 2.3: Turkish Cargo Hava Kargo Yükleme.

Havayolu taşımacılığının en büyük avantajı hızlı olması ve zaman kazandırması. Örneğin Çin-Avrupa hattında deniz yoluyla taşınacak bir malzeme haftalar süren bir nakliye operasyonu demektir. Bu nakliye havayolu ile yapıldığında birkaç gün içinde tamamlanabilir. Ancak bu hızlı operasyon yüksek maliyet demektir. Hava

taşımacılığındaki maliyetler deniz taşımacılığına kıyasla 4-5 kat fazladır. Ağırlık bazında hesaplanan maliyetler göz önüne alınırsa deniz taşımacılığında taşınan bir eşdeğer ağırlıktaki bir malzeme hava yolu ile taşındığında 16 kata kadar daha yüksek fiyatlandırılabilir. Bir malzemenin hava yolu ile taşınması sonucunda taşıma bedellerinden daha yüksek bir fayda sağlaması beklenmelidir. Bu nedenle hava yolu ile taşınan malların; daha düşük ağırlığa sahip katma değeri yüksek mallar veya bozulabilir mallar olduğu gözlemlenir (Bilotkach, 2021, s. 259).

Hava kargo taşımacılığı diğer sektörleri de doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Hava kargo taşımacılığı diğer taşımacılık türlerine göre daha az riskli ve hızlıdır, bu nedenle ticari değeri yüksek ürünlerin taşınmasında ya da çabuk bozulabilme ihtimali bulunan ürünlerin taşınmasında öne geçerek diğer taşımacılık modlarından ayrılır. Bu önemi üzerine sektörün ülkeler arasında gelişmesine olanak tanır ve dünya ekonomisine ciddi katkılar sağlar (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 30).

Her taşıma şeklinin olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Gelişmekte olan teknolojiye entegre gelişen ve günümüzün en modern taşıma şekli olan havayolu lojistiğidir. Hızlı ve güvenilir bir taşıma modu olan havayolu taşımacılığı bazı ürünlerin lojistiğinde olmazsa olmazdır. Günümüzde hız kriteri; taşıma şekilleri tercih edilirken ilk sıralarda yer almaktadır. Bu durum taşınacak ürünün değerinin yüksekliğine, ürüne duyulan ihtiyacın aciliyetine göre değişebilmektedir (Akoğlu, Fidan: 2020, s. 32-33).

Havayolu taşımacılığının diğer sektörlerle ortak yönleri olmakla birlikte, onlara nazaran daha karmaşık ve kendine has özellikler barındıran bir sektördür. Bu özelliklerden aşağıdaki şekilde bahsedilebilir:

- Havayolu sektöründe hizmetler depolanamaz, satılamayan hizmetler operasyon tamamlandıktan sonra karlılığını kaybeder. Bu nedenle satış aşamasında üst düzey teknolojik faaliyetlerden faydalanılır.
- Hizmet alanlarının farklılıklarına göre seçenekler sunmak için teknolojik pazarlama faaliyetleri ve müşteri analizleri yoğun olarak kullanılır.
- Üretimin ve tüketimin aynı anda gerçekleştiği bir sektör olarak; vadettiğiniz kalite standartları hizmetin sunumu sırasında gerçekleşecektir.
- Havacılık sektörünün doğası gereği bazı kısıtlar vadettiğiniz hizmetin gerçekleşmesini engelleyebilir, hizmet iptal edilebilir.

- Bu sektörde hizmetler genellikle toplu olarak sunulduğundan, çok sayıda müşteriye farklı farklı hizmetlerde bulunmak daha fazla çaba gerektirecektir (Şimşek, 2021, s. 29-30).

Dünyada yaşanan ekonomik krizler, terör olayları, afetler zaman zaman havayoluna duyulan talebi azaltsa da tarihe bakıldığında sektör varlığını sürdürmeye ve büyüme devam etmiştir. Havayolu sektörü diğer taşımacılık türlerine göre avantajlı olsa da sektörün kırılgan yapısı en önemli dezavantajı olarak görülmektedir. Bu kırılgan yapıyı destekleyen artan ulaşım maliyetleridir. Ürün fiyatlarına karşı duyarlılığı yüksek olan pazarlarda düşük maliyetli havayolu taşımacılığının tercih edilmesi, bu kırılganlığı azaltmak için havayolu şirketlerinin uyguladığı yöntemlerden biridir. Bu yöntemde temel uçuş hizmetleri verilmekte böylece havayolundaki maliyetlerin azaltılması planlanmaktadır (Aydın, 2022, s. 2).



Şekil 2.4: Havayolu Taşımacılığı.

Afetlerde meydana gelebilecek insani yardımların istenilen yerlere istenilen zamanda ulaştırılması ancak profesyonel bir planlama ile mümkün olacak ve bu planlama içerisinde hava lojistiğinin bulunması elzem olacaktır. Tarihte olduğu gibi pandemi döneminde de insanların yaşamları için önemli olan ilaçlar, tıbbi ekipmanlar, aşılar, kullanma süresi kısa olan tüm malzemeler havayolu ile taşınmıştır. Hızlı olmasının yanı sıra kara taşımacılığında olduğu gibi müşterinin kapısından alınıp kapısına teslim edilmesi, resmi evrakların vergi işlemlerinin gümrük işlemlerinin halledilmesi ve sistem içindeki prosedürlerin aşılması bu taşıma modelinin öne çıkmasına katkı sağlar (Tunca, 2022, s. 14-18).

Türkiye’de havayolu sektörü; 1983 öncesi, 1983-2003 dönemi ve 2003 sonrası olmak üzere üç temel gelişim dönemi olarak değerlendirilmektedir. Özel sektörün havacılık alanında hizmet vermesine izin verilmediği ve sadece devlet kontrolünde işlemlerin

yapıldığı dönem 1983 öncesi dönemdir. Havayolu sektöründe serbestleşme dönemi 1983 yılında çıkarılan 2920 Sayılı Sivil Havacılık Kanunu ile gerçekleşmeye başlamıştır. Serbestleşme ile 2003 yılına kadar dalgalı bir büyüme gözlenmiştir. 2003 yılı sonrasını kapsayan üçüncü dönemde daha çok rekabetçi yapıyı artıran çalışmalar yapılmış, hava taşımacılığı politikalarında değişikliklere gidilmiştir. Özel havayolu şirketlerinin içi hat engellemeleri kaldırılmış devlet tarafından sübvansiyonlar ve vergi indirimleri ile bu sektör geliştirilmek üzere desteklenmeye devam edilmiştir (Eren, 2020, s. 3).



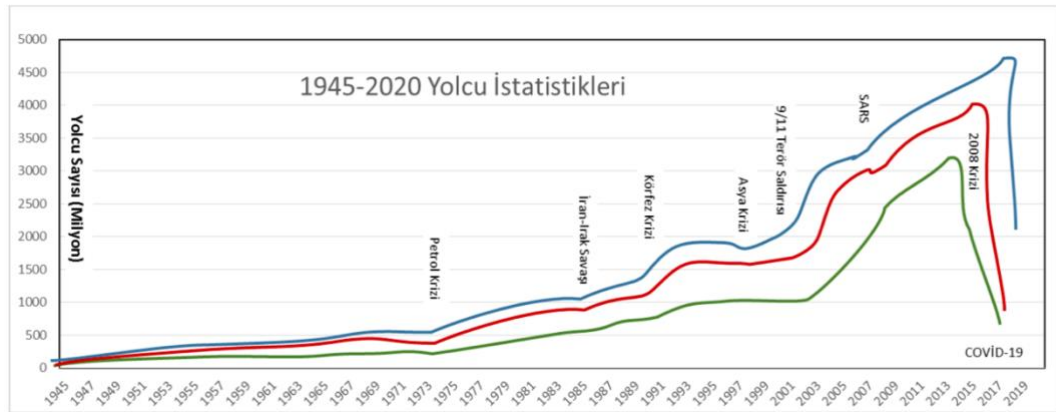
Şekil 2.5: Cumhuriyet Dönemi Havacılık Çalışmaları.

Türkiye’de Cumhuriyet öncesi dönemde sınırlı bir havayolu posta taşımacılığının yapıldığı bilinirken, Cumhuriyetin ilanıyla birlikte, Türk Hava Kurumu, Türk Tayyare Cemiyeti gibi kurumlar açılmış ve havacılık sektörü gelişmeye başlamıştır. Sektörün Türkiye’deki hızlı gelişimi ise 1980’li yıllarda yaşanmıştır. Küreselleşme eğilimini de beraberinde getiren liberal politikalar 1970’li yıllarda tüm dünyada yaşanan ekonomik darboğazdan çıkış yolu olarak görülmüştür. Liberal politikalara giriş, Türkiye’de 24 Ocak 1980 kararları ile başlamıştır. 1980’li yıllarda ekonomik büyüme modeli, ihracata dayalı büyüme modeli olarak benimsenmiştir. Uygulanan politikalar sonucunu göstermiş, on yıllık süreçte ihracat beş katına kadar artırılırken ithalat üç katına kadar artmıştır. Dış ticaretteki bu artış hava kargo taşımacılığının yük trafiğini artırmış bu artış sektörün büyümesine önemli katkı sağlamıştır.

Liberalleşmenin ilk aşamasında mal ve hizmet fiyatları ile faiz oranlarının piyasada belirlenmesi, uluslararası mal hareketlerinin serbestleştirilmesi gibi kararlar alınmıştır. İkinci aşamasında ise finans piyasalarında neoliberal politikalar uygulanmıştır.

Konvertibilite uygulamasına geçilmiş, uluslararası sermaye hareketleri de serbest bırakılmıştır. Ekonomide yaşanan bu politikalarla havayolu taşımacılığı sektörü büyüme eğilimine girmiştir. 1983 yılında 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu yürürlüğe girmiş ve bu kanunla özel sektör şirketlerine sivil havacılık faaliyetleri yapabilme hakkı tanınmıştır. Bu kanunla özel havacılık şirketleri kurulmaya başlanmış, özel teşebbüslerin artması beraberinde rekabeti doğurmuştur. Rekabet; bilet fiyatlarında düşüş, hizmet kalitesinde artış olarak gözlenmiştir. (Aydın, 2022, s. 3).

Havacılık sektörü, küreselleşmenin etkisiyle hem bölgesel hem de dünyada meydana gelen krizlerden daha hızlı ve yoğun olarak etkilenmektedir. Bu kırılgan yapısı nedeniyle tarih boyunca finansal krizler, salgınlar, terör olayları ve doğal afetler sonucu inişli çıkışlı bir süreç yaşamıştır. Havacılık sektörü krizlerden çok hızlı etkilenen ancak kriz sonrası da çok hızlı toparlanabilen bir sektördür. Hız, konfor ve güvenlik alanlarında diğer sektörlerden daha güvenilir olan havacılık sektörü hem kargo hem yolcu taşımacılığında krizlere rağmen insanoğlunun vazgeçemediği bir sektör olarak varlığını korumuştur. Aşağıdaki havacılık sektörünün 1945 yılından itibaren yaşanan krizlerden ne denli hızlı etkilendiği ancak akabinde ne kadar hızlı toparlandığı bir grafik yardımıyla Şekil 2.6'da açıklanmıştır (Şimşek, 2021, s. 30-31).



Şekil 2.6: Havayolu 1945-2020 İstatistikleri.

Liberalleşme ile başlayan havayolu taşımacılığındaki serbestleşme uygulamaları ilk dört senede sonuç vermiştir. Yine bu tablo ihracata dayalı büyüme modelinin hava kargo taşımacılığındaki olumlu etkisini de göstermektedir (Aydın, 2022, s. 4).

Türkiye coğrafi olarak havayolu taşımacılığında uluslararası bir konuma ve avantaja sahiptir. Türkiye'de havacılık faaliyetleri 1912 yılında bugünkü Atatürk Havalimanı'nın hemen yakınında bulunan Sefaköy'de küçük bir meydan ve iki

hangardaki çalışmalarla başlamıştır. Bu çalışmaların başlatılmasının çıkış noktası 1911-1912 yılında Trablusgarp Savaşı'nda İtalyanların yaptığı hava saldırısı olmuştur. Sivil havacılığın kurumsal temelleri 1925 yılında Türk Tayyare Cemiyeti'nin kurulması ile atılmış hem yasal düzenlemeler hem de araç gereçlerdeki iyileştirmeler yapılmıştır. 1933 yılında Millî Savunma Bakanlığına bağlı Hava Yolları Devlet İşletmesi kurulmuş; bünyesinde askeri uçaklardan dönüştürülerek yük ve yolcu taşımaya elverişli hale getirilen uçaklar ve 5 uçaklık küçük bir filoyla Türk Hava Postaları sivil havacılık çalışmalarına başlamıştır. 1933 yılında İstanbul-Eskişehir-Ankara hattında gerçekleşen uçuşlar ilk ticari uçuşlar kabul edilirken, ilk yurtdışı uçuş seferi 1947 yılında düzenlenen Ankara-İstanbul-Atina seferidir. Zamanla artan gelişmeler ve iş yükü bu alandaki çalışmaların ikiye bölünerek 1955 yılında taşıma işlerinin Türk Hava Yolları Kurumu'na, havaalanları işletmeciliğinin ise Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğüne teslim edilmesi kararlaştırılmıştır. Türk Hava Yolları yolcu ve güzergâh bakımından dünyanın en hızlı büyüyen havayolu şirketlerinden olmuştur. (Deniz, 2016, s. 148-149).



Şekil 2.7: Türk Hava Yolları Uçağı.

1990'lı yıllara gelindiğinde yaşanan Körfez Savaşı ve beraberinde getirdiği petrol fiyatlarındaki şok değişimler tüm dünyada havayolu taşımacılığı için bir kriz oluşturmuştur. Bu kriz döneminde Amerika'da Eastern, Pan American, Midway, İngiltere'de Air Europe, Belçika'da TEA şirketleri iflas etmiştir. Krizle mücadele edebilmek için 1994 yılında alınan tedbirlerle havayolu talepleri artırılmış olsa da 1998 Asya krizi ile havayolu sektörü tekrar darboğaza girmiştir. 2000 yılında gelindiğinde

OPEC üye ülkelerin petrol üretim kotalarını düşürdüklerini açıklamasıyla petrol fiyatları yeniden artış göstermiş, sonucunda havayolu sektörü bir darbe daha almıştır.

2001 yılında Amerika'da terör saldırısı gerçekleşmiş ve bu durum havayolu taşımacılığındaki güvenlik unsurunun sorgulanmasına yol açmıştır. Aynı sene havayolu sektöründe güvenlik ve sigorta maliyetlerinde artışlar gözlenmiştir. Amerika'da havayolu taşımacılığındaki net zarar, 2001 ve 2005 yılları arasında 40 milyar dolar olarak kayda geçmiştir. 2008 yılında meydana gelen ekonomik krize kadar havayolu sektörü büyüme göstermiş, krizle birlikte karşılaşılan talep yetersizliği sektörü olumsuz etkilemiştir. Krizin etkileri azalmaya başladıkça sektör yeniden ivme kazanmış ve bu tarihten itibaren günümüzde yaşanan pandemi krizine kadar büyüme devam etmiştir (Aydın, 2022, s. 2).

Son yıllarda Türkiye'de hava kargo kapasitesi yapılan yatırımlarla artış göstermiştir (Akoğlu ve Fidan 2020, s. 31). Küreselleşme ve pandeminin de etkisiyle artan e-ticaret hacminin 2021 yılından itibaren hava kargo taşımacılığına artış yönünde etkilemesi beklenmektedir. Bu artıştan Türkiye'de faaliyete geçen yeni İstanbul havalimanı kargo terminalinin de faaliyete geçmesiyle Türkiye'nin alacağı pay da yüksek oranda artış göstermesi tahmin edilmektedir (Tunca, 2022, s. 14).

Havayolu taşımacılığının araçları aşağıdaki gibi üç unsurdan oluşmaktadır (Akoğlu ve Fidan, 2020, s. 34).

- Uçaklar,
- Havalimanı,
- Havayolu şirketleri,

Günümüzde hava kargoları kargo uçakları tarafından bazen ise yolcu uçaklarının kargo bölümünde yapılabilmektedir. Uçak sınıflandırmaları gövde genişliklerine ve taşıma kapasitelerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Çizelge 2.1)

- Dar gövde 45 tondan az kapasiteli
- Orta geniş gövde 40 80 ton arası kapasiteli
- Geniş gövde 80 tondan fazla kapasiteli.

Çizelge 2.1: Dünya Geneline Kullanılan Uçak Tipleri.

Standart Gövde (< 45 ton)	Orta Genişlikte (40-80 ton)	Büyük (> 80)
707	767 serisi	747 serisi
727 serisi	787	777 serisi
737 serisi	A300 serisi	A350
757	A310 serisi	An-124
A320 serisi	A330 serisi	11-96T
BAe 146	DC-10 serisi	MD-11
DC-8 serisi	11-76TD	
DC-9 serisi		
MD-80 serisi		
TU-204		

Kargo uçakları yüksek taşıma kapasitesine sahip olabildikleri gibi uzun menzil uçabilirler. Böylece kıtalararası taşımada zaman sınırı bulunan veya yüksek mali değerli ürünlerin taşınmasında bu uçaklar önemli bir yere sahiptir. Havayolu taşımacılığında bir diğer unsur havalimanlarıdır.



Şekil 2.8: İstanbul Havalimanı.

Havalimanları uçakların yakıt ikmallerinin yapıldığı, park edilebildiği, iniş kalkış yapacakları alanlardır (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 34-36). Avrupa’da uygulanan yerel gürültü kirliliğini önlemek amacıyla gece saatlerindeki uçuş kısıtlamaları, yük taşımacılığında uzmanlaşmış havalimanlarının yerleşim merkezlerinden daha uzağa yerleştirilmesini gerektirir. Gece saatlerinde taşınmak istenen kargolar için daha uzak mesafedeki havalimanlarının tercih edilmesi gerekmektedir (Bilotkach, 2021, s. 259).

Kargo elleçlemelerinin de yapıldığı havalimanlarının kapasitesi önemlidir. Üçüncü ve son araç havayolu şirketleridir. Havayolu şirketleri diğer tüm unsurların sistematik ve profesyonel bir şekilde çalıştırılabilmesi için gerekli idari unsurdur.

Havayolu şirketleri iç hat ve dış hatlarda farklı kargo tonajı hacmine sahiptirler (Akoğlu, Fidan, 2020, s. 37). 2023 yılı itibariyle Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA)'ne kayıtlı havayolu şirketleri IATA 2023 Annual Review World Air Transport Summit İstanbul verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulan Çizelge 2.2'de paylaşılmıştır.



Çizelge 2.2: 2023 Yılı IATA'ya Kayıtlı Havayolu Şirketleri.

HYŞ'leri	Açıklama
A	ABX Air, Aegean Airlines, Aer Lingus, Aero Republica, Aeroflot, Aerolineas Argentinas, Aeromexico, Africa World Airlines, Afrijet, Air Algerie, Air Arabia, Air Astana, Air Austral, Air Baltic, Air Botswana, Air Burkina, Air Cairo, Air Caledonie, Air Canada, Air Caraibes, Air Changan, Air China, Air Corsica, Air Dolomiti, Air Europa, Air France, Air Guilan, Air India, Air Koryo, Air Macau, Air Madagascar, Air Malta, Air Mauritius, Air Moldova, Air New Zealand, Air Niugini, Air Nostrum, Air Peace, Air Serbia, Air Seychelles, Air Tahiti, Air Tahiti Nui, Air Tanzania, Air Transat, Air Vanuatu, AirBridgeCargo Airlines, Aircalin, Airlin, Alaska Airlines, Albastar, Allied Air, AlMasria Universal Airlines, Amapola Flyg, Amelia (Regourd Aviation), American Airlines, ANA, APG Airlines, Arkia Israeli Airlines, Asiana Airlines, ASKY, ASL Airlines Belgium, ASL Airlines France, ASL Airlines Ireland, Atlantic Airways, Atlas Air, Austrian, Avianca, Avianca Costa Rica, Avianca Ecuador, Azerbaijan Airlines, Azores Airlines, Azul Brazilian Airlines.
B	Badr Airlines, Bahamasair, Bamboo Airways, Bangkok Airways, Batik Air, Batik Air Malaysia, Belavia Belarusian Airlines, Biman Bangladesh Airlines, Binter Canarias, BoA Boliviana de Aviacion, Braathens Regional Airways, British Airways, Brussels Airlines, Bulgaria Air.
C	Camair-Co, Cambodia Angkor Air, Capital Airlines, Cargojet Airways, Cargolux, Caribbean Airlines, Carpatair, Cathay Pacific, Cebu Pacific, CemAir, Challenge Airlines (BE), Challenge Airlines (IL), China Airlines, China Cargo Airlines, China Eastern, China Express Airlines, China Postal Airlines, China Southern Airlines, CityJet, Condor, Congo Airways, Copa Airlines, Corendon Airlines, Corsair International, Croatia Airlines, Cubana, Cyprus Airways, Czech Airlines.
D	Delta Air Lines, DHL Air, DHL Aviation.
E	Eastern Airlines, Eastern Airways, Edelweiss Air, Egyptair, EL AL, Emirates, Ethiopian Airlines, Etihad Airways, EuroAtlantic Airways, European Air Transport, Eurowings, EVA Air.
F	FedEx, Express, Fiji Airways, Finnair, Fly Baghdad, flydubai, FlyEgypt, Flynas, Flyone, Freebird Airlines, French Bee, Fuzhou Airlines.
G	Garuda Indonesia, Georgian Airways, German Airways, GlobalX, GOL Linhas Aereas, Gulf Air, GX Airlines.

Çizelge 2.2 (devam): 2023 Yılı IATA'ya Kayıtlı Havayolu Şirketleri.

HYS'leri	Açıklama
H	Hahn Air, Hainan Airlines, Hawaiian Airlines, Hebei Airlines, Hi Fly, Hong Kong Air Cargo, Hong Kong Airlines, Hong Kong Express Airways.
I	Iberia, Iberojet Airlines, Icelandair, IndiGo, Iran Air, Iran Airtour Airline, Iran Aseman Airlines, Israil, ITA Airways.
J	Japan Airlines, Japan Transocean Air, Jazeera Airways, Jeju Air, JetBlue, Jin Air, Jordan Aviation, Juneyao Airlines.
K	Kam Air, Kenya Airways, KLM, Korean Air, Kunming Airlines, Kuwait Airways.
L	La Compagnie, LAM, Lao Airlines, LATAM Airlines Brasil, LATAM Airlines Colombia, LATAM Airlines Ecuador, LATAM Airlines Group, LATAM Airlines Paraguay, LATAM Airlines Peru, LATAM Cargo Brasil, LATAM Cargo Chile, Loong Air, LOT Polish Airlines, Lucky Air, Lufthansa, Lufthansa Cargo, Lufthansa CityLine, Luxair.
M	Malaysia Airlines, Mandarin Airlines, Martinair Cargo, MasAir, Mauritania Airlines International, MEA, MIAT, Mongolian Airlines, MNG Airlines, Myanmar Airways International, Myanmar National Airlines.
N	National Airlines, Neos, Nesma Airlines, Nile Air, Nippon Cargo Airlines, NordStar, Nordwind Airlines, Nouvelair.
O	Okay Airways, Olympic Air, Oman Air, Overland Airways.
P	Pakistan International Airlines, Paranair, Pegas Fly, Pegasus Airlines, PGA Portugalia Airlines, Philippine Airlines, Polar Air Cargo, Poste Air Cargo, Precision Air, Privilege Style.
Q	Qantas, Qatar Airways, Qazaq Air.
R	Ravn Alaska, Rossiya Airlines, Royal Air Maroc, Royal Brunei, Royal Jordanian, Ruili Airlines, RusLine, RwandAir.
S	S7 Airlines, Safair, SAS, SATA Air Acores, Saudi Arabian Airlines, SCAT Airlines, Scoot, SF Airlines, Shandong Airlines, Shanghai Airlines, Shenzhen Airlines, Sichuan Airlines, Silk Way West Airlines, Singapore Airlines, SKY Airline, Smartavia, Smartwings, Solomon Airlines, Somon Air, South African Airways, SpiceJet, SriLankan Airlines, SunExpress, Suparna Airlines, SWISS, Syrianair.

Çizelge 2.2 (devam): 2023 Yılı IATA'ya Kayıtlı Havayolu Şirketleri.

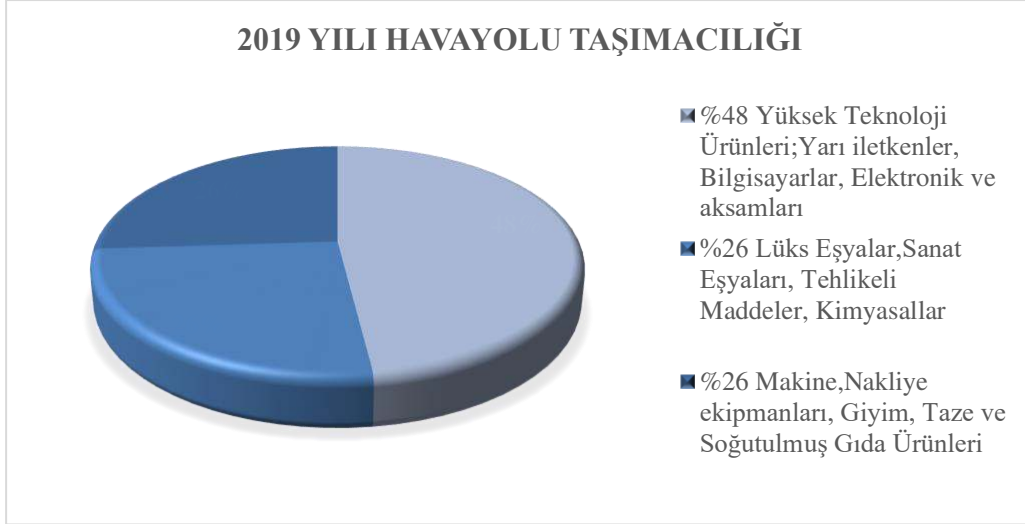
HYŞ'leri	Açıklama
T	TAAG Angola Airlines, TACA, TAG Airlines, TAP Air Portugal, TAROM, Tassili Airlines, Thai Airways International, Thai Lion Air, Thai Smile, Tianjin Airlines, TUIfly, Tunisair, Turkish Airlines, T'way Air.
U	Ukraine International Airlines, UNI AIR, United Airlines, UPS Airlines, Ural Airlines, Urumqi Air, UTair, Uzbekistan Airways.
V	Vietjet, Vietnam Airlines, Virgin Atlantic, Virgin Australia, Vistara, Voepass Linhas Aereas, Volaris, Volotea, Vueling.
W	Wamos Air, West Air, WestJet, White Airways, Wideroe, World 2 Fly.
X	Xiamen Airlines.
Y	YTO Cargo Airlines.

Covid-19 salgınıyla yolcu sayılarındaki azalma, artan acil ürün talebi hava kargo taşımacılığının önemini bir kez daha göstermiştir. Hava kargo taşımacılığı; zamanla yarıştığımız dönemlerde sorunsuz bir kargo akışını vadeden tek ulaşım ağıdır. Bu tedarik zinciri çok daha kapsamlı ve birden fazla uygulayıcıya sahip bir taşıma modelidir (Bombelli ve Fazi, 2022, s. 1).

2019 yılında başlayan ve tüm Dünya’da hava trafiğini durma noktasına getiren salgında Türk Hava Yolları ve Turkish Cargo, kesinti yaşamadan Dünya’ya maske, tıbbi ekipman ve ilaç taşıyarak büyük bir başarı elde etti. Turkish Cargo 2020 yılında en önemli beş hava kargo şirketinden biri oldu. Başarısı ile Turkish Cargo, AirCargo News Awards 2020’de, Avrupa’da en iyi hava kargo markası seçildi (Anadolu Ajansı, www.aa.com.tr, Erişim: 15-01-2024).



Şekil 2.9: Turkish Cargo Uçağı.



Şekil 2.10: 2019 Yılı Havayolu Taşımacılığı.

Kaynak: Grafik, Analysis of weighted network centrality for cold chain commodities in international air cargo under the COVID-19 pandemic adlı makaleden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Just in time üretim modelinde ise ürünlerin tam zamanında üretim alanında olması sağlanarak stoklama maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla havayolu taşımacılığının kullanımı artış göstermektedir (Tunca, 2022: 14).

Uluslararası faaliyet gösteren şirketler tam zamanında (just in time) çalışma prensibiyle çalıştıklarından hava yolu taşımacılığının öncü kullanıcıları arasındadırlar. Böylece karmaşık bileşene sahip üretim modellerinde yüksek miktarda malzeme taşımak ve uzun süre depolama maliyetlerine katlanmaktansa, ihtiyaç duydukları daha küçük miktarda malzemeyi doğru zamanda daha hızlı bir şekilde üretime sokmaktadırlar. Bunun yanında, teknolojik ürünler, ilaç endüstrisi, moda endüstrisi, otomotiv ve uçak imalat endüstrileri havayolu taşımacılığının ağır kullanıcılarıdır. Hava kargo taşımacılığı çeşitli şekillerde yolcu taşımacılığından ayrılır. Aralarında birtakım farklar bulunur (Bilotkach, 2021, s. 258, 259).

1. Havalimanları yolcu taşımacılığından hava taşıması dışında birtakım gelirler elde edebilirler. Örneğin havaalanı yiyecek içecek satışları, duty free satışları, park alanları, ya da diğer havaalanı imkanlarının kullanılması hava limanları için ek gelir kaynağıdır. Ancak hava kargo taşımacılığı taşıma bedeli dışında pek bir gelir sunmaz.
2. Hava kargo talebi yolcu taşımacılığına göre daha değişkendir. Kargo pazarı yolcu taşımacılığı kadar hızla büyümmez. IATA'nın verilerine göre 2005'ten

itibaren büyüme farklarına bakıldığında; kümülatif yolcu talebi %75 oranında artarken kargo taşımacılığı talebi %25 oranında artmıştır.

3. Hava kargo taşımacılığı kriz dönemlerinde çok daha fazla dalgalanmalar yaşar. Örneğin hava kargo taşımacılığına olan talep yolcu taşımacılığına göre Büyük Buhran döneminde (Küresel Ekonomik Kriz, 2008-2012) çok daha fazla darbe almıştır.



Şekil 2.11: Antonov An-225 Mriya.

Kiev merkezli Antonov şirketi tarafından 1980'lerde tasarlanan ve inşa edilen Ukrayna'nın Antonov An-225 Mriya'sı, şimdiye kadar yapılmış en uzun ve en ağır uçaktır (www.news.cgtn.com, Erişim 26.12.2023).



Şekil 2.12: Antonov An-225.



Şekil 2.13: Rusya-Ukrayna Savaşı Sonrası Antonov An-225 Mriya.

Kargo uçakları sıfırdan amaca yönelik üretilebildikleri gibi, yolcu uçağından dönüştürülen kargo uçakları da mevcuttur. Bugüne kadar yapılmış en büyük kargo uçağı Mriya'nın maksimum kalkış ağırlığı 640 tondur. En büyük ticari yolcu jeti Airbus A380 den yaklaşık %17 daha fazla (Bilotkach, 2021, s. 260).



Şekil 2.14: Emirates Tarafından Sıkça Kullanılan Airbus A380 Uçağı.

Taşıyıcılar kargo uçaklarına sahip olabildikleri gibi kiralama yöntemine de başvurabilirler. Taşıdıkları yük ve kilometre bakımından en büyük hava kargo entegratörleri Sırasıyla FedEx, Emirates Sky Cargo ve UPS'dir. Yük ve kilometre bakımından dünyanın en büyük hava yolu taşıma şirketi Lüksemburg merkezli Cargolux'tür. Dünya çapında hizmet veren Cargolux firması filosunda 20'den fazla Boeing 747-8 kargo uçağına sahiptir (Bilotkach, 2021, s. 260).



Şekil 2.15: Boeing 747.



Şekil 2.16: Hava Kargo Yükleme.

Taşıma acenteleri, depolar, taşıyıcı firmalar, havalimanları, hava kargo şirketleri gibi birçok faktörün bulunduğu bir taşıma modeli olarak ürünün alıcısına varıncaya dek birçok araçtan geçer. Genel olarak hava kargo endüstrisi üç gruba sınıflandırılır. Bunlar; havayolu şirketi, tedarikçiler ve nakliye komisyoncularıdır (Bombelli ve Fazi, 2022, s. 3).



Şekil 2.17: Beluga Airbus A300-600ST.

Hava kargo taşımacılığı ticareti artırmanın yanı sıra ticaret yaratır, küresel pazarlara entegre olmalarını kolaylaştırır, rekabet avantajı sunar. Bu, yoksul ülkeler için bir avantaja dönüşür. Ekonomik büyüme, artan istihdam yoksulluğun azaltılmasına katkı sağlar. Araştırmalarda hava kargo taşımacılığının yoksulluk arasındaki bağlantısı incelenmiş ve olumlu bir sonuç gözlenmiştir. Hava kargoculuğu, yoksul ülkelerin ve gelişmekte olan ülkelerin küresel tedarik zincirine katılımlarına katkı sağlamıştır. Ulaşım altyapısının artması; ticareti ve ekonomik büyümeyi artırmış, yoksulluğun azaltılmasına katkı sağlamıştır. Yoksulluğun yüksek olduğu, gelirini tarımsal alanlardan ve deniz ürünlerinden sağlayan ülkelerdeki durum göz önüne alındığında, gelişmiş ulaşım altyapısı yoksulluğu azaltacak mal ve hizmet piyasalarına ulaşımı sağlar. Yeni pazarlara ulaşmak üretimi ve geliri artıracak yoksulluğun azaltılmasına olanak sağlayacaktır (Njoya ve diğ., 2023, s. 114).

2.2 Karayolu Taşımacılığı

Karayolu taşımacılığında faaliyet gösteren işletmelerde emir komuta sisteminin hızlı çalışması, bu sektörün hızlı işlemesine olanak verir. Karayolu taşımacılığı yapmak nispeten daha kolay ve kısa mesafelerde daha ucuzdur. Bu da karayolunun bugün neden hala en çok tercih edilen taşıma yöntemi olmasını açıklar. Ancak bunun yanı sıra kaza riskinin yüksek olması, yol açtığı kirlilik, kullanılan enerji miktarı, uluslararası gelişmelere karşı hassas bir yapıda olması gibi bir takım olumsuz tarafları da bulunmaktadır. Tüm olumsuz taraflarına rağmen batı ülkeleri ve Türkiye’de diğer taşıma modlarına nazaran karayoluna olan rağbet artmıştır (Keçeci, www.mfa.gov.tr Erişim Tarihi: 08-01-2024). Karayolu taşımacılığının en belirgin özelliği, kapıdan kapıya aktarmasız bir şekilde malzemelerin taşınmasıdır (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 37).

Günümüzdeki karayolu altyapısını anlayabilmek için tarihteki yol ve altyapıya göz atmak gerekir. Osmanlı döneminden Türkiye’ye devredilen karayolu ağı 18.365 km’dir. Elbette bahsedilen yol günümüzdeki karayolları ile kıyaslanamaz nitelikte patikayı andıran yollardan ibaretti. 1930’larda yaşanan Dünya ekonomik bunalımı ve İkinci Dünya Savaşı’nın da etkileriyle deniz ve demiryollarına öncelik verilmiş karayolları altyapısında uzun bir süre kayda değer iyileştirmeler yapılamamıştır. Karayollarındaki altyapının iyileştirilmesinin miladı 1 Mart 1950 yılında kurulan Kara yolları Genel Müdürlüğü sayılabilir. 1970’lerde yapılan girişimlerle yetersiz olduğu

düşünülen mevcut şebeke için iyileştirme ve standartları yükseltme çalışmaları başlamıştır. Yine bu dönemde Boğaz Köprüsü, İstanbul Çevre Yolu, İstanbul-İzmit ekspres yolu tamamlanmış karayolları için yeni yatırımlar oluşturulmuştur. 1980’li yıllara gelindiğinde araç sayısındaki artış ve karayollarının yoğun kullanımı sonucu oluşan tahribatlar Ulaştırma Ana Planı oluşturulmasına sebep olmuş, ancak plan uygulanmadan rafa kaldırılmıştır. Bu dönemde 1881 km’lik otoyol şebekesinin yapımına başlanmış ancak bu iyileştirmenin de yeterli olmadığı görülmüştür. 2000’li yıllara gelindiğinde yüksek maliyetli otoyol yapımından vazgeçilmiş, karayollarındaki artan ihtiyacı gidermek adına duble yol veya ekspres yol olarak bilinen çift gidiş dönüş yol inşaatı benimsenerek uygulanmıştır. Toplamda 15000 km’lik tek gidiş tek dönüş olarak kullanılan yol, geliştirilerek çift gidiş ve dönüş imkân veren yollara dönüştürülmüştür. Karayollarının Avrupa standartlarında olduğunu söylemek güçtür. Türkiye’de taşımacılık alanında karayolu kullanımının aktif ve yoğun olması, taşımacılık sektöründe plansız büyümenin gerçekleşmesi bu durumun temel nedenleri arasında sayılabilir. Türkiye’de uluslararası karayolu yük taşımacılığı Frantaş adı altında bir devlet girişimi ile 1968 yılında Irak ve İran’a yaş meyve sebze taşınması ile gerçekleşmiştir. Bunu Mersin, Trabzon, İskenderun ve Samsun limanlarından kamyon taşımacılığı ile Orta Doğu’ya yapılan taşımalar izlemiştir. 1970’lere gelindiğinde Batı ve Orta Doğu ticaretlerinin artması ile özel sektör işletmeleri taşıma yapmaya başlamışlardır. 1980’lerde artan ihracat ile uluslararası karayolu taşımacılığı yapan işletme sayısı da oldukça artmıştır.

Karayolu taşımacılığı ekonomik krizlerden, siyasi gelişmelerden oldukça hızlı etkilenen bir sektördür. Türkiye’de karayollarında faaliyet gösteren çekici, kamyon ve römorklar incelendiğinde sayı bakımından kapasite fazlası olduğu söylenilebilir. Türkiye göz önüne alındığında araç sayılarının artırılmasından ziyade standartlarının yükseltilmesi ve teknik donanımlarının artırılması daha uygun olacaktır. Ancak bu standartların yükseltilebilmesi için taşımacılık sektöründeki verimliliğin artması gerekmektedir. Bu verimlilik güçlü ve verimli şirketlerin oluşturulması ile sağlanacaktır. Ülkede sektörde rekabet gücünün artırılması, yabancı şirketlerle ortaklıklara gidilerek kurumsallaşmanın geliştirilmesi, yurtdışında uluslararası taşımacılık ofislerinin açılması ile daha güçlü ve uluslararası şirketlerin oluşumunu destekleyecektir (Keçeci, www.mfa.gov.tr, Erişim Tarihi: 08.01.2024).

Karayolu taşımacılığı; taşıma modları arasında kapıdan kapıya (door to door) taşınma imkânı veren, alıcı ve gönderici arasında bir sözleşme ile bağlanan, malların bir bedel karşılığı taşınmasını sağlayan ve diğer taşıma şekilleri ile uyum içerisinde çalışabilen bir taşımacılık yöntemidir. Karayolu taşımacılığı aktarmasız bir taşımacılık sunarken ambalajlama maliyetlerini de düşürür. Haftanın her günü yükleme ve boşaltma imkânı tanıyan bu taşıma sistemi diğer modlara göre yaygın bir ağa sahiptir. Karayolu ile kapıdan kapıya her yere ulaşılabilir. Diğer taşıma modlarında önemli bir koşul olan hava şartları karayolu taşımacılığında etkisi çok daha az hissedilir (Özoğlu ve Demirci, 2021, s. 671-672).



Şekil 2.18: Karayolu Taşımacılığı.

Ülke ekonomisi için itici güç durumunda olan ulaştırma sektörü, sanayileşmenin ve artan ihtiyacın sonucu olarak son dönemlerde tüm dünyada muazzam bir gelişme göstermektedir. Artan talep ülkeleri daha ucuz daha hızlı ulaşım çözümleri üretmeye itmektedir. Dünyada olduğu gibi Türkiye de ulaştırma alanında sabit sermaye yatırımları hızla artmaktadır. Karayolları ulaştırma hizmetlerinin gerektirdiği tüm çalışmaları yapmak, uluslararası mevzuata uygun anlaşmaları yapmak ve gelişmeleri dilemek, yeni çözümler üretmek 9 Nisan 1987 tarih ve 3348 sayılı yasaya göre Ulaştırma Bakanlığının yetki ve sorumluluğundadır. İkinci Dünya Savaşı ve sonrasında motorlu kara taşıtları ilerleme kaydetmiş bu gelişmeler sonrasında karayolu taşımacılığını ucuz ve güvenli hale getirmiştir. Eşya taşımacılığı Dünya geneline bakıldığında hava ve deniz yolu taşımacılıkları ne kadar gelişmiş olursa olsunlar kara yolu taşımacılığı toplam taşımacılık payı içerisinde %50- %75, yolcu taşımacılığında ile %70-%95 civarındadır. Türkiye’de de durum benzer olmakla birlikte eşya taşımacılığında %76 yolcu taşımacılığında %94 civarındadır. Karayolu taşımacılığı kapıdan kapıya hizmet verebilmektedir. Bu durumun en temel sebebi karayolu taşımacılığının coğrafi açıdan esnek çalışabilmesi bir diğer deyişle diğer taşımacılık modlarına bağlı olmamasıdır (Güçlü, Y., www.mfa.gov.tr, Erişim Tarihi: 08.01.2024).

Cumhuriyetin ilanıyla demiryolu ulaşımına önem verilse de 1948 yılından itibaren karayolu taşımacılığı desteklenmiş ve Türkiye’de de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Türk karayolu taşımacılığı son yıllarda önemli gelişmeler kaydetti. Türkiye coğrafi olarak da bu gelişimi desteklemektedir. Mesafelerin kısa olması farklı taşıma araçlarına ihtiyacın duyulmaması tek taşıma modu ile kapıdan kapıya teslimata kolay ve ekonomik bir imkân oluşturmaktadır. Türkiye’de taşıma yapan araç miktarının fazla olması artan haksız rekabet ortamı, düşük ücretlerle yüksek tonajlı taşımaların yapılmasına neden olmaktadır. Kullanılan yakıtların cinsi ve denetimin yeterli olmaması nedeniyle yüksek çevre kirliliğine neden olmaktadır. Yakıt ücretlerinin yükselmesi de karayolu taşımacılığındaki olumsuzluklardan biridir (www.navlun.com.tr, Erişim tarihi 08-01-2024). Aşağıda T.C. Dışişleri Bakanlığı, www.mfa.gov.tr verilerinden yola çıkılarak yazar tarafından oluşturulan Çizelge 2.3’te Türkiye’nin bazı uluslararası güzergahları ve önemli çıkış noktaları paylaşılmaktadır.

Çizelge 2.3: Türkiye’nin Uluslararası Taşımalarda Kullanılan Belli Başlı Güzergahları ve Önemli Çıkış Noktaları.

No:	Avrupa ve Kuzeye Yönelik Güzergahlar- Batı Kapıları
1	Kapıkule-Bulgaristan- Sırbistan-Karadağ- Hırvatistan- Avusturya
2	Kapıkule-Bulgaristan-Romanya-Macaristan-Avusturya
3	İstanbul Limanı-İtalya (Ro-Ro gemileri), (Trieste Limanı)- Avrupa
4	İpsala- Yunanistan- İtalya (Ro-Ro gemileri) (Brindizi/Trieste)-Avrupa
5	Çeşme- İtalya (Ro-Ro gemileri)-Avrupa
	Doğuya Yönelik Güzergahlar- Doğu Kapıları
6	Gürbulak Sınır Kapısı-İran- Türkmenistan-Kazakistan
7	Sarp Sınır Kapısı-Gürcistan-Rusya Federasyonu
8	Trabzon/Samsun/Zonguldak Limanları-Rusya limanları (Ro-Ro gemileri)
	Güneye yönelik güzergahlar
9	Cilvegözü-Suriye- Orta Doğu Ülkeleri
10	Habur Sınır Kapısı-Irak

Karayolu taşımacılığı sağladığı avantajların yanında birtakım dezavantajları da taşır. Tek seferde taşınan yük miktarı diğer taşıma modlarına göre düşüktür. Çok ağır ve hacimli yüklerin taşınmasına altyapı, tonaj ve mevzuat bakımından izin vermez. Fiyat hareketliliği diğer taşıma modlarından yüksektir, bu da fiyat belirsizliği yaratır. Kota sorunları yaşanabilir. Araçların sürekli hareket halinde olmaları bakım ve onarım masraflarını artırır. Uzun mesafelerde yüksek taşıma maliyetleri çıkarabilir. Transit

geçilecek ülkelerde mevzuat gereği aksamalar yaşayabilir, ürün sevkiyatlarında gecikmelere sebep olabilir ve ek maliyet çıkarabilir. Diğer taşıma modlarına göre karayolunda kaza riskleri daha fazladır. Çevresel açıdan düşünüldüğünde karbon emisyonu üretmesi de bir diğer sorundur. Karayolu taşımacılığı önemli ve önemi ülkelerce kabul edilen bir taşıma şeklidir. Karayolu taşımacılığı ulusal düzeyde insanların ürünlere olan erişimini artırır, maliyetleri düşürür. İş olanakları yaratarak istihdamı destekler. Dış ticaretin artmasına katkı sağlarken ekonomik kalkınmanın ve ülke refahının artmasına yardımcı olur. Türkiye'nin mevcut coğrafi konumu ve geniş düzlüklere sahip olması karayolu taşımacılığı altyapısına imkân verir. Kıtalara olan yakınlığı doğu batı eksenli taşımacılık açısından önem taşır. Türkiye'nin dış ticaret faaliyetleri incelendiğinde, 2009 yılı ve 2019 yılının 3. çeyreğine kadar hem ithalat hem de ihracat alanında denizyolu taşımacılığından sonra en çok kullanılan taşıma şekli karayolu taşımacılığıdır (Özoğlu ve Demirci, 2021: 672-684).

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle transit geçişlerin vazgeçilmez bir merkezidir. Özellikle karayolu transit geçiş şebekesi ile bazı güzergahlar Türkiye'yi transit geçişlerin vazgeçilmez güzergahı yapıyor. Kapıkule-Gürbulak yolu; 1896 km ile Batı Avrupa'dan İran'a giden en kısa yoldur. Kapıkule- Cilvegözü yolu; 1357 km ile bu yol Batı Avrupa'yı Suriye, Lübnan ve Ürdün'e bağlayan en kısa yoldur. Kapıkule- Habur yolu; 1936 km ile Kapıkuleden başlayarak Kerkük üzerinden Bağdat'a ulaşma imkânı tanır. Trabzon-Erzurum-Gürbulak yolu; 650 km ile Irak'ı Karadeniz'e bağlayan ülkenin en eski yoludur. Karayolları taşımacılığında da işleyişin doğru ve aksamadan bir düzen içerisinde ilerlemesi için birtakım düzenlemelere ihtiyaç vardır. Tarihte uluslararası taşımacılığın merkezinde daha çok denizyolu taşımacılığı yer almıştır. Karayolu taşımacılığının gelişmesi İkinci Dünya Savaşından sonra hız kazanmış böylece bu alanda yeni düzenlemelerin yapılması söz konusu olmuştur. CMR anlaşması 1956 yılında yapılırken, Türkiye'nin de taraf olduğu TIR sözleşmesi (Transport International Routier) 1959 yılında yürürlüğe girmiştir. Bakanlar Kurulu kararıyla Türkiye 1966 yılında resmen sözleşmeye dahil olmuştur. TIR Sözleşmesi IRU (The International Road Transport Union)'ın ulusal ve uluslararası karayolu taşımacılığını düzenlemek, karayolu taşımacılığının hızla gelişmesiyle artan sorunların çözülmesi ve taşımacılığın bir düzene oturtulması adına girişimlerinin bir sonucu olarak oluşturulmuştur (Erdoğan, 1989, s. 227-231). Karayolu taşımacılığında kullanılan CMR örneği Şekil 2.19'da paylaşılmıştır.

1 Отправитель (наименование, адрес, страна) Absender (Name, Anschrift, Land)		Международная товарно-транспортная накладная Internationaler Frachtbrief CMR № 2232873 Diese Bescheinigung erteilt sich nur gegenüber Abrechnung des Frachtführers über den Güterübergang im International Carriage Convention (CMR) Sinne (Art 1)	
2 Получатель (наименование, адрес, страна) Empfänger (Name, Anschrift, Land)		16 Страна (наименование, адрес, страна) Frachtführer (Name, Anschrift, Land)	
3 Место загрузки груза Ort und Tag der Übernahme des Gutes		17 Последующий перевозчик (наименование, адрес, страна) Nachfolgender Frachtführer (Name, Anschrift, Land)	
4 Место и дата загрузки груза Ort und Tag der Übernahme des Gutes		18 Страна и наименование перевозчика Land und Name des Frachtführers	
5 Прислуживающие документы Beigefügte Dokumente			
6 Знак и номер Kennzeichen und Nummer	7 Колонка под метку Anlage der Packstücke	8 Подпись и печать Unterschrift und Siegel	9 Наименование груза Bezeichnung des Gutes
10 Страна и номер Land und Nummer	11 Вид груза, кг Art des Gutes, kg	12 Страна и номер Land und Nummer	
			
13 Краткое описание (наименование и прочие сведения) Kurzbeschreibung (Name und sonstige Angaben)		19 Подпись и печать Unterschrift und Siegel	
14 Место загрузки груза Ort und Tag der Übernahme des Gutes		20 Страна и наименование перевозчика Land und Name des Frachtführers	
15 Место и дата загрузки груза Ort und Tag der Übernahme des Gutes		21 Страна и наименование перевозчика Land und Name des Frachtführers	
22 Подпись и печать Unterschrift und Siegel		23 Подпись и печать Unterschrift und Siegel	
24 Подпись и печать Unterschrift und Siegel		25 Подпись и печать Unterschrift und Siegel	
26 Подпись и печать Unterschrift und Siegel		27 Подпись и печать Unterschrift und Siegel	
28 Подпись и печать Unterschrift und Siegel		29 Подпись и печать Unterschrift und Siegel	

Şekil 2.19: CMR Örneği.

CMR anlaşması karayolu taşımacılığını tek tip hukuk kurallarına bağlayan, malın taşınması sırasında meydana gelebilecek zarar, kayıp, gecikmelerde gönderici, alıcı ve taşıyıcı arasında sorumlulukların belirlenmesinde rol oynayan bir anlaşmadır. Karayolu taşımacılığının aksamadan ilerleyebilmesi meydana gelen birtakım sorunların hızlı çözümüne bağlıdır. Bu sorunlardan ilki araçların yaş ortalaması. Teşvik tedbirlerinden yararlanılarak alınmış bir aracın 1615 sayılı Gümrük Kanuna göre en az on yıl kullanılması gerekiyordu. Bu zorunluluk uluslararası taşımacılıkta kullanılan araçların Avrupa'da 4, Türkiye'de ortalama 5 senede teknik ömrünü doldurması gerçeğiyle çelişmekteydi. 1987 yılında Bakanlar Kurulu Kararı ile teknik ömür 5 seneye indirilmiştir. Kotalar, vize engelleri, geçiş ücretleri, yük kayıpları karayolu taşımacılığında sayılabilecek diğer olumsuz koşullardandır. Uluslararası karayolu taşımacılığı, karmaşık, zor ve birçok teknik unsurun dahil olduğu karmaşık

bir konudur. Ancak ülke ekonomisine sağladığı faydalar, döviz getirisi ve istihdam yaratması karayolu taşımacılığının hızlandırılması ve sürekli geliştirilmesi gereken bir konu haline getirmektedir. Karayolu taşımacılığında alınan geçiş ücretlerinin fayda-maliyet incelemesi yapılarak düzenlenmesi, vize sorunlarının aşılması ve kota engellerinin kaldırılması için uluslararası girişimlerin yapılması, yük kayıplarının önüne geçerek güven kaybı yaşanan güzergahlarda taşımacılığın artırılmasının sağlanması, gümrük ve kambiyo mevzuatı işlemlerinde bürokratik süreçlerin basitleştirilmesi, işlemlerin hızlandırılması bu taşımacılığın önündeki engellerin kaldırılması olacaktır (Erdoğan, 1989, s. 232-239).

Lojistik sadece üretim yapan şirketlere malzeme taşıma aşamasında değil, nihai tüketiciye ulaşabilmek için de kullanılan yöntemdir. Özellikle e-ticaretin gelişmesi ile nihai tüketiciye ulaşmak daha çok gündeme gelmiştir. Tüketici ürünün tam zamanında kendine ulaşmasını tercih etmektedir (Lukinskiy ve diğ., 2017, s. 419).

Sadece tüketici bazında değil işletme bazında da tam zamanında sevkiyat önemli bir konumda. Dünyada birçok üretici tam zamanında üretim modeli ile çalışmakta ve bu model çalışma prensibinde lojistik önemli bir konumda yer almaktadır.

Just in time felsefesi 1970 yılında büyük şirketleri desteklemek ve rekabet güçlerini artırmak için Japonya’da uygulanmaya başlanmış bir felsefedir. Bu felsefe personel eğitimlerine önem veren, sipariş edildiği kadar üretimin yapıldığı, hurda miktarının sifıra yakın tutulduğu ve üretim için yapılacak hazırlık kısmının kısa olduğu bir çalışma felsefesidir (Sarıkaya, 2019, s. 74-75).

Stok maliyetlerinin önemli bir gider sayıldığı just in time çalışma prensibinde üretime girecek malzemenin tedariki, olması gereken zamanda olması gereken miktar kadar olmalıdır. Bu nedenle lojistik ağının doğru, hızlı, aksamadan çalışması önemli bir yer tutar.

Lojistik ağında meydana gelecek aksaklıklar, gecikmeler önemli kayıplara neden olur. Üretimin aksaması maliyetleri artırıcı etki yaratır. Karayolu taşımacılığı özellikle hız amacıyla taşıma yaptırmak isteyen işletmelerin tercih ettiği bir taşıma modudur. Karayolu taşımacılığı hızlı ve adrese teslim seçenekleriyle JIT prensibiyle çalışan işletmelerin de tercih ettiği bir taşıma şeklidir. Uygulamada ekspres hizmet bedeli, çift sürücü gibi hızlandırma seçenekleri de uygulanabilmektedir.

Teslimattaki gecikmeler sözleşmeden doğan cezalarla sonuçlanabilir. Sözleşmelerin sonlandırılmasına kadar gidebilir (Lukinskiy ve diğ., 2017, s. 420).

Karayolu taşımacılığı tüm dezavantajlarına rağmen Dünyada ve Türkiye’de sürekli artış göstermiştir. Dünya çapında yük taşımacılığında denizyolundan sonra en çok kullanılan taşımacılık karayolu taşımacılığıdır. Dünya ticaretinde en çok kullanılan denizyolu taşımacılığı olmasına rağmen karayolu taşımacılığından bağımsız değildir. Sefer başlangıç bitiş noktalarından sonra yükün adrese teslim edilmesi yine karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirilir. Entegrasyonu yüksek olan karayolu taşımacılığı bu yönü ile taşımacılıkta vazgeçilmez bir seçenek olmaya devam etmektedir (Deniz, 2016, s. 141).

2.3 Denizyolu Taşımacılığı

Deniz taşımacılığı iki liman arasında deniz yoluyla mal veya yolcuların taşınması işlemidir. Deniz taşımacılığına olan talep maliyetleri azaltma, güvenilirliği artırma, katma değer oluşturmak ve malların üretim noktasından tüketim noktasına ulaştırılması gibi birçok entegre ihtiyaçtan doğmaktadır (Panayides, 2006, s. 3).

Denizyolu taşımacılığı özellikle yarı mamul, mamul ve hammaddelerin taşınmasında tercih edilen bir taşıma yöntemidir. Denizyolunda hızlı ulaşmanın bir önem arz etmediği zamanlarda özellikle büyük hacimli malzemeler uzun mesafelerce taşınmaktadır. Denizyolu taşımacılığı diğer modlara göre daha yavaş teslimat yapar ancak buna rağmen güvenilirliği yüksek bir seçenektir. Karayolu, denizyolu ve demiryolu taşımacılıklarına göre daha uygun maliyetlidir. Denizyolu taşımacılığının bu gibi avantajlı yönleri olmasına karşın birtakım dezavantajları da vardır. Altyapı ve liman maliyetleri yüksektir. Terminallerin, suyollarının yeterlilik durumu taşımacılığın esnekliğini azaltmaktadır. Gemiler hava şartlarına göre yol alabilen araçlardır. Bu nedenle kötü hava şartları teslimatın gecikmesine hatta hiç yapılamamasına neden olabilmektedir (Deniz, 2016, s. 145).



Şekil 2.20: Denizyolu Taşımacılığı.

Kaynak: <https://bfnextpress.com/hizmet-deniz-yolu-tasimaciligi-20> Erişim:18-01-2024.

Tek seferde daha az maliyetle daha büyük boyutlarda taşımacılığa imkân tanıyan denizyolu taşımacılığı dünyada en çok tercih edilen taşımacılık türleri arasındadır (Millet, Fidan ve Akoğlu, 2021, s. 226).

Denizyolu taşımacılığı birçok unsurun bir araya getirilmesi operasyonlarını içerir. Bu işlem denizyolu taşımacılığında aktif ve önemli rol üstlenen organizasyon şirketlerinin de lojistik ağında aktif rol üstlenmesi ile gerçekleşir. Bu nedenle denizyolu taşımacılığının merkezinde entegrasyon vardır. Bu entegrasyonlar insan ve süreç yönetimini kapsayan örgütsel entegrasyon, fiziksel entegrasyon, ekonomik ve stratejik entegrasyondur. Denizyolu taşımacılığında konteynerli yüklerin taşınmasında gündemde olan ve önemini her geçen gün koruyan kapıdan kapıya taşımacılık konseptidir. Çünkü geleneksel müşteri modeli her zaman tek bir hizmet sağlayıcıdan iç dağıtımı da içeren kapıdan kapıya malzemenin ulaştırılmasını bekler. Bu beklenti güvenilirlik, hız, düşük maliyet, verimlilik gibi unsurlardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle deniz taşımacılığında da kapıdan kapıya modeli uygulanmaya çalışılmakta ve son derece popüler bir halde (Panayides, 2006, s. 3-5).

Deniz taşımacılığı taşıma modları arasında uluslararası taşımacılığın ana kanalıdır. Artan nüfus, kaynakların tükenmesi, hızlı sanayileşme dikkate alındığında deniz taşımacılığına olan ilgi artmaktadır. Uzun kıyı şeridine sahip veya gemi taşımacılığına imkân veren nehlere sahip ülkelerde (Yunanistan, Endonezya, ABD, Japonya,

Norveç, Filipinler gibi.) deniz taşımacılığı uluslararası veya ulusal ticarete de önemli bir yere sahiptir (Christiansen ve diğ., 2007, s. 189).



Şekil 2.21: Denizyolu Taşımacılığı.

Denizyolu taşımacılığı diğer taşıma modlarına göre daha uzun sürelerde taşıma yapmaktadır. Ancak çok yüksek miktarlarda malzemenin daha düşük maliyetlerde taşınmasına imkân verir. Bu özelliği ile sanayi hammaddelerinin tek seferde büyük miktarlarda taşınması denizyolu ile daha kolay ve ucuzdur. Denizyolu taşımacılığında dökme kömür, kum, madenler, petrol tarzında ürünler taşınabilirken, konteyner şeklinde birçok ürünün de taşınması mümkündür (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 37).

8333 km kıyı şeridine sahip olan Türkiye'de toplam 185 liman bulunmaktadır. Limanların yoğunluğu Marmara bölgesindedir ve homojen olmamak koşulu ile ortalama her 45 km ye bir liman düşmektedir (Ateş, 2016, s. 408). Türkiye Limanları Haritası aşağıda Şekil 2.22'de paylaşılmaktadır.



Şekil 2.22: Türkiye Limanları Haritası.

1 Temmuz 1926'da Kabotaj Kanunu'nun çıkarılmasıyla Türkiye'de denizyolu taşımacılığı gelişme göstermiştir (Deniz, 2016, s. 146). Kabotaj; bir devletin kendi karasularında yapılan deniz taşımacılığının yalnızca milli bayrağını taşıyan denizcilere verilmesidir. Kabotaj Kanunu Türk denizcileri için bir dönüm noktası olmuş, deniz taşımacılığı, liman işlemleri, yükleme, boşaltma gibi işlem hakları Türk vatandaşlarına ve gemilerine verilmiştir. Denizcilik haklarının Türklere geçişi 1 Temmuz 1935 yılında Denizcilik Bayramı olarak, 1 Temmuz 1939 yılında da Kabotaj ve Denizcilik Bayramı olarak kutlanmıştır (Fidan, 2014, s. 62). Üç tarafının denizlerle çevrili olması ve İstanbul- Çanakkale boğazları gibi stratejik önemi yüksek olan boğazlara sahip olması Türkiye için denizyolu taşımacılığında bir avantajdır. Osmanlıdan 159 adet gemi devralan Türkiye için cumhuriyetin başlarında denizcilik faaliyetleri çok gelişmemiştir. Çünkü alınan gemilerin birçoğu hurdaydı. Cumhuriyet döneminde tersanelerin kurulması ile deniz filosu ve denizcilik faaliyetlerinde artış meydana gelmiştir. Türkiye'de İstanbul Limanı, İzmir Limanı, Mersin Limanı, İzmit Limanı, İskenderun Limanı en yoğun yük trafiğine sahip limanlardır.



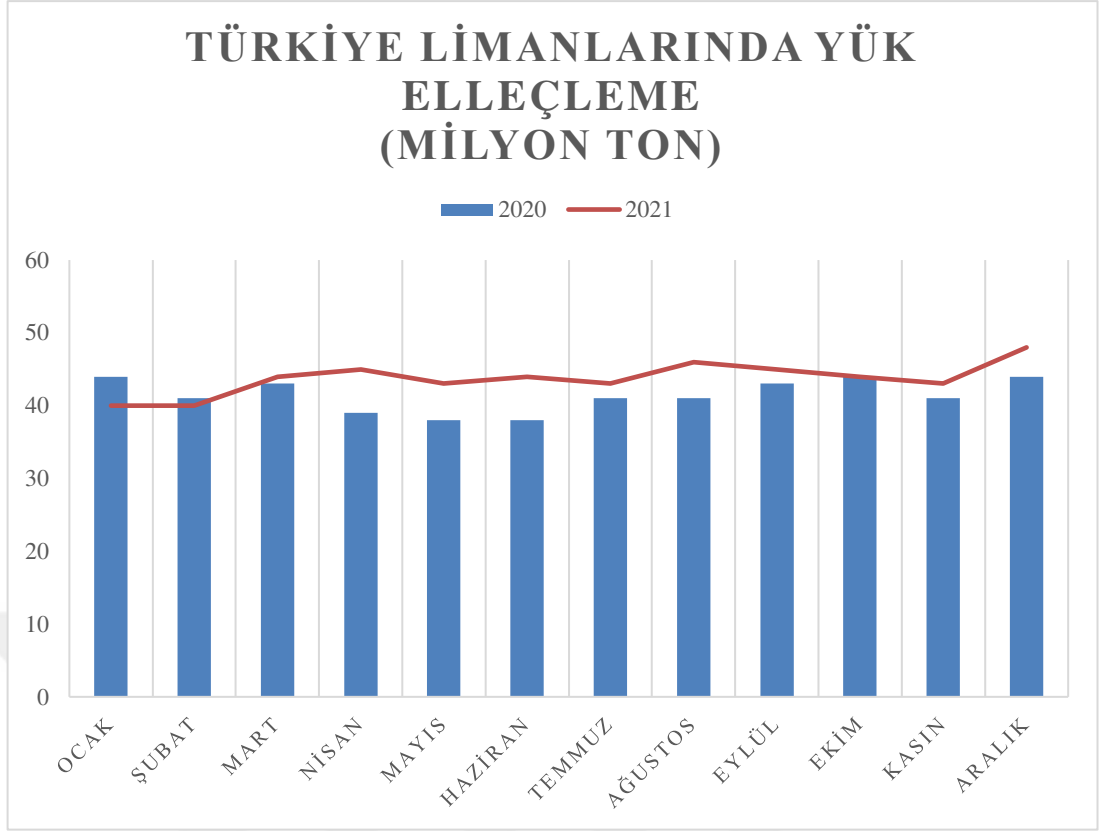
Şekil 2.23: İzmir Limanı.

İzmir limanı önemli tarımsal ürünlerin (pamuk, üzüm, incir, tütün gibi) Anadolu'nun iç kesimleriyle bağlantı kurularak ihraç edilmesinde aktif olan hinterlandı yüksek bir limandır (Deniz, 2016, s. 146). Hinterland: limandaki yükleme boşaltma gibi liman faaliyetlerinin büyük kısmının gerçekleştirildiği geri saha olarak tanımlanmaktadır. Hinterlandlar limana karayolu veya demiryolu ile bağlanabilmektedirler. Hinterlandın kapasitesi, ulaşılabilirliği limanda gerçekleştirilen faaliyetlerin kapasitesini ve kalitesini etkilemektedir (Zeybek, 2021, s. 51).



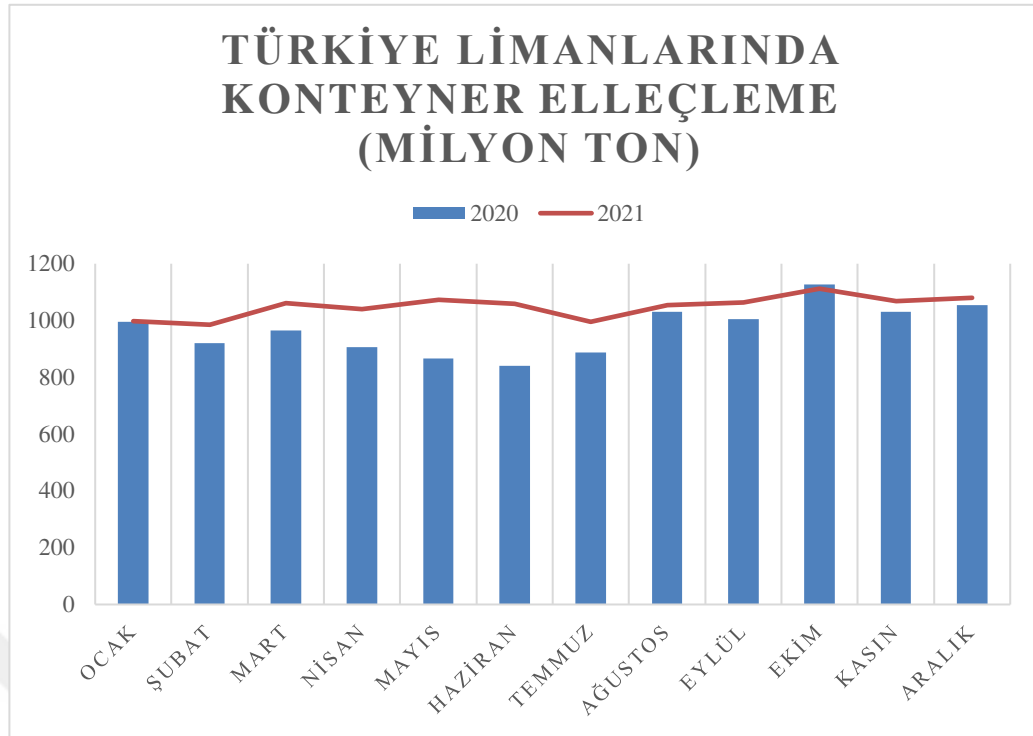
Şekil 2.24: Mersin Limanı.

Yukarıda Mersin limanından bir görüntü yer almaktadır. Mersin Limanı geniş bir hinterlanda sahiptir. Türkiye'nin en büyük yüz ölçümüne sahip limanı, 112 hektarlık alanı, coğrafi konumu, yurtiçi yurt dışı bağlantı kolaylıkları ile Doğu Akdeniz'in de lider limanları arasında yer alıyor (Anadolu Ajansı, Erişim Tarihi: 13.01.2024).



Şekil 2.25: Türkiye Limanlarında 2020-2021 Yük Elleçleme Miktarı.

Yukarıda Denizcilik Genel Müdürlüğü verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulan grafikte (Şekil 2.25) Türk limanlarında gerçekleştirilen 2021 yılı yük elleçleme miktarı, 2020 yılına göre aylar bazında genel bir artış göstererek toplamda %6 artışla 526 milyon 306 bin 784 ton olarak gerçekleşmiştir (Denizcilik Genel Müdürlüğü, Deniz Ticareti İstatistikleri, 2022, s. 1).



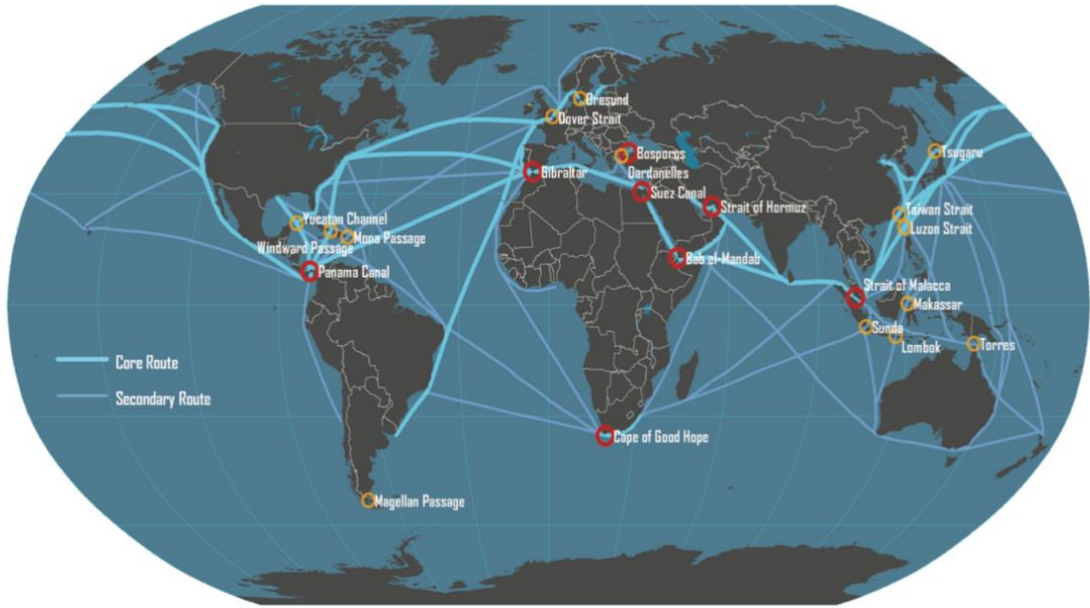
Şekil 2.26: Türkiye Limanlarında 2020-2021 Konteyner Elleçleme Miktarı.

Yukarıdaki grafikte (Şekil 2.26) bilgileri verilen Türk limanlarında gerçekleştirilen 2021 yılı konteyner elleçleme miktarı, 2020 yılına göre %8,3 artış göstererek 12 milyon 591 bin 470 TEU olarak gerçekleşmiştir (1 TEU = 20 feet ya da 34 metre küplük konteynerdir). 2021 yılında en fazla yük elleçlemesi yapılan liman İzmit limanı olurken, en fazla konteyner elleçlemesi yapılan liman Ambarlı limanı olmuştur (Denizcilik Genel Müdürlüğü, Deniz Ticareti İstatistikleri, 2022, s. 1-2).

Denizyolu taşımacılığı çok çeşitli malları taşımaya uygundur. Tüketim malları, işlenmiş ve işlenmemiş gıdalar, endüstriyel ürünler, hayvancılık, hammaddeler gibi birçok malzeme gemiler vasıtasıyla taşınabilir. Gemiye yüklenmek üzere malzemeler kutularda, çantalarda, varillerde, balyalarda, rulolarda veya farklı çeşitli ambalajlarla hatta ambalajsız bile gelebilirler. Bu malzemelerin toplanması, taşınma ünitelerine yerleştirilmesi kısaca elleçleme yapılması uzun ve yorucu bir işlemdir. Bu nedenledir ki eskiden günler süren elleçleme işlemleri, konteynerleşme sayesinde saatlere düşürüldü. Geleneksel taşıma üniteleri, standartlaştırılarak daha kolay yükleme imkânı sunan kaplara dönüştürüldü. Bu sayede daha kolay yükleme yapılabildiği gibi zamandan, paradan ve enerjiden tasarruf sağlar. Olası mal kaybı veya çalıntı durumlarının önüne geçer (Christiansen ve diğ., 2007, s. 195-200).

Denizler Dünya'nın büyük bir kısmını kaplasa da güvenlik, çevre, iklim, maliyet ve diğer sebepler nedeniyle deniz taşımacılığı belirli güzergahlardan yapılır. Denizyolu güzergahları Süveyş Kanalı, Malacca Boğazı ve Panama Kanalı aracılığı ile Kuzey Amerika, Avrupa ve Pasifik Asya'yı birbirine bağlar. Atlantik'in en kuzey kısımları, Atlantik, Hint ve Pasifik okyanuslarının en güney kısımlarında sınırlı bir kullanım yapılmaktadır (Rodrigue, 2017, s. 1).

Deniz taşımacılığında bazı rotalar başlıca rotalar olarak kabul edilirler ve daha sık kullanılmaktadırlar. Aşağıda Şekil 2.27'de deniz taşımacılığında kullanılan başlıca rotalar ve stratejik geçiş noktaları paylaşılmaktadır.



Şekil 2.27: Başlıca Deniz Taşımacılığı Rotaları ve Stratejik Geçişler.

Deniz taşımacılığının avantajı hızlı olması değildir. Demiryolu ve karayolu taşımacılığının elveremeyeceği büyük miktarlarda taşıma yapabilmesidir. Bunun yanında düzenli bir taşımacılık sağlaması da denizyolu taşımacılığının önemli özellikleri arasındadır.

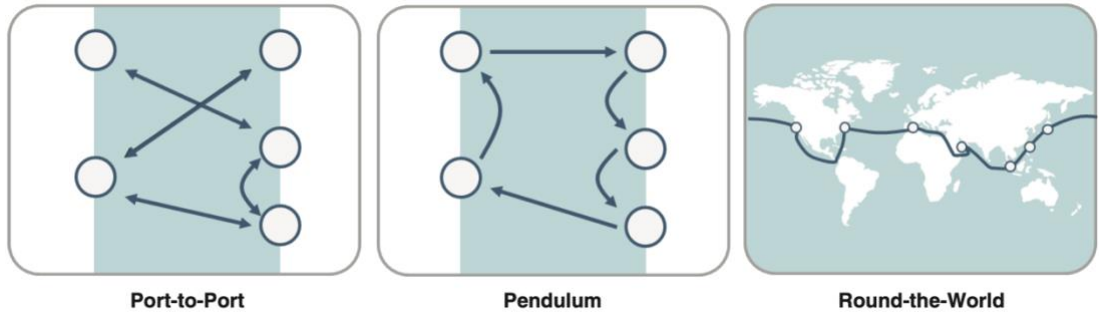
Deniz taşımacılığında bazı rotalar çok önemlidir ve küresel deniz ticaretinde stratejik rol oynarlar. Stratejik rotalarda kendi içlerinde birincil ve ikincil rotalar olarak ayrılırlar. Birincil rotalar en önemli rotalardır. Bu rotalarda meydana gelecek aksaklıklar küresel deniz ticaretinde büyük sorunlara, gecikmelere, mali kayıplara neden olurlar. Panama Kanalı, Süveyş Kanalı, Hürmüz Boğazı ve Malakka Boğazı bu kilit rotalardan en önemlileridir. İkincil rotalar ana rotaları destekleyici, dikkate değer bir dolambaçlı yol alternatifi sunan deniz yollarıdır. Macellan Pasajı, Dover Boğazı,

Sunda Boğazı, Tayvan Boğazı önemli ikincil rotalar arasında sayılabilir. Zaman içerisinde bir takım gelişmeler denizyolu taşımacılığını ileriye götürmüştür:

- Bunlardan ilki gemi boyutlarının büyümesidir. Artan büyük hacimli taşımalar denizyolu taşımacılığının avantajlarından biri olan ölçek ekonomilerinin gelişmesine katkı sağlamıştır.
- Zaman içerisinde gemilerin hızlarında yaşanan artış okyanus ötesine düzenlenen seferlerde bir kaç gün kazandırmıştır. Bu durum teslimat sürelerini doğrudan ilgilendirdiği için önemlidir.
- Bir diğer gelişme bazı gemiler sadece konteyner, sıvı doğalgaz, petrol gibi malzemeleri taşımak için geliştirilmiş ve böylece bu alanda uzmanlaşmışlardır.
- Teknoloji ve gemicilik alanındaki gelişmeler gemi tasarımlarında iyileştirmeler yapılmasına yardımcı olmuştur. Böylece enerji verimliliği sağlayan daha büyük gemilerin inşa edilmesi sağlanmıştır.
- Son olarak otomasyon sistemleri gemilerin güvenlik standartlarını iyileştirmiştir. Eskiye nazaran daha küçük ekipler kullanılarak yapılmasına destek olmuştur.

Dünya coğrafyasında tüm ülkeler deniz taşımacılığına müsait değildir. Kara ile çevrili ülkeler küresel deniz ticaretine ulaşmada zorluk çekerler. Elbette deniz ticaretinden yoksun kalmak anlamına gelmez. Ancak bir limana erişen demiryolu veya karayolu önemli altyapıları inşa etmek ve diğer tüm çalışmalarla ülke refahına olumsuz etki edebilecek büyük maliyete katlanmak zorunda kalabilirler. Denize kıyısı olmayan ülkeler için ulaşım maliyetleri diğer ülkelere göre ortalama %50 daha fazladır. Bu maliyetler ekonomik bütünleşmenin aşamalarına bağlı olarak artabilir ya da azalabilmektedir. Örneğin bir Avrupa ülkesinin komşularıyla yapacağı destekleyici anlaşmalara göre denize kıyısı olmayan Afrika ülkeleriyle yapacağı anlaşmalar çok daha az etkili olacaktır (Rodrigue, 2017, s. 1-3).

Deniz taşımacılığında kullanılan rotalar üç'e ayrılır. Bunlar, Port-to-port, pendulum ve round-the-world'tür (Rodrigue, 2017, s. 6). Aşağıda şekil 2.28'de bu rotaların görünümü verilmiştir.



Şekil 2.28: Deniz Taşımacılığında Kullanılan Rota Türleri.

2.4 Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı, demir rayları üzerinde lokomotif ve vagonlar vasıtasıyla insan ve yük taşımacılığına imkân veren taşımacılık türüdür. Sürtünme direncinin az olduğu bu taşıma yönteminde doğal yoldan daha fazla yük bağlanmasına izin verir (www.esalco.com, Erişim Tarihi: 10.01.2024). Demiryolu taşımacılığı; karayolu taşımacılığına göre nispeten daha fazla yükü daha düşük maliyetle taşıyabilmektedir. Demiryolu taşımacılığı karayoluna göre yaklaşık 3,5 kat daha az maliyetle çalışır. Bu taşıma modunda genel olarak tarımsal ürünler ve madenler, kimyasallar taşınmaktadır (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 37).

Demiryolu yük taşımacılığı konteyner, tam vagon ve grupaj taşımacılığı olmak üzere üç şekilde gerçekleştirilir. Konteyner taşımacılığı; taşıma işinin vagonlar tarafından değil de konteynerlerin açık platformda taşınması ile gerçekleştirilir. Denizyolu ve Karayolu ile uyum içerisinde çalışabilen bir sistemdir. Tam vagon taşımacılığı; genellikle tahıl, çelik, sıvılar, kimyasallar gibi dökme yük olarak adlandırılan malzemelerin tanker veya tanklar içerisinde demiryolu ile taşınması işlemidir. Grupaj taşımacılığı; daha küçük boyutlarda malzemelerin taşınması sağlanır. Grupaj taşıma havayolundan daha uygun maliyetli ve denizyolundan daha hızlı bir seçenek sunmaktadır (www.esalco.com, Erişim Tarihi: 10.01.2024).

Çizelge 2.4: Demiryolu ile Yük Taşımacılığı 2015-2022.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Yük Miktarı -Ton (Bin)	25 878	25 886	28469	31 673	33 536	34 552	38 157	38 897
Freight Amount- Tonne (Thousand)								
Yurt içi- Domestic	22 322	22 716	26473	29 353	30 738	30 932	33642	34 249
Uluslararası- International	1 964	1 831	1 815	2 070	2 548	3442	4275	4 422
Bagaj- Baggage freight								
İdari- Administrative freight	1 592	1 339	181	250	250	178	240	226
Liman ve iskelelerde yükleme-boşaltma, ton (Bin)	13 301	13722	14720	12 154	11 443	11 233	9933	9 069
Transportation ports and piers, tonne (Thousand)								
Yükleme- Loading	6 625	7063	7 353	6 040	5490	5 545	4 979	4 279
Boşaltma- Unloading	6 676	6659	7367	6 114	5 953	5 688	4954	4 789

Demiryolu taşımacılığında ilk sırayı demir, kömür ve akaryakıtın aldığı görülmüştür. Çizelge 2.4'te görüldüğü üzere 2010-2014 yılları arasında yurtiçi demiryolu taşımacılığında sürekli bir artış meydana gelmiştir. Ancak yurtdışı taşımacılığında sürekli bir artışın yaşanmadığı görülmektedir. Bu durumda Arap Baharı ve Orta Doğuda yaşanan sıkıntılardan kaynaklanan dış ticaretteki duraklamanın etkisi yüksektir (Deniz, 2016, s. 144). Demiryolları taşımacılığı artan yük miktarına göre vagon sayısının artırılmasıyla yüksek tonajlı ve hacimli malzemelerin düşük maliyetle taşınmasına imkân verir. Hava şartlarından etkilenme olasılığı düşüktür. Sefer sayılarının sabit olması malzemenin teslim sürelerine olan güveni artırır. İnsan müdahalesinin az olduğu bir mod olan demiryolu taşımacılığında hata payı çok azdır (www.pasifikeurasia.com.tr, Erişim Tarihi: 10.01.2024).

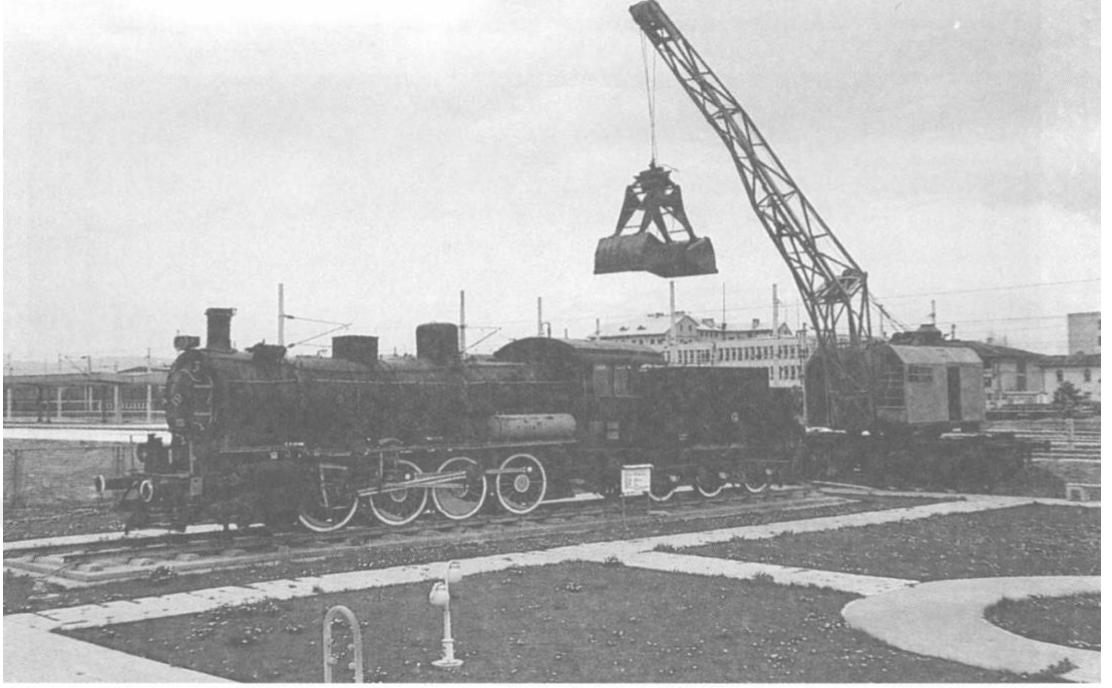
Demiryolu taşımacılığı trafik sorunlarından etkilenmemesi, güvenli ve hızlı taşıma imkanları sağlaması, birim taşıma maliyetlerinin diğer taşıma türlerine göre düşük olması nedeniyle uzun ve kısa mesafe taşımacılıklarda tercih edilmektedir. Zeminin ve coğrafyanın elverdiği ölçüde mesafelerde altyapı çalışmaları yapılabilir. Demiryolu çalışması kademeli yatırımlara müsait değildir. Bu durumlar demiryolu taşımacılığı alyapısını maliyetli hale getirmektedir (Deniz, 2016, s. 141-142).



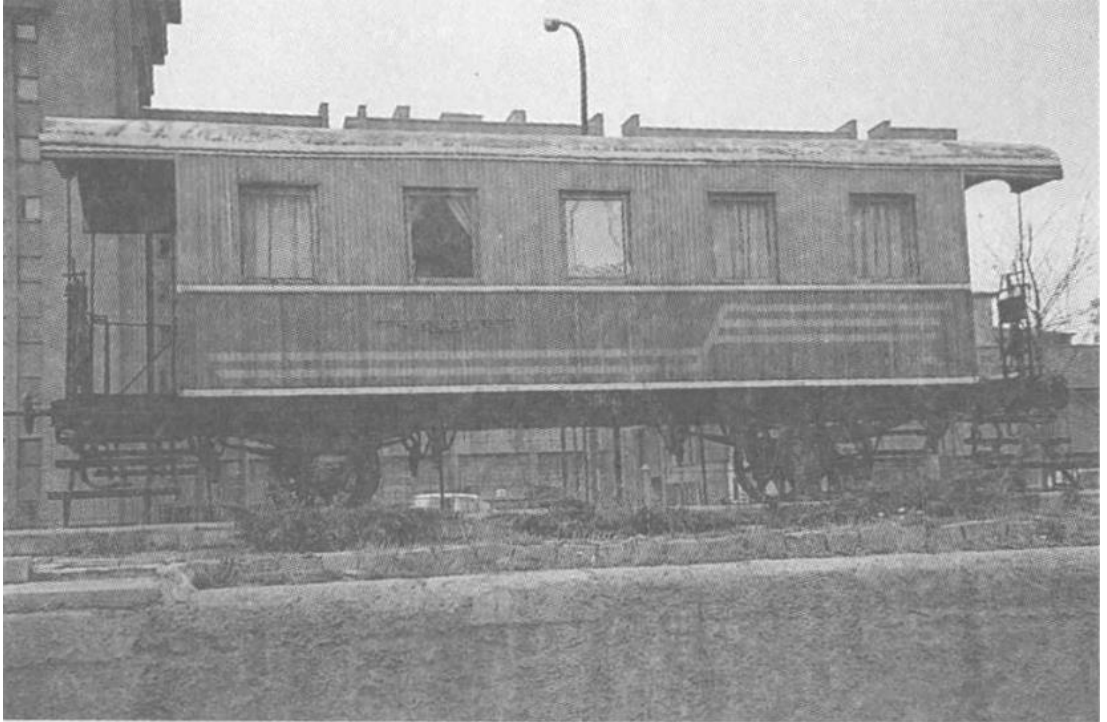
Şekil 2.29: Demiryolu Taşımacılığı.

Tarihte, 1923-1938 yıllarında biri yeni demiryolları, diğeri de yabancı demiryollarının satın alınarak millileştirilmesi yönünde hamleler yapılarak demiryollarında milli ve bağımsız bir politika izlenmiştir. Çünkü kuruluş döneminde demiryollarının ekonomik kalkınma ve ülke savunmasında oynadığı rol, sosyo-kültürel gelişmeye olan katkısı nedeniyle bir taşıma şekli olmanın çok ötesinde bir anlam kazanmıştır (Deniz, 2016, s. 142).

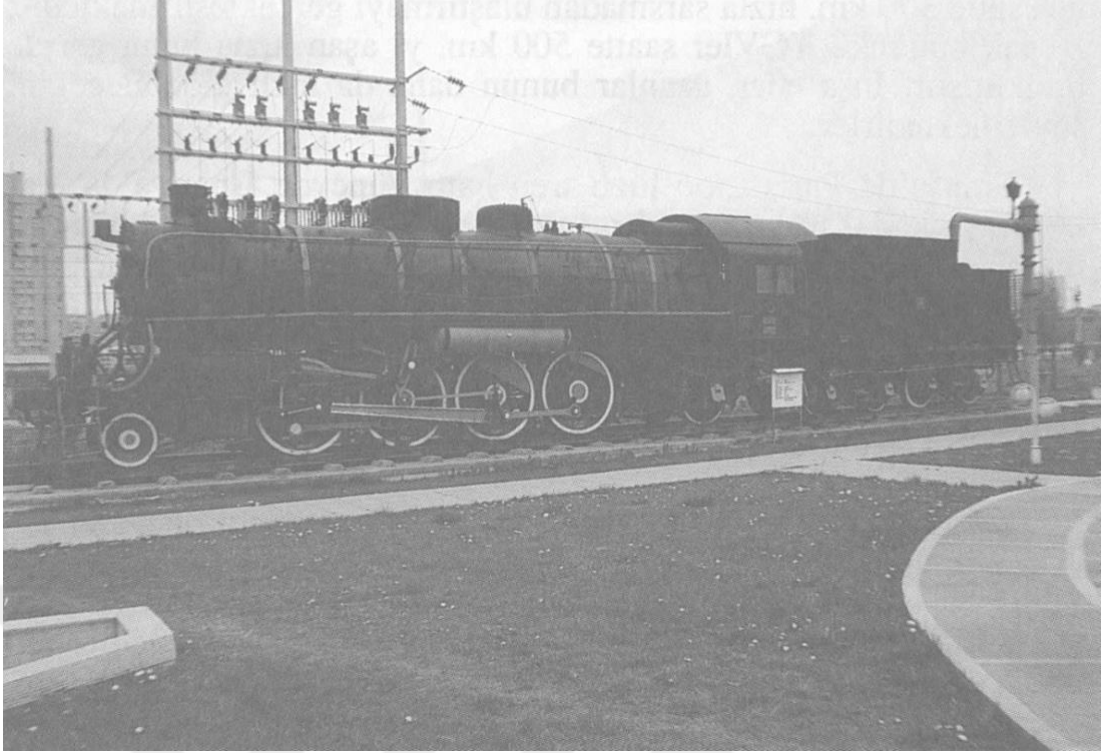
Aşağıda Şekil 2.30, Şekil 2.31 ve 2.32’de Cumhuriyet’in ilk dönemlerinde kullanılan lokomotif örneklerine yer verilmiştir.



Şekil 2.30: Cumhuriyetin İlk Dönemlerinde Kullanılan Lokomotiflere Bir Örnek.



Şekil 2.31: Cumhuriyetin İlk Yıllarında Kullanılan Vagonlara Bir Örnek.



Şekil 2.32: Cumhuriyet Döneminde ABD’den Alınmış ve İlk Lokomotife Göre Daha Gelişmiş Bir Lokomotif.

Osmanlı İmparatorluğu’ndan devralınan demiryolu cumhuriyet döneminde iyileştirilmeye ve artırılmaya çalışılmıştır. Hem ekonomik kalkınmayı desteklemek hem de savunma gücüne katkı sağlayacağı düşüncesiyle tutarlı ve sürekli bir demiryolları politikası güdülmüştür. Bu dönemde hem yeni hatlar inşa edilmeye çalışılmış hem de Lozan Konferansı ile devralınan imtiyazlı demiryollarını millileştirme çalışmaları başlatılmıştır. Cumhuriyetin ilanından 2. Dünya Savaşı’nın sonuna kadar ulaşım politikaları demiryollarına dayanmaktadır. 1950 yılına kadar yapılan toplam demiryolu hat uzunluğu 7671 km’dir. 1950 yılına gelindiğinde ise karayolu ve demiryollarının rekabeti başlamaktadır. Karayollarının hem ucuz hem de hızlı olması demiryollarının hızla yolcu ve yük kaybetmesine neden olmuştur. 1960 yılına gelindiğindeyse yolcu taşımacılığında karayolu demiryoluna üstünlük kazanmış yük taşımacılığında ise başa baş bir duruma gelmiştir (Karabulut, 1997, s. 168-169).

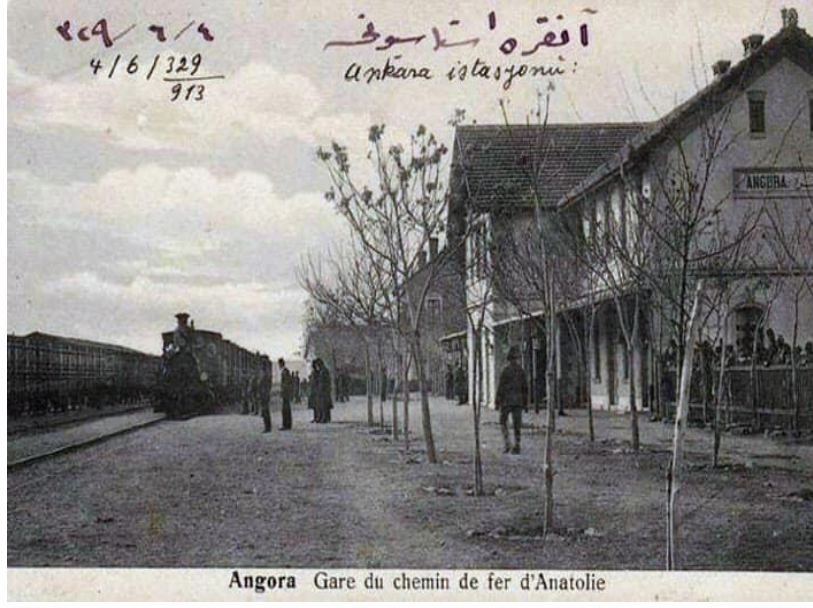
Demiryollarının millileştirilmeye çalışılmasının altında ise geçmişte demiryolu girişimlerinde özellikle İngiliz işletmelerin imtiyaza sahip olması yatmaktadır. Anadolu topraklarında çalışmaya başlayan ilk demiryolu hattı 1856-1866 yılları arasında tamamlanan 130 km ile İzmir Alsancak- Aydın demiryolu hattıdır. Bu demiryolu hattının tamamlanması İngiliz şirketine tanınan imtiyazla

gerçekleştirilmiştir. 1865 yılında bir kısmı tamamlanarak faaliyete açılan İzmir-Turgutlu-Afyon demiryolu hattı ve Manisa-Bandırma hattı bir başka İngiliz şirkete tanınan imtiyazla faaliyete açılan demiryollarıdır. Devlet imkanlarıyla yapılması planlanan demiryollarının ilk kısmı olan Haydarpaşa-İzmit hattı 1873 yılında tamamlanmış ancak diğer kısımlar olan Anadolu Demiryolları, Bağdat ve Cennup demiryollarına mali imkansızlıklar nedeniyle devam edilememiş Alman sermayesi ile yapılmıştır (Deniz, 2016, s. 142).



Şekil 2.33: Hicaz Demiryolu.

Yukarıda Şekil 2.33'te 'Benim eski rüyamdır' diyen Sultan Abdülhamid'in girişimleriyle yapımına 2 Mayıs 1900 yılında başlanan Hicaz demiryollarına ait bir görüntü yer almaktadır. Yine aşağıda Şekil 2.34'te Osmanlı döneminde kullanılan Ankara Garı'na ait görsel yer almaktadır.



Şekil 2.34: 1913 Ankara Garı.



Şekil 2.35: Toroslarda Bağdat Demiryolu Viyadüğü.

Yukarıda Şekil 2.35'te Konya'dan Bağdat'a kadar planlanan, yapımı 1903'ten 1940'lara kadar süren, inşası maddi imkansızlıklar nedeniyle Osmanlı döneminde asla tamamlanamayan Bağdat Demiryoluna ait bir görsel yer almaktadır.

Osmanlı Devleti'nin son dönemlerine gelindiğinde iç ve kıyı kesimler arasındaki ulaşımın temelini demiryolu taşımacılığı oluşturmaktaydı. 2003 yılında başlanan Ankara-İstanbul yüksek hızlı tren hattının Sincan Eskişehir etabı 2009'da Polatlı Konya etabı 2011'de Eskişehir Konya etabı 2013'te, Ankara İstanbul etabı ve Konya İstanbul etabı 2014'te çalışmaya başlamıştır. Yüksek hızlı trenler günümüzde gelişmişliğin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Türkiye'de henüz çalışmaları süren

birçok yüksek hızlı tren etabı devam etmektedir. Karayollarının demiryollarına tercih edilmesindeki en büyük etken hız meselesidir. Demiryollarının hızlı olmaması özellikle Türkiye’deki topografya özelliklerinden de kaynaklanmaktadır. Yüksek hızlı tren hatlarının hayata geçmesi Türkiye’yi dünya sıralamasında üst sıralara taşımış, demiryollarının artan kullanımı ile pazarda önemli ölçüde artış meydana gelmiştir. Yüksek hızlı trenlerin hayata geçirilmesi ile yolcu taşımalarında hava ve karayoluna göre önemli ölçüde tercih edilmeye başlanmıştır (Deniz, 2016, s. 142-144).

2.5 Boru Hattı Taşımacılığı

Boru hatları ile taşımacılık; enerji kaynaklarının uzak mesafelere taşınmasında kullanılır. Petrol, doğalgaz ve kimyasallar bu taşıma şekli ile taşınabilecek ürünlerdendir (Çevik ve Gülcan, 2011, s. 37).

Dünya üzerinde pek çok noktada kullanımı giderek yaygınlaşan boru hattı taşımacılığı ile birçok maddenin taşınması mümkündür. Sıvı ve gaz maddeleri içerisinde en çok taşınan malzemeler petrol ve doğalgaz olmuştur. Yeni doğal gaz ve petrol keşiflerinin gerçekleşmesi ve teknolojinin de desteği ile yeni boru hatlarının kullanımı artmıştır. Boru hatlarının ilk yapım maliyetlerinin yüksek olmasına karşın sonraki ulaştırma süreci maliyeti diğer taşıma modları arasında en düşüktür. Boru hattı taşımacılığında arazi koşulları, taşınan malzemenin cinsi gibi unsurlar maliyeti etkiler. Boru hattı ile taşımacılık yavaştır. Ancak hava şartlarından en az etkilenen taşımacılık türü olduğu düşünülürse zorlu şartlarda dahi taşımaya elverişli ve sürekliliğe sahiptir. Coğrafi konumu nedeniyle Türkiye, önemli petrol rezervlerine sahip Orta Doğu’daki petrol ve doğal gaz rezervlerinin Avrupa’ya taşınması için köprü görevi görmektedir (Demir, 2021, s. 22).

Çizelge 2.5: Yıllar İtibariyle Taşınan Ham Petrol Miktarları (Bin Varil).

Petrol Boru Hattı	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Toplam	257 500	259 113	258 357	202 225	268 407	268 161	263 375	254 022
Irak-Türkiye	192 426	189 439	184 927	134 662	194 084	191 855	186 874	174 120
Ceyhan-Kırıkkale	30 982	35 357	39 292	31 300	34 938	32 142	30 663	31 717
Batman-Dört Yol	19 724	20 092	19 757	20 470	21 536	24 376	24 220	24 979
Şelmo-Batman	-	-	-	-	-	-	-	-
Adıyaman-Sarı	3 634	3 554	3 548	4 214	5 134	4 814	5 117	5 397
Raman-Garzan	3 289	3 292	3 204	4 647	4 977	5 814	6 319	7 284
Sarıcak-Pirinçlik	2 370	2 275	2 382	2 614	2 902	3 734	4 620	4 431
Batı Raman	5 075	5 104	5 247	4 318	4 836	5 426	5 562	6 094

Türkiye'nin toplam doğalgaz boru hattı uzunluğu ve doğalgaz taşıma miktarı Çizelge 2.6'da verilmiştir. Boru hatları ile taşınan ham petrol taşıma miktarları (bin varil) Çizelge 2.5'de verilmiştir. Türkiye'nin TANAP projesi hariç sahip olduğu toplam petrol boru hatları uzunluğu (km) Çizelge 2.7'de verilmiştir.

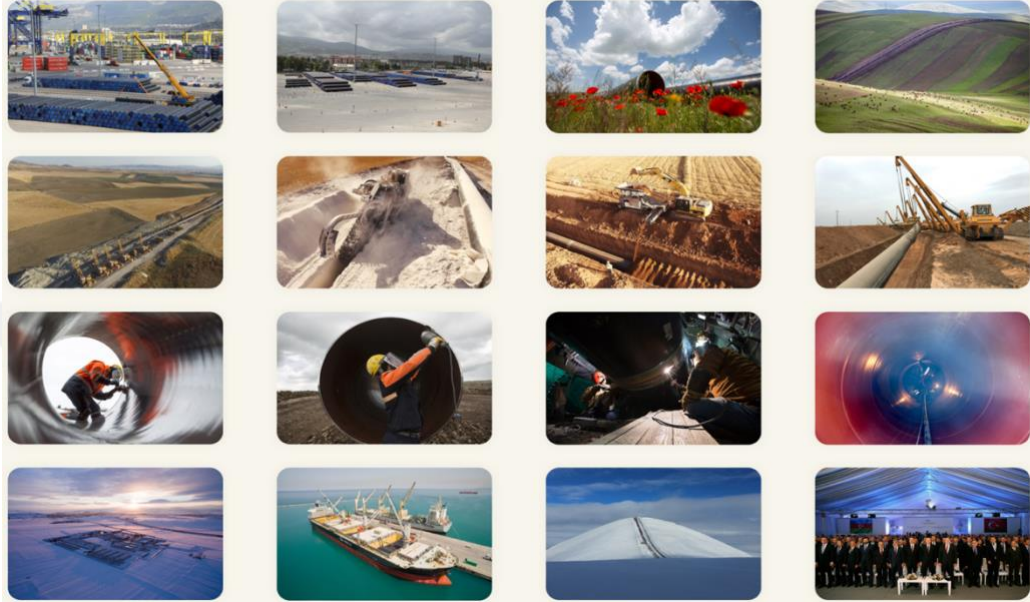
Çizelge 2.6: Mevcut Ham Petrol Boru Hatları.

	Uzunluk (km)		Kapasite		Çap (inç)	Pompa İstasyonu	Depolama Tankı
			Milyon ton/yıl	Milyon varil/yıl			
Irak-Türkiye HPBH	Türkiye	Toplam					
I.Hat	651	986			40		
II.Hat	652	890			46		
Toplam	1,303	1.876	70,9	553		6	12
Ceyhan-Kırıkkale HPBH	448		7,2	51	24	2	3
Batman-Dörtyol HPBH	518		4,5	31,5	18	3	23
Dörtyol-Ceyhan HPBH	37		10	63	20	1	-
	Türkiye	Toplam					
Bakü-Tiflis- Ceyhan HPBH*	1.076	1.776	50	365	34-42-46	4	7

Çizelge 2.7: Doğalgaz Boru Hattı Uzunluğu ve Taşınan Doğalgaz Miktarı.

Yıl- Year	Doğalgaz boru hattı uzunluğu Length of natural gas pipeline (km)			Taşınan dogalgaz miktarı Transport volume of natural gas Milyon (Sm3)-Million (Scm)		
	Toplam-Total	BOTAŞ	TPAO	Toplam-Total	BOTAŞ	TPAO
2002	4739	4 510	229	17 123	16 855	268
2003	5490	5245	245	20 930	20 574	356
2004	6 323	6 078	245	22 164	21 738	426
2005	8 041	7 809	232	27027	26460	567
2006	8 579	8 333	246	30430	30 024	406
2007	10 151	9 798	353	36 141	35 721	420
2008	11 483	11 130	353	38 068	37 578	490
2009	11 685	11 332	353	36976	36 706	270
2010	11 906	11 593	313	39 091	38 835	256
2011	12 528	12215	313	45365	45 050	315
2012	12 603	12290	313	47 102	46 773	329
2013	12 605	12292	313	46830	46 533	297
2014	12 874	12 561	313	50 554	50 311	243
2015	13 276	12 963	313	50 149	49 958	191
2016	13 756	13443	313	48410	48 175	235
2017	14666	14 353	313	55975	55 718	257
2018 (*)	15 860	15 547	313	51 138	50 739	399
2019 (*)	16784	16471	313	47320	46 923	397
2020 (*)	17055	16 742	313	50 626	50290	336
2021 (*)	17487	17 174	313	61 862	61 550	312
2022 (*)	17736	17423	313	56385	56 103	282

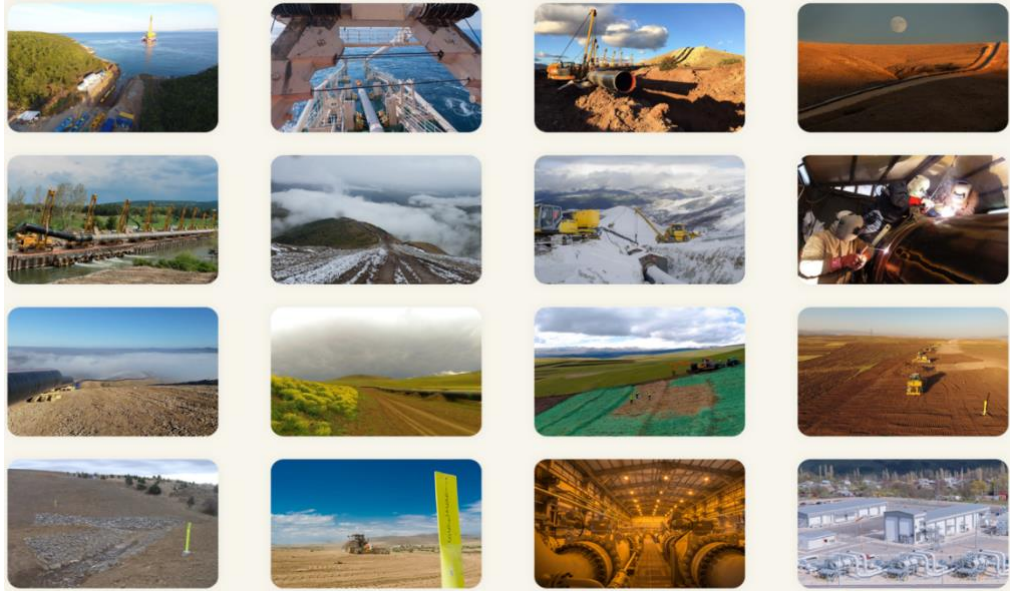
Azerbaycan ve Türkiye'nin ortak çalışmalarıyla başlatılan TANAP projesi (Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi) ile Azerbaycan Türkiye'nin ikinci büyük gaz tedarikçisi olurken Avrupa'nın da yeni gaz tedarikçisi olacaktır. Bu nedenle bu proje Türkiye ve Avrupa'nın enerji arz güvenliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (TANAP, Erişim Tarihi: 05-02-2024).



Şekil 2.36: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi.

Türkiye konumu itibariyle boru hattı için de büyük önem taşımaktadır. TANAP projesi ile Dünya enerji jeopolitiği yeniden şekillenecek Türkiye ve Azerbaycan bir çok projeye de ilham kaynağı olacaktır.

Bu hat ile Azerbaycan doğalgazının Türkiye ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya güvenli, maliyet etkin şekilde taşınması amaçlanmaktadır. TANAP projesi sosyal ve çevre standartlarına uygun şekilde yürütülmekle birlikte yüksek taşıma kapasitesine sahiptir. 1811 km uzunluk ve 56" çapı ile Türkiye, Avrupa ve Ortadoğu'nun en büyük boru hattı projesidir (TANAP, Erişim Tarihi: 05-02-2024).



Şekil 2.37: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi.

Proje Türkiye’de Ardahan ili Posof ilçesi Türkgözü köyünden başlayıp, Kars, Erzurum, Erzincan, Bayburt, Gümüşhane, Giresun, Sivas, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Ankara, Eskişehir, Bilecik, Kütahya, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ ve Edirne güzergahları olmak üzere toplam 20 ilden geçecektir. Yunanistan sınırına ulaşan gaz Edirnenin İpsala ilçesinde Avrupa ülkelerine doğalgaz taşıyacak olan TAP (Trans Adriyatik Boru Hattı) doğalgaz boru hattına bağlanacaktır. Böylece TANAP projesi, SCP (Güney Kafkasya Boru Hattı) ve TAP (Trans Adriyatik Boru Hattı) ile Güney Gaz Koridorunun en önemli halkasını oluşturacaktır (TANAP, Erişim Tarihi: 05-02-2024).



Şekil 2.38: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi Boru Hattı Haritası.

2.6 Nehiryolu (İç Su Yolu) Taşımacılığı

Nehir yolu taşımacılığı ulaşımın nehirler, göller gibi doğal oluşumlarla olabildiği gibi yapay kanalların oluşturulmasıyla da sağlanabildiği, iç su taşımacılığı da denilebilen bir taşıma yöntemidir (www.istenakliye.com/ Erişim: 12-02-2024).

Nehir taşımacılığı yapılabilmesi için uygun bir su yolu sağlanması gereklidir. Su yolu üç yöntemle navigasyona uygun bir hale getirilir. İlk yöntem Nehir Yönetmeliği. Bu yöntemle nehir suyu beslenerek rehabilite edilir böylece nehrin düşük akım derinlikleri artırılır. İkinci yöntem Nehir Kazalizasyonu. Bu yöntemle nehrin olumsuz yönlerini azaltacak su tıkanıkların oluşması sağlanır veya baraj inşa edilebilir. Nehrin bazı olumsuz özellikleri azaltılır. Üçüncü yöntem diğerlerine göre nispeten daha maliyetli olan suyun farklı yüksekliklerde olmasının önüne geçecek yapay bir kanal kazılması yöntemidir (Sarigöl, 2020, s. 99).

Tüm Dünya’da karbon emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliklerinin önlenmesi gibi çabalar gündemde olsa da bu alanlarda taşımacılık sektöründe yapılan gelişmeler diğer sektörlerle göre daha yavaş gerçekleşmiştir. Dünya’da karbon salınımını azaltmak için verilen çabalar sonucunda iç su yollarının da taşımacılığa dahil edilerek sürdürülebilir taşımacılık seçeneklerinin artırılması hedeflenmiştir. Nehirlerin de taşımacılığa dahil edilmesi, karayolu kullanımının azaltılması demek olacaktır (Jiang ve diğ., 2024, s. 177).

Çizelge 2.8: İç Su Taşımacılığı Yapılan Başlıca Kanallar.

Kanal	Uzunluk (km)
Volga-Baltık (Rusya)	362
Baltık-Beyaz Deniz (Rusya)	225
Süveyş (Mısır)	162
Albert (Belçika)	129
Moskova-Volga (Rusya)	129
Volga-Don (Rusya)	100
Göta (İsveç)	87
Kiel (Nord Ostesee) (Almanya)	86
Panama	82

Nehir taşımacılığının geliştirilebilmesi için taşıma yapılacak potansiyel nehrin değerlendirilmesi, uygun bir taşıma biçiminin geliştirilmesi için bir takım çalışmalar ve araştırmalar yapmak gereklidir. Özellikle kargo taşımacılığı için bu bölgedeki çalışmalar yetersiz kalmıştır. Nehir taşımacılığı çalışmaları için arazi kullanım haritası, planlama politikası yanısıra seyir, ekonomik, sosyal alanlarda etkileri değerlendirilmektedir. Nüfus yoğunluğu ve gelir, yoksulluk oranı, kısıtlamalara neden olabilecek çevresel göstergelerin sayıları, nesli tehlike altında olan nehir ekosistemi, endüstri alanlarının sayısı gibi pek çok gösterge nehir taşımacılığı çalışmalarında dikkate alınması gereken endekslerdir. Yapılan çalışmalar Endonezya’da kırsal kesimin nehir taşımacılığı çalışmalarında öncelik verilmesi sonucuna varılmıştır. Bu durum Endonezya gibi benzer özelliklere sahip Doğu Asya ülkelerinde de uygulanabilir bir yaklaşım geliştirilmesi gerektiği sonucuna varmaktadır (Fathoni ve diğ., 2017, s. 4544-4545).

İç su yolu taşımacılığının en temel özelliği ton başına yükleme maliyetinin diğer taşımalara kıyasla düşük olması ve güvenilirliğidir. İç su yolu taşımacılığı diğer modlara göre çevre dostudur. İç su yolu taşımacılığı doğal bir oluşum olduğu için Dünya’nın pek çok noktasında kullanılmaktadır. Avrupa’da Ren Nehri ve Tuna Nehri; Amerika’da Büyük Göller Bölgesi ve Mississippi Nehri; Çin’de Yangtze Nehri ve Pearl Nehri Dünya’da su altyapısının kullanıldığı başlıca nehirlerdir (Sarıgöl, 2020, s. 97).



Şekil 2.39: Ren Nehri.

İç su taşımacılığı çevresel yönden sürdürülebilir bir taşımacılık sistemini desteklemektedir. Düşük kirlilik oranına sahiptir. Verimli yakıt tüketimi ile ekolojik ve çevre dostudur. Liman ve rıhtım hariç uygun şartlara sahip bir nehir için farklı bir altyapıya gerek kalmaksızın taşıma işlemi için de kullanılabilir. Örneğin Hindistan’da otoyol bakım çalışmalarına ait harcamalar göz önüne alındığında nehir taşımacılığı için harcanan bedel %20 daha uygundur (Fathoni ve diğ., 2017, s. 4546-4547).

Günümüzde nehir taşımacılığı uluslararası lojistik yapının önemli ulaşım koridorları arasında önemli bir yere sahiptir. İç su yollarının taşımacılığa dahil edilmesiyle lojistik koridoru genişler ve uluslararası taşımacılıkta avantaj elde eder. Bu nedendir ki günümüz pazarında nehir taşımacılığı için kargo ve yolcu taşımacılığında teslimat sürelerinin hızlandırılmaya çalışılması, üretim maliyetlerindeki taşıma bileşenlerinin azaltılması çalışmaları, taşıma kalitesinin ve güvenilirliğinin artırılması konularında çalışmalar önem kazanmıştır (Nyrkov ve diğ., 2017, s. 543-544).

Su yolları, taşkınlara karşı güvenliği sağlaması, tatlı su kaynağı olması, tarımsal faaliyetlerde faydalanılması gibi pek çok faydayı barındırır. Bu faydalardan önemlilerinden biri ise iç su yollarının taşımacılıkta da kullanılabilmesidir. Dünyada pek çok ülke doğal olarak toplum için önemli bir değeri olan bu iç su yollarına sahiptir. Dünyada en kapsamlı su yolu ağ çalışmaları Çin, Rusya ve Brezilya’da yapılmasına rağmen önemi tüm Dünya’da kabul görmüştür. Avrupa’da bulunan 28 devletten 21’i iç su yollarına sahip olmakla birlikte iç su yolları ağırlıklı olarak 15 devlet arasında Ren, Main ve Tuna nehirleri koridorunca ilerlemektedir.



Şekil 2.40: Amsterdam Su Kanalı'nın Yukarıdan Çekilmiş Görüntüsü.

Avrupa’da iç su yolları taşımacılığı ağırlıklı olarak Fransa, Almanya, Belçika ve Hollanda’da yapılmaktadır. Çin Yangtze, Pearl ve Yellow adındaki üç önemli nehre sahiptir. Bu nehirler yerel üretimin dağıtılması için Şangay Limanı’na bağlantı kurmaktadır. İç su yolu taşımacılığı 2023 yılı itibariyle Çin, Avrupa ve Amerika’da yoğun kullanılmıştır.

Brezilya ise dünyanın en geniş gezilebilir su yollarına sahip üçüncü ülke olmasına karşın bu su yollarının sadece %22’si iç su taşımacılığına dahil edilmiştir. İç su yolu taşımacılığının; eğitim, yenilik, yolcu ve yük taşımacılığındaki kapasite artışı, yeni pazarlara erişim imkânı, istihdamda artış, nakliye maliyetlerinde tasarruf, düşük maliyetler gibi etkiler Avrupa’da vurgulanan bazı olumlu etkilerdendir (Caldero’n-Rivera, Bartusevićiene ve Ballini, 2024, s. 31).

Dünyada karayolu hakimiyeti sürerken, pek çok yoksul insan için nehir taşımacılığı tek seçenek olarak dikkat çekmektedir. Tek seçenek olmasına karşın otoyol hakimiyeti, bu taşımacılığın yatırımlarının geri planda kalmasına neden olmaktadır. Dünya’da bol miktarda nehire sahip olan ülkeler için nehir taşımacılığı özellikle yoksul kesimler için tek seçenek olabilmektedir. Örneğin Endonezya sahip olduğu çok sayıda nehirle özellikle kırsal alanda yaşayan bazı kesimler için tek seçenek olarak nehir taşımacılığı sunmaktadır. Bu bölgede nehir taşımacılığı nehre elverişli gemilerin sayısı ve altyapı yatırımları ile doğru orantılıdır. Ancak nehir taşımacılığının bu bölgelerde geliştiği söylenemez (Fathoni, 2017, s. 4544-4545). Nehir yolu taşımacılığı Endonezya’nın Suhaid, Semitau, Badau, Bunut Hilir, Silat Hilir, Embaloh Hilir, Jongkong, Selimbau bölgeleri için elzemdir. Çünkü karayolu taşımacılığının hala erişemediği köyler ve ilçeler var. Bu bölgelerde nehirler kıyı boyunca mevcut yerleşim yerlerinin ekonomik ve sosyal faaliyetlerini destekler (Said, 2015, s. 499).

İç su yolu taşımacılığı da tüm taşımacılık türlerinde olduğu gibi hava, çevre, gürültü kirliliği, kazalar, iklim değişikliği gibi birtakım olumsuz etkilere sahiptir. Ancak karayolu ve demiryoluna kıyasla bu etkiler çok düşüktür. Bu da nehir yolu taşımacılığını sürdürülebilir bir yöntem haline getirmektedir. Elbette karayolu yerine alternatif iç su yollarının kullanılması için gerekli altyapı yatırımları, siyasi ve ekonomik bütünleşik desteklerle mümkün olacaktır. Sürdürülebilir iç su yolu

taşımacılığı, nehirlerin ekolojik sistemlerinin bozulmadan güvenli trafik kanalları ve limanlarının oluşturulması, altyapı ve sürdürülebilir bakım çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Nehirlerde meydana gelecek olumsuzlukların önlenmesi, taşkınların engellenmesine yönelik güvenlik çalışmaları, çevrenin korunması gibi birçok entegre çalışma bu sistemin kurulması ve işleyişi açısından önemlidir. (Caldero'n-Rivera, Bartusevićiene ve Ballini, 2024, s. 32).

Nehir taşımacılığının geliştirilmesinin altyapı dışında kalan diğer engelleri şu şekilde özetlenebilir. Nehir taşımacılığı için kullanılacak nehir her zaman gezilebilir olmayabilir. Yani her zaman taşımaya elverişli olmayan gel-gitler, taşkınlar, kuraklık nedeniyle su miktarlarında yaşanan önemli ölçüde azalmalar nehiryolu taşımacılığının gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Nehiryolu taşımacılığındaki hızın düşük olması seyir sürelerinin yüksek miktarda artması diğer olumsuz özelliklerinden biridir.

Güneydoğu Asya'da bir çok şehir örneğin Ho Chi Minh şehri (eski adıyla Saygon) veya Bangkok gibi erken uygarlık dönemlerinde şehre yakın kurulmuş olmaları nedeniyle nehir taşımacılığı bu şehirler için önemli kültürel miras olarak değerlendirilmekte ve nehir taşımacılığının geliştirilmesi bu şehirlerde turizmi desteklemesi açısından son derece önemli kabul edilmektedir. Trafik sıkışıklığını önlemek, karayolunun oluşturduğu hasarı en aza indirmek için nehiryolu taşımacılığı geliştirilerek kullanılabilir (Fathoni ve diğ., 2017, s. 4546-4547).



Şekil 2.41: Ho Chi Minh (Eski Adıyla Saygon) Şehri, Vietnam.



Şekil 2.42: Ho Chi Minh (Eski Adıyla Saygon) Şehri, Vietnam



Şekil 2.43: Su Kanalı, Bangkok-Tayland.

Türkiye’de su taşımacılığı potansiyeli tam olarak kullanılmamaktadır. Ülkede nehiryolu taşımacılığı alanında henüz ciddi bir çalışma bulunmamakta. Ancak bu alanda çalışma yapılabilecek potansiyeli ile Akdeniz bölgesinin 260 km uzunluğundaki Göksü Nehri oldukça dikkat çekmektedir. Nehir yapılacak bir dizi çalışma ile kanal inşa etmeye gerek kalmadan navigasyona uygun bir su yolu olma potansiyeli taşımaktadır (Sarıgöl, 2020, s. 96,103).



Şekil 2.44: Göksu Nehri, Silifke Mersin.

Türkiye’de nehir yolu taşımacılığı çalışmalarını geliştirmenin beraberinde pek çok faydayı getireceği düşünülmektedir. Yapılabilecek çalışmalardan bazıları gemi ile toplu taşımanın desteklenerek ekonomiyi desteklemek ve petrol maliyetlerini azaltmak. Nehiryolu çalışmalarının desteklenmesi ile tarım ve ticaretin geliştirilmesini sağlamak. Nehiryolu boyunca ulaşımın su üzerinden sağlanarak etrafında bulunan karayollarının yükünü hafifletmek. Artan yük taşımacılığı maliyetlerini azaltmak, olarak sıralanabilir (Sarığöl, 2020, s. 96).



Şekil 2.45: Bartın Irmağı, Türkiye.

Ülkemizde modern nehir taşımacılığının bir örneği Bartın Nehri’dir. Nehir 8 km su yoluna sahip, suyun derinliği 5 metre civarındadır. Bu nehirde 400 ila 600-ton arası gemiler faaliyet gösterebilmektedir. 1976 yılından itibaren nehir taşımacılığındaki sorunlar ve araştırmalar Ulaştırma Bakanlığı tarafından ele alınırken, bir çok

üniversitede Aşağı Seyhan, Aşağı Sakarya, Aşağı Fırat gibi nehirlerde ve Keban Barajı Gölü ve Van Gölü için fizibilite çalışmaları yapılmış ancak çalışmalar daha fazla devam ettirilmemiştir. Türkiye’de nehir taşımacılığı için henüz modern bir altyapı oluşturulmamakla birlikte nehir kaynaklarının yeterli düzeyde kullanılmadığı yapılan çalışmalar neticesinde söylenebilmektedir (Sarıgöl, 2020, s. 98).

2.7 Multimodal Taşımacılık

Taşımacılığın birden fazla taşıma biçimi ile yapılması multimodal taşımacılık olarak adlandırılır. Bu taşımacılık türünde eşyaların niteliği değiştirilmeden doğrudan diğer taşıma moduna aktarılır. Multimodal taşımacılıkta amaç, maliyet, süre, güvenlik gibi avantajlardan maksimum yararlanabilmek için uygun taşıma modlarının birbirine entegre edilerek kullanılmasıdır. Avantajlarının yanı sıra birtakım dezavantajlara da sahiptir. Yükün bir taşıma modundan diğerine aktarımı sırasında eşya da hasar meydana gelebilmektedir. Ya da aktarım yapılabilmesi için belirli bir süre kaybedilebilir (Demir, 2021, s. 26).

2.8 İntermodal Taşımacılık

İntermodal taşımacılık yükün en az iki veya daha fazla taşıma biçimi ile yapıldığı taşıma biçimidir. İntermodal taşımacılıkta yük için elleçleme yapılmaz. Böylece multimodal taşımacılıkta olan yükün hasar görme durumu ortadan kalkar. Genellikle karayolu ile limana veya aktarım merkezine getirilen yük, konteyner veya diğer taşıma üniteleriyle elleçleme yapılmadan olduğu gibi diğer taşıma moduna yüklenir.

Demiryolu taşımacılığı intermodal taşımacılıkta yoğun kullanılan bir taşıma birimidir. Konteyner taşımacılığının yoğun yapıldığı intermodal taşımacılık diğer taşıma modlarına göre uygun maliyetlidir. Sadece karayolu ile yapılan operasyonlara göre çevreye olumsuz etkileri de daha azdır. İntermodal taşımacılıkta tüm taşıma modlarında tek konteyner kullanılır (www.esalco.com, Erişim Tarihi: 10.01.2024).

Amerika’da ortaya çıkmış ve gelişmiş olan intermodal taşımacılık üç ana aşamadan oluşur. İlk aşama yüklerin toplanıp toplama merkezine getirilmesidir. Bu aşama toplama aşamasıdır. İkinci aşama toplama merkezine getirilen yüklerin uzun mesafe taşınması işlemidir. Bu aşamadaki taşıma işlemi genellikle demiryolu veya denizyolu kullanılarak gerçekleştirilir. 500 km altında kalan mesafeler için demiryolu tercih

etmek daha uygun maliyetli olurken, 500 km üzerindeki mesafeler için denizyolu tercih etmek daha avantajlı olacaktır. Üçüncü aşama uzun mesafelerce taşınan yükün tasnif edilmesi ve teslim edileceği adreslere iletilmesidir. Bu aşamada yine teslim edilecek güzergahta demiryolu hattı var ise bu seçeneği kullanmak maliyet avantajı sunacaktır. Demiryolunun olmadığı seçeneklerde genellikle karayolu tercih edilir (Demir, 2021, s. 28-29).

İntermodal taşımacılıkta organizasyon önemli bir konudur. Yüklerin toplanması, uzun mesafe taşınması ya da dağıtılması aşamasında olası bir aksaklığın yaşanması, zaten diğer taşıma şekillerine göre uzun olan teslim sürelerini daha da uzatacaktır. Bu da teslim edilecek noktalarda aksamalara veya üretim zararlarına yol açabilir. Bu nedenle uzmanlar tarafından iyi bir organizasyon yapılarak mesafeye veya yükün biçimine göre hangi taşıma araçlarının kullanılacağına karar verilerek yükler doğru zamanda teslim edilmelidir.

2.9 Kombine Taşımacılık

Demiryolu ve denizyolu taşımacılığındaki altyapı ve işletme eksikliği, taşımacılıkta ağır yükün kara yollarına kaymasına neden olmuştur. Türkiye'deki yol miktarı, kalite ve standartları Avrupa standartlarına ulaşamamıştır. Bunda karayolu taşımacılığının dengesiz ve yoğun kullanımının da payı bulunmaktadır. Karayolunun diğer taşıma modlarına göre dengesiz kullanımı Avrupa için de sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle kombine taşımacılık adı verilen bir den fazla taşıma şeklinin kullanıldığı taşıma şekli teşvik edilmeye başlanmıştır. Karayolundaki taşımacılığının diğer taşımacılık modlarına dağıtılması, kombine taşımacılık adı verilen taşıma türüne yönelinmesi önem arz etmektedir. Karayolu taşımacılığından vazgeçmek değil ancak diğer taşıma şekilleri ile organize ve planlı bir şekilde taşımacılığın yapılması daha etkili ve verimli bir taşımacılık gerçekleştirecektir (Keçeci, www.mfa.gov.tr, Erişim Tarihi: 08-01-2024).

Taşımacılık sektöründe hem zamandan tasarruf etmek hem de taşımacılığın kesintiye uğramaması, sürekliliğin sağlanması konusunda kombine taşımacılık türüne geçiş önem arz etmektedir. Taşıma modları arasında uyum gözetilerek kombine taşımacılık için gerekli altyapıların oluşturulması gereklidir. Denizyolu ve demiryolu için yeni bir yapılanmaya gidilmelidir. Ağırlık denizyolu ve demiryolu taşımacılığına kaydırılarak

bu taşımacılıkların maliyet, çevre, konfor gibi avantajlarından maksimum fayda elde edilmelidir (Deniz, 2016, s. 151).

Kombine taşımacılık sistemi İntermodal taşımacılık sistemi ile ilişki halindedir. İntermodal taşımacılıkta elleçlenen malzeme taşıma ünitesi tekerlekli ise Kombine Taşımacılık sistemi ortaya çıkar. Kombine taşımacılıkta başlangıç ve bitiş taşımaları karayolu ile aradaki uzun mesafe taşımaları ise deniz veya demiryolu ile yapılır. Kombine taşımacılıkta öncelikle kullanılacak hat seçimi yapılır. Bu seçim, karayolu-denizyolu veya karayolu-demiryolu vb. taşımacılığı olabilir. Aktarım sırasında elleçleme yapılmaz ve taşıma ünitesine dokunulmadan bir diğer taşıma moduna aktarımı gerçekleştirilir. Kombine taşımacılık yönteminde taşıma ünitesine dokunulmadan taşıma işlemi gerçekleştiği için olası yükün kaybolması veya zarar görmesi durumları minimum seviyededir. Bu taşımacılık sisteminde karayolu, demiryolu ve denizyolu aktif bir biçimde kullanıldığı için, bu taşıma yöntemlerinin maliyet, ya da büyük hacimli ürünleri taşıyabilmek gibi avantajlı yönlerinden faydalanılır. Bu açıdan maliyet üzerinde olumlu bir etki yaratır. Avrupa'da bu yöntem benimsenmiş ve sık sık uygulanmakla birlikte ağırlık karayolu-demiryolu kombinasyonuna verilmiştir. Her taşıma modunda olduğu gibi kombine taşımacılık için de birtakım dezavantajlar mevcuttur. Birden fazla taşıma modu kullanıldığı için taşıma belgelerinde birtakım sorunlar yaşanabilir. Kombine taşımacılığın hayata geçmesi ancak güçlü bir finansman desteği ile oluşturulabilir. Bu taşıma biçiminin uygulanabilmesi için aktif bir demiryolu ağının oluşturulması gereklidir. Bu da ancak devlet desteği ile gerçekleşir. Avrupa'da gerek maliyet gerekse zararlı çevresel etkileri kısmen daha az olan kombine taşımacılık sistemi desteklenmektedir. Bu sistemin hayata geçirilmesi için önce Pact (Pilot Action For Combined Transport) sistemi ile 53 milyon euro destek ayrıldı. Bu destekler daha sonra Marco Polo programı ile devam etti. Bu desteklerle İtalya-İsveç arasında ve Almanya-Avusturya üzerinden denizyolu-demiryolu ile karayolu taşımacılığı desteklenerek, karayolu taşımacılığının önemli ölçüde azaltılması planlanmıştır (Demir, 2021, s. 30-33).

2.9.1 Kombine taşımacılık türleri

Kombine taşımacılık türlerinden; konteyner taşımacılığı, Ro-Ro taşımacılığı, Ro-La taşımacılığı, araç sırtı (piggyback) taşımacılığı, bi-model taşımacılık (roadrailer) olmak üzere beş başlıkta bahsedilecektir.

2.9.1.1 Konteyner taşımacılığı

İlk kez Malcolm P. McLean tarafından ortaya atılan konteyner taşımacılığı 1956 yılında Ideal X adındaki gemiyle Newark Limanı'ndan 58 konteynerin Houston Limanı'na taşınması ile gerçekleştirilmiştir. Konteyner taşımacılığına uygun hale getirilen ve ilk konteyner gemisi olan Maxton adındaki gemidir (Ece, 2020, s. 49).



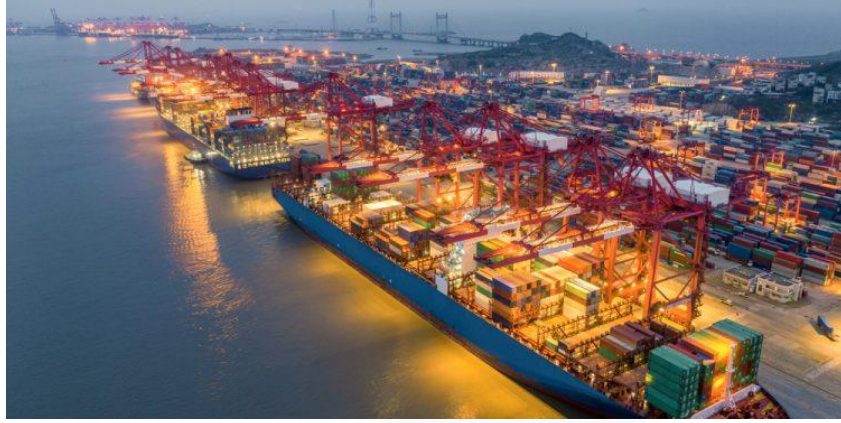
Şekil 2.46: Malcolm P. McLean 1957 Yılında.

1980'li yıllardan itibaren gemi, kamyon, tren gibi araçlara adapte edilen konteyner, taşımacılığın vazgeçilmez bir ekipmanı haline dönüşmüştür. Ağır yük taşımaya elverişli, soğutucu özellikli, tank gibi özel konteynerler yükün cinsine göre hızlı ve yüke zarar vermeden taşımaya imkân tanımaktadır (Başarıcı ve Satır, 2019, s. 2).



Şekil 2.47: Emma-Maersk.

Emma Maersk 15.200 TEU taşıma kapasitesiyle Dünya'nın en büyük konteyner gemisi olma özelliğini taşımaktadır. Bunu ikinci ve üçüncü sırada MSC'ye ait Danit ve Beatrice gemileri izlemektedir. Yıllar içerisinde konteyner gemileri taşıma kapasitelerini oldukça artırmışlardır. Bu gibi büyük gemilere hizmet edecek liman olanakları da önem taşımaktadır. Singapur, Hong Kong, Rotterdam gibi ana limanlar sahip oldukları Ultra Post Panamax tipi rıhtım vinçleriyle bu denli büyük gemilere hizmet vermektedirler (Ateş, Karadeniz ve Esmer, 2010, s. 85,86).



Şekil 2.48: Şangay Limanı, Çin.

Dünyanın, 49 milyon TEU elleçleme yaparak en fazla konteyner elleçleme miktarı ile en yoğun limanı olan Şangay Limanı olmuştur. Üst üste 14. Kez en yoğun limanı seçilen Şangay Limanı en büyük konteyner elleçleme limanlarından biridir (www.mykn.kuehne-nagel.com, Erişim Tarihi: 14.02.2024).

TEU ifadesi Twenty-foot Equivalent Unit sözcüklerinin kısaltması olup konteynerli yükler için kullanılan bir terimdir. 1 TEU karşılığı 20 feet veya 34 metreküplük konteynerdir (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2022, s. 1-2).



Şekil 2.49: 20 Feet (Solda) ve 40 Feet (Sağda) Konteyner.

Konteynerler standart bir hale getirilerek tüm Dünya’da daha kolay ve hızlı yükleme yapılabilmesine imkân vermektedir. Gemi kapasitelerinden bahsederken TEU birimi kullanılır. Konteynerler çeşitli olmakla birlikte en genel kullanılanları 20’lik ve 40’lık olmak üzere iki biçimdedir. Bir TEU 20’lik konteyner eşdeğeridir. Boş ağırlığı 2.5 tona denk gelen 20’lik konteyner 27 tona kadar yükleme yapılmasına imkân tanır. 20 feet bir konteynerin dış ölçüleri; uzunluk 6.06 metre, genişlik 2.44 metre, yükseklik 2.59 metredir. İç ölçüleri ise; uzunluk 5.90 metre, genişlik 2.35 metre, yükseklik 2.39

metredir. 40 feet bir konteynerin dış ölçüleri; uzunluk 12.19 metre, genişlik 2.44 metre, yükseklik 2.59 metredir. İç ölçüleri ise; uzunluk 12.03 metre, genişlik 2.35 metre, yükseklik ise 2.69 metredir (www.lojistik.tc, Erişim Tarihi: 18.04.2024).

2.9.1.2 Ro-Ro

Ro-Ro (Roll on- Roll off) taşımacılık, karayolu aracının limandan limana gemi ile taşınması işlemidir. Karayolu aracı, traktörler, kamyonlar, arabalar gibi çeşitli tekerlekli yükler rampalar aracılığıyla Ro-Ro gemisine yüklenir. Bu araçlar dışında forklift ile taşınabilecek balyalar veya palet gibi yüklerinde taşınmasına uygundur. Ro-Ro taşımacılığı karayolu araçlarını dinlendirirken oluşacak yıpranma paylarını en aza indirir, onarım maliyetlerini azaltır. Karayolu kullanımını azalttığı için oluşacak kazalarda da azalma yaşanır (Demir, 2021, s. 33).

1985 yılında hizmete açılan Haydarpaşa-Köstence-Haydarpaşa, 1987 yılında hizmete açılan Derince-Trieste-Derince RO-RO hatları Türkiye'nin Avrupa'ya olan taşıma güzergahlarını artırma çabalarının bir sonucudur. RO-RO hatları karayolu çıkışlarına önemli bir alternatif oluşturmuştur. Derince-Trieste-Derince hattı İtalya ve Fransa gibi önemli Avrupa ülkelerine taşıma yapmak için vazgeçilmez bir alternatif olmuştur (Erdoğan, 1989, s. 236-237).

Türkiye'deki Ro-Ro hatları ile 2021 yılında taşınan araç sayısı 670 bin 876 olarak gerçekleşmiştir. Bu araçlardan 599 bin 458'i tır, 69 bin 556 adet treyler, bin 49 adet tır tankeri, 776 adet çekici, 37 adet yük vagonu olarak kaydedilmiştir. Ro- Ro kullanımı 2020 yılına göre %32,9 artış göstermiştir (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2022, s. 1-2).

Ro-Ro gemileri, dökme yük gemileri, kargo gemileri, yolcu gemileri, konteyner gemileri olarak dört şekilde çalışırlar. Gemilere yükleme yapmak nispeten daha kolaydır. Yüklerin hızlı bir biçimde aktarılmasına imkân verir. Ro-Ro taşımacılığı hızlı programlanabilir bu da hız açısından diğer taşıma modlarına göre avantaj sağlar. Ro-Ro taşımacılığı 20. yy. ortalarında başta İskandinav ülkelerinde sonra Avrupa'da yolcu taşıma amacıyla ortaya çıkmıştır. Daha sonra yük taşımacılığı için de kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'de ilk Ro-Ro hattı Pendik-Haydarpaşa-Trieste arasında çalışmaya başlamıştır (Demir, 2021, s. 34).

RO-RO gemileri hava şartlarına uyum sağlayabilecek gemiler değildir. Bu alanda yapılacak iyileştirmeler, düzenlenecek seferlerin daha hızlı ve güvenli taşıma yapmasını kolaylaştıracaktır (Erdoğan, 1989, s. 237).

Çizelge 2.9: Türkiye’de Ro-Ro Hatların Listesi ve Taşınan Yük Miktarları (2021).

Bölge	Hatlar	YÜKLEME		BOŞALTMA		TOPLAM	
		Giden Araç (Adet)	Giden Yük Miktarı (Ton)	Gelen Araç (Adet)	Gelen Yük Miktarı (Ton)	Toplam Taşınan Araç Taşınan Yük Miktarı (Adet)	Toplam
Avrupa	Tuzla (Pendik)- Trieste	101884	2183817	100834	2.120.788	202698	4.284.605
	Yalova- Sete	39471	836552	44.063	906441	83534	1.742.993
	Çeşme- Trieste	31645	770980	30.007	698074	61652	1.469.054
	Mersin- Trieste	20829	443392	21.309	412506	42.138	855898
	Yalova -Lavrio- Trieste	8136	186589	7,702	167511	15.838	354.100
	İzmir- Tarragona	8.176	141968	7.046	102.193	1522	244161
	Yalova- Bari	3.767	97.867	1.735	33,318	5.502	131.185
	Tuzla (Pendik)- Patras	1.549	24495	2265	17.571	3814	42.066
	Çeşme- Sakız Adası	1.366	17170	307	2.478	1673	19648
	Kocaeli- Zeebrugge	974	0	0	0	974	0
	Tuzla (Pendik)- Bari	597	15952	232	3736	829	19688
	Gemlik- Salerno	0	0	441	55	441	55
	Yalova- Patras	0	0	366	2821	366	2.821
	Kocaeli- Bremerhaven	120	0	0	0	120	0
	Toplam	218.494	4.698.782	216307	4467492	434801	9.166.274

Çizelge 2.10 (devam): Türkiye’de Ro-Ro Hatların Listesi ve Taşınan Yük Miktarları (2021).

Bölge	Hatlar	YÜKLEME		BOŞALTMA		TOPLAM	
		Giden Araç (Adet)	Giden Yük Miktarı (Ton)	Gelen Araç (Adet)	Gelen Yük Miktarı (Ton)	Toplam Taşınan Araç Taşınan Yük Miktarı (Adet)	Toplam
Karadeniz	Samsun -Tuapse	30013	115.109	18,949	459	48.962	115568
	Karasu- Chornomorsk	23828	476759	20.454	416.382	44.282	893.141
	Samsun- Novorossiysk	15815	89.498	10.081	470	25.896	89968
	Zonguldak- Chornomorsk	8,648	241091	7,37	181699	16018	422.790
	İstanbul (Haydarpaşa)- Chornomorsk	6.902	139534	5091	88.140	11993	227674
	Samsun - Temrük	1.961	5.630	1.790	24	3.751	5654
	Samsun- Kavkaz	526	2.463	592	322	1.118	2.785
	Karasu- Köstence	145	2.304	26	299	171	2603
	Toplam	87838	1072388	64.353	687.795	152.191	1.760.183
	Mersin- Gazimağusa	17477	263117	17.642	83179	35.119	346.196
Akdeniz	Taşucu- Tripoli	10.459	178.131	10.286	65.692	20.745	243823
	Taşucu- Gime	10679	189091	9,694	30450	20373	219.541
	Mersin -Hayfa	2.549	37.736	2.253	13.323	4802	51059
	Mersin- Girne	261	4,397	436	154	697	4551
	Taşucu- Gazimağusa	16	276	324	283	340	559
	Toplam	41441	672648	40.635	193081	82.076	865.729

Çizelge 2.11 (devam): Türkiye’de Ro-Ro Hatların Listesi ve Taşınan Yük Miktarları (2021).

Bölge	Hatlar	YÜKLEME		BOŞALTMA		TOPLAM	
		Giden Araç (Adet)	Giden Yük Miktarı (Ton)	Gelen Araç (Adet)	Gelen Yük Miktarı (Ton)	Toplam Taşınan Araç Taşınan Yük Miktarı (Adet)	Toplam
Hint Okyanusu	İskenderun-Dariüsselam	163	0	0	0	163	0
	İskenderun-Mombasa	111	0	0	0	111	0
	Toplam	274	0	0	0	274	0
Kızıldeniz	İskenderun- Cidde	83	0	76	0	159	0
	Toplam	83	0	76	0	159	0
Diğer Ro-Ro Hatları		643	1.252	732	6.657	1.375	7909
Genel Toplam		348.773	6.445.070	322,103	5355025	670176	11800095

2.9.1.3 Ro-La taşımacılık

Ro-La taşımacılık metodu demiryolunun çevresel ve ekonomik etkilerinden faydalanmak karayolunun kullanımını azaltmak için karayolu araçlarının demiryolu ile taşınması ile gerçekleştirilen bir taşıma şeklidir. İlk olarak 20. yy. da Avusturya ve İsviçre tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra Macaristan, İsveç, İtalya, Slovenya gibi birçok Avrupa ülkesi de bu yöntemi kullanmaya başlamıştır. Başlangıçta Alp dağlarını geçmek için kullanılan bu yöntem daha sonra taşımacılık sektöründe yük taşımacılığında da kullanılmıştır. Bu sistemde karayolu araçları demiryolu aktarma noktasına ulaşır. Demiryolunun özel vagonlarına yüklenen karayolu araçları demiryolu hattınca varış noktasına en yakın istasyona kadar taşınır. Sonrasında teslim noktasına karayolu aracı devam eder. Bu taşıma biçiminde de karayolu taşımacılığının kapıdan kapıya üstünlüğü devam eder. Ro-La taşıma metodu karayolunun çevre kirliliği ve trafik kazaları veya trafik gibi sorunlarını azaltır. Aracın tamamını ve sürücüsünü de birlikte taşıma fırsatı verdiği için sürücüler için dinlenme imkânı verir (Demir, 2021, s. 35).

Günümüzde Avusturya-İtalya sınırında bulunan Brenner Geçidi üzerinden, Avusturya iç kesimlerde Wels'ten Linz ve Maribor'a kadar aktif ve önemli bir Ro-La trafiği vardır.

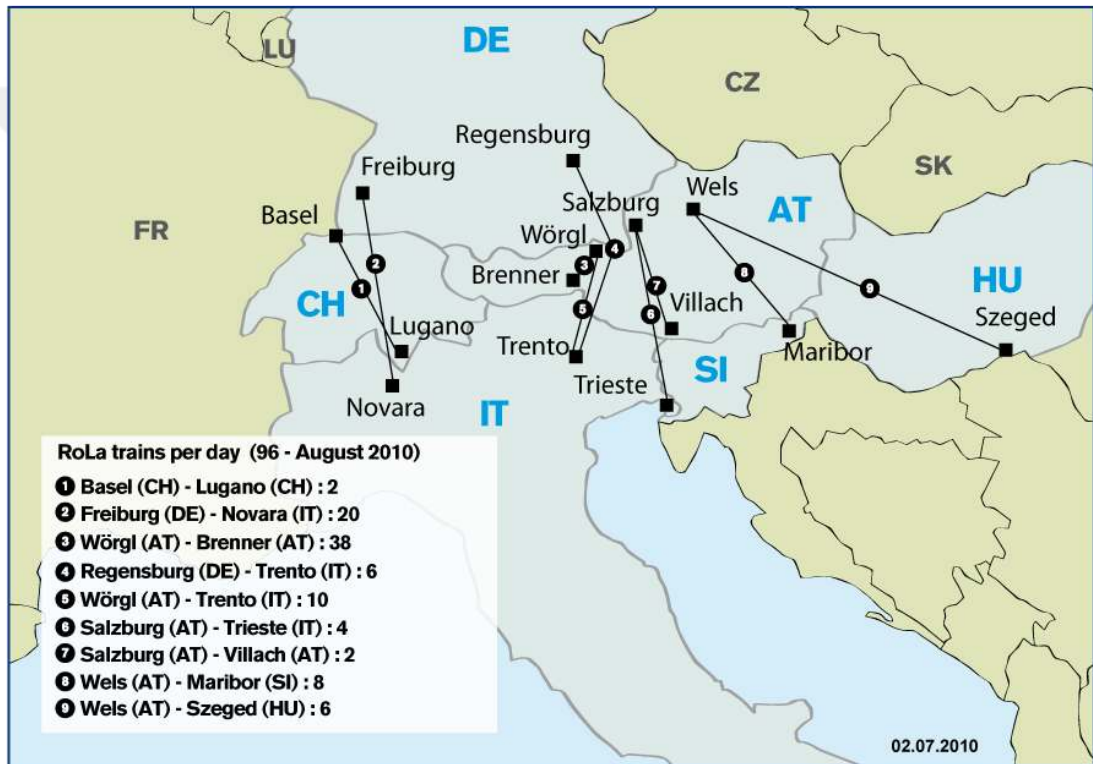


Şekil 2.50: Brenner Demiryolu Hattındaki Rola Treni.

Ro-La taşımacılık sistemi kamyonların çekici ile taşınmasını mümkün kılarken yakıttan, geçiş ücretlerinden, trafik sıkışıklıklarından, kilometreden tasarruf sağlamaktadır. Sürücülerin yasal sürelerine uyarak bekleme yapmadan dinlenme imkânı bulmaktadırlar. Hafta sonu yürüyüş yasakları olan karayolu ulaşımı Ro-La

sayesinde yürüyüş yasaklarından etkilenmemektedir. Demiryolunun taşımacılığa dahil edilmesiyle çevre dostu bir taşımacılık sunmaktadır. Karayolunun hava şartlarından etkilendiği ve güvenli bir taşımacılığa izin vermediği durumlarda Ro-La taşımacılığı ile mesafe katedilmektedir (<https://vonattal-termeszetesen.blog.hu/> Erişim Tarihi: 05.02.2024).

Ro-La taşımacılık şeklinin başarılı bir şekilde sürdürülmesi yine bir takım organizasyonel başarı ile mümkündür. Yükleme boşaltma istasyonlarının belirlenmesi, gerekli yönlendirmelerin yapılması, sefer çizelgelerinin oluşturulması bu taşıma şeklinin işleyişi açısından önemlidir (Demir, 2021, s. 36).



Şekil 2.51: Avrupa’da Ağustos 2010 Yılına Kadar Ro-La Hatları.

Britanya Adaları’yla kıta arasında karayolu trafiğinin önemli bir kısmını gerçekleştiren, günümüzde en önemli ve yoğun kullanılan Ro-La hattı İngiltere’de bulunan Folkestone ile Fransa’daki Calais arasında Manş Tüneli’dir (<https://vonattal-termeszetesen.blog.hu/> Erişim Tarihi: 05-02-2024).



Şekil 2.52: Manş Tüneli.

Manş Tüneli 50 km uzunluğa sahip olmasına rağmen önemi büyüktür. Çünkü ulaşımın alternatifi yoktur (<https://vonattal-termeszetesen.blog.hu/> Erişim Tarihi: 05-02-2024).

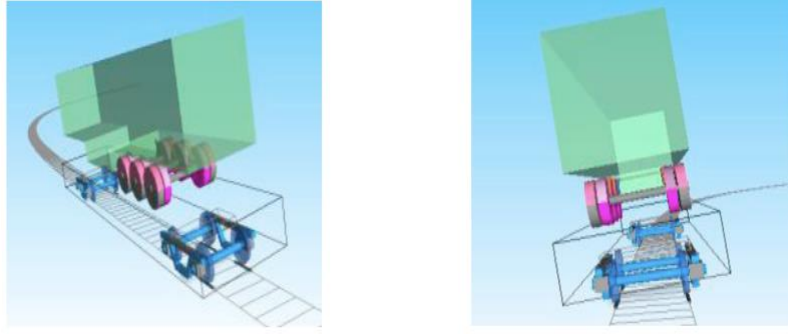
2.9.1.4 Araç sırtı taşımacılığı (Piggyback)

Piggyback diğer adıyla araç sırtında taşımacılık, aracın sırtındaki yüküyle birlikte bir başka taşıma aracına yüklenmesi ve taşınması ile gerçekleştirilen taşıma işlemidir (www.esalco.com, Erişim Tarihi: 12.02.2024).



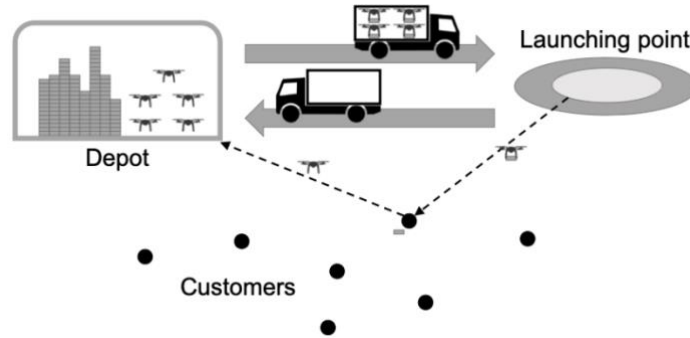
Şekil 2.53: Piggyback Ulaşım Sistemi Modeli.

Karayolu ve demiryolu taşımacılığının avantajlarının birleştirildiği bu taşıma modelinde yüklenen karayolu aracı demiryolu piggyback aracına yüklenir. Yapılan simülasyon deneyleri demiryolu piggyback araçlarının virajlarda devrilme riskinin yüksek olduğunu göstermiştir. Elbette simülasyon deneyleri, gerçek dinamik deneyler sonrasında yapılacak bir dizi değerlendirmeye tabi olacaktır (Chuan ve diğ., 2020, s. 57,60).



Şekil 2.54: Piggyback Taşıma Sırasında Devrilme Riski Simülasyonu.

Piggyback taşıma modeli günümüzde kısa menzilli otonom araçların taşınması konusunda yeniden gündeme gelmiştir. Özellikle e-ticarete insansız teslimatların gerçekleşmeye başlaması piggyback taşıma prensibinin taşıma sistemine dahil edilmesiyle güçleniyor. Büyük bir taşıma aracı, kısa menzilli olan insansız taşıma araçlarını veya dronları, teslimatların yapılacağı daha yakın bir bölgeye taşımaktadır. Bu bölgeden kısa menzilli araçlarla teslimatlar gerçekleştirilmektedir (Wang ve diğ., 2021, s. 2-5).



Şekil 2.55: Piggyback Taşıma Şeması.

2.9.1.5 Bi-Modal taşımacılık (Road Railer)

Road Railer taşımacılığı ilk olarak 1950’li yıllarda Amerika’da ortaya çıkmıştır. Karayolu römorklarının arka kısmına demiryolu tekerlek takımlarının entegre edilmesi ile ortaya çıkan bu sistem, demiryolları güzergahında yük hatta yolcu vagonlarının arkasında da kara römorklarının kullanımına izin veriyordu (www.en.wikipedia.org, Erişim Tarihi: 13.01.2024).

Road Railer sistemi özellikle Hindistan gibi tren yolunun ulaşımın omurgasını oluşturduğu ülkelerde aktif kullanılmakta, kapıdan kapıya taşıma hizmeti vererek demiryolunun ve karayolunun tüm avantajlarını birleştirmektedir. Bi-modal taşıma sistemi de adı verilen bu taşıma yönteminde, römork karayolunda bir çekici vasıtası

ile yol alırken, özel bir boji ile tren raylarında da bir lokomotif tarafından çekilir. Böylece iki ulaşım sistemine de entegre edilmektedir. Road railer taşıma yönteminde birçok ürün çeşitliliği taşınabilir. Ayrıca karayolu kullanım mesafesini kısaltıp demiryolu kullanım mesafesini artırdığı için çevre dostu ve ekonomik bir yöntemdir. Demiryolu taşıma modelinde mümkün olmayan kapıdan kapıya taşıma hizmetini de mümkün kılmaktadır (Government of India Ministry Of Railways, 2021, s. 7-8).



Şekil 2.56: Road Railer Sistemi.



Şekil 2.57: Roadrailer Taşımacılığı.

1964 yılında İngiliz British Rail şirketi tarafından Londra, Newcastle ve Edinburg arasında faaliyette olan Doğu Yakası Ana Hattında tanıtıldı. Sistem Avustralya, Avusturya, Brezilya, Kanada, Yeni Zelanda'da kullanıldı. Hindistan'da 2018 yılında Tamil Nadu ve Palwal bölgeleri arasında kullanılmaya başlandı. Road Railer taşımacılığı birçok ülkede birçok hatta kullanımı denendi. Bu taşımacılık Amerika'da hala kullanımdadır (www.en.wikipedia.org, Erişim Tarihi: 13.01.2024).

3. ULUSLARARASI LOJİSTİK VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Dünya’da artan sanayi, teknoloji ve lojistik alanlarındaki gelişmelere paralel olarak çevre kirliliği de artış göstermiştir. Çevre kirliliği ve lojistik ilişkisi incelenirken lojistiğin hem emisyon kirlilikleri incelenmiş hem de emisyon dışında kalan lojistik felaketlerin çevreye verdiği zararlar, araç kullanımı kirlilik ilişkisi, lojistik çöpleri ve diğer unsurların çevreye verdiği zararlar incelenmeye çalışılmıştır.

3.1 Sürdürülebilir Lojistik ve Çevre

Nüfusun ve sanayi kullanımının artması, çevre kirliliğinin artması ve ekosistemin bozulmaya başlaması sürdürülebilir ulaştırma kavramına yol açmıştır.

Sürdürülebilir ulaşım; günümüzde insanlığın hareket ve yer değiştirme ihtiyaçlarını karşılarken bugünün ve geleceğin sağlık, çevre, ekonomik ve sosyal standartlarını korumak olarak tanımlanmaktadır. Ulaşım sektörü hava kalitesini de olumsuz etkileyen azot oksitler uçucu organik bileşikler, partikül maddeler ve kurşun malzemeler gibi pek çok emisyon üretmektedir (Fathoni ve diğ., 2017, s. 4548).

Günümüzde ve geçmişte insanlığın en büyük sorunlarından biri iklim değişiklikleri ve buna bağlı gelişen doğal felaketler. Bu felaketler yine insanlığın tahribatları sonucu artmaktadır. Artan iklim değişikliklerinin nedeni çok eskilere dayanmaktadır.

Sanayileşme beraberinde getirdiği üretim artışı ile fosil yakıtlara olan ihtiyacı artırmış 18. yy.’dan itibaren kullanımı sürekli artmıştır. Enerjiye duyulan ihtiyacın artması orman alanlarının tüketilmesi ile sonuçlanmıştır. Fosil yakıt tüketimi ve orman alanların azalması demek yer küre ısısının yükselmesi ve iklim değişikliklerinin yaşanması demektir. Dünyanın farklı bir ucunda gerçekleşen sıcaklık artışları sadece o bölgeyi değil tüm dünyayı etkisi altına almaktadır. Bir ucunda yangınlar ve çölleşme gerçekleşirken diğer ucunda aşırı yağışlar ve sel felaketleri yaşanabilmektedir. Bu durum tüm dünya canlıları için tehdit olmakla birlikte tüm insanlığın ortak sorunudur. Karbondioksit salınımı küresel ısınmasının en temel nedeni olarak görülmektedir.

Küresel ısınmaya sebep olan, sera etkisi yaratan gazlar;

- Karbondioksit,
- Diazot monoksit,
- Metan,
- Klorofloro karbonlar,
- Florlu gazlar olurken,

Bu gazlar içerisinde en yüksek paya sahip olan karbondioksit gazıdır. Karbondioksit gazı bu nedenle küresel ısınmanın en temel nedeni olarak görülmektedir. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi BM'nin iklim değişikliği ile mücadele alanında attığı en somut adım olarak bilinmektedir. Bu sözleşme ile taraf olan ülkeler kirliliğin küresel ısınmayı artırdığını kabul etmiş ve önlem olarak sera gazı oranlarının düşürülmesi konusunda anlaşmışlardır (Dündar ve Kolay, 2021, s. 318,322).

3.1.1 Çevre kirliliği ve lojistik

İnsan varlığından itibaren var olabilmek için, hayatını sürdürebilmek için çevreye ve çevresel kaynaklara bağlıdır. Hem üretmek hem de tüketmek için çevreyle ilişki halindedir. Çevresel kaynakları üretim için kullanarak çevreden faydalanırken, tükettikleriyle de çevreye zarar verir. Doğa kendini yenileme, temizleme mekanizmasına sahip olsa da, bunun belirli bir sınırı vardır. Özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra insanın doğadan ve çevresel kaynaklardan sürdürülemez bir biçimde faydalanmaya başlamasında ciddi bir artış olmuş, doğanın kendini temizleme ve yenileme sınırı zorlanmaya başlamıştır. Günümüzde çevresel tahribatlar geri dönülemez bir biçimde artarken çevre kirliliğinin insanı olumsuz etkilemesi ciddi boyutlara ulaşmaktadır (Özkan, 2017, s. 46-47).



Şekil 3.1: Çevre Kirliliği Savaşlardan Daha Ölümcül.

Dünya'da küreselleşen birçok şey gibi, çevre kirliliği olgusu da küreselleşmiştir. Artık günümüzde bir ülkede meydana gelen çevresel kirlilik tüm Dünya'yı ilgilendirmektedir. Çünkü kirlilik sadece var olduğu bölgeyi değil çok daha ötesini olumsuz etkileyebilmektedir. Çevre insanlık olmadığı ve çevreye müdahale etmediği sürece kendi varlığını sürdürme eğilimindedir. Ancak insan yaşadığı ortam olan çevreden her geçen gün daha fazla faydalanma yoluna gitmiştir. Çevreden faydalanmak beraberinde çevre üzerinde yaratacağı tahribatları artırmış bu da zamanla çevresel sorunlara dönüşmüştür (Koru, 2021, s. 290,292).



Şekil 3.2: Deniz Kirliliği.

Denizyolu taşımacılığında sadece gemilerin salgıladığı karbon değil, gemi faaliyetleri sırasında denize atılan atıklar, limanlar ve limanlarda kullanılan araçlar da çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bunlara ek yaşanan gemi kazaları da büyük çevresel tahribatlara neden olmaktadır (Millet, Fidan ve Akoğlu, 2021, s. 229).

Deniz taşımacılığı sırasında bilhassa petrol taşımacılığı ile meydana gelen deniz kirliliği tüm kıyı devletleri, denizdeki canlıları, çevre ve yaban hayatını da olumsuz etkilemektedir. Denizdeki petrol kirlilikleri öylesine artmıştır ki ölçülebilir düzeye gelmiştir. Bu kirlilik gemi kazaları sonucu oluşabildiği gibi tankların yıkanması ve petrol kirli suyun denize boşaltılması da denizdeki petrol kirliliğini artırmaktadır. Bu durum iradi kirlilik olarak adlandırılır. Tüm bu durumlarla mücadele etmek, denizlerde olası kazaların önüne geçmek için 1969 yılında düzenlenen Petrol Kirliliği Kazalarına Açık Denizlerde Müdahale Edilmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme düzenlenmiştir. Sözleşmeye taraf devletler olası tehdit durumunda açık denizlere müdahale ile kirliliği önleme yetkisi verilmiştir. 1972 yılında Stockholm Deklarasyonu ile devletlerin çevre kirliliği ile mücadelede kendi politikalarını düzenleyebilecekleri ancak bunun yanında diğer devletlerin sınırlarına zarar vermeme ilkesi eklenerek çevre kirliliğinin

uluslararası boyutunun önemi vurgulanmıştır. 1976 yılında Barcelona’da imzalanan Akdeniz’in Deniz Ortamı ve Kıyı Bölgesinin Korunması Sözleşmesi ile taraf ülkeler gemiler ve uçakların boşaltımı ve yakmadan kaynaklı oluşturdıkları kirlilikleri, gemi atıklarının sebep olduğu kirlilikler, Akdeniz’in inceleme ve kullanım kirliliklerinin önüne geçmek, engellemek için tüm tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır (Koru, 2021, s. 299:302).

3.1.2 Tarihte lojistik felaketler

Lojistiğin çevresel etkileri düşünüldüğünde kirletici unsuru sadece emisyon değerleri olarak kabul etmek lojistiğin çevresel tahribatlarını anlatma konusunda yetersiz kalacaktır. Bazen ihmaller sonucu gerçekleşen gemi, tır veya tren kazaları çevreye taşıdığı yük veya kaza kapsamında geri dönüşü olmayan zararlar verebilmektedir. Taşınan yük itibariyle özellikle kimyasallar, yakıtlar kaza sonucu çevreye, denize yayılarak, ekolojiye; onarılması on yıllar alan bazen tam anlamıyla telafi edilmesi mümkün olmayan tahribatlara yol açmaktadır. Bu tahribatların sonucu, başta insanlar olmak üzere doğal yaşam döngüsü, hayvanlar, bitkiler, denizler büyük zarar görmektedirler. Bu kısımda kazaların neden olduğu çevre felaketleri bazı örnekler halinde derlenmeye çalışılmaktadır. Elbette Dünya’da o kadar çok sayıda kaza meydana gelmekteki, hepsini paylaşmak mümkün olmamaktadır. Bazı ve büyük kazalardan bilgiler verilerek kazaların çevreye verdiği zararlar örneklendirilmeye çalışılmaktadır.



Şekil 3.3: Deepwater Horizon Deniz Kazasında Okyanusa Karışan Petrol.

2010 yılında Amerika'nın Meksika körfezi açıklarında meydana gelen ve Deepwater Horizon deniz kazası olarak kayıtlara geçen deniz kazası, tarihin en büyük çevre felaketlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Petrol kulesinin denizaltı ekipmanlarında meydana gelen patlamalarda 11 işçi hayatını kaybederken, kaza sonrası üç ay boyunca petrol sızıntısı devam etmiştir (www.bbc.com, Erişim Tarihi: 02-06-2024).

Amerika, bu kazada 49 milyon varil petrolün okyanusa karıştığını açıklamıştır. Bu kazada çok sayıda deniz canlısı yaşamını yitirdi, çevredeki toprak alanlar verimini kaybetti ve hayatta kalan canlıların yıllar sonraki türlerinde bile sağlık sorunları tespit edildi. Kaza sonrası İngiliz petrol devi BP'ye Amerika tarihindeki görülen en yüksek ceza (20 milyar dolar) verileceği açıklanmıştır (www.webtekno.com, Erişim Tarihi: 02-06-2024).

Büyük çevre felaketlerinden bir diğeri X-Press Pearl Gemi Yangınıdır.



Şekil 3.4: Taşıdığı Kimyasallarla Birlikte Yanarak Batan X-Press Pearl Adlı Gemi.

2021 yılının Mayıs ayında yanmaya başlayan X-Press Pearl yük gemisi günlerce yanmaya devam ettikten sonra Haziran ayının başlarında Sri Lanka'nın Colombo açıklarında battı. 50 ton gazyağı, 25 ton nitrik asit, kozmetik endüstrisinde kullanılan farklı kimyasallarla beraber toplamda 278 ton gemi yakıtıyla yanarak battı. Sri Lanka'nın doğa harikası olarak adlandırılan sahil şeritlerinden birinde meydana gelen bu büyük gemi yangınından hemen sonra enkazlar ve yakıtlar kıyıya vurmaya başladı. Gemide taşınmakta olan asit, gübre ve patlayıcı madde yapımında kullanılan bu kimyasallar öylesine tehlikeliydi ki değdiği maddeyi eritmekteydi. Yangından hemen sonra da 176 deniz kaplumbağası, 20 yunus, 4 balinanın cansız bedenleri kıyıya vurdu (www.webtekno.com, Erişim Tarihi: 27.02.2024).



Şekil 3.5: X-Press Pearl Adlı Gemi Yangınından Sonra Kıyıya Vuran Canlılar.

Ancak bu sadece başlangıçtı. Çevre örgütleri bu denli büyük bir kimyasal maddenin uzun zaman geniş bir alanda canlı yaşamını tehdit edeceğini bildirdi. Sri Lanka hükümeti yangının çıkış nedenini 11 Mayıs'tan beri devam eden nitrik asit sızıntısı olduğunu bildirirken, geminin sahibi olan şirkete yangın söndürme masrafları ve çoğu balıkçılar olmak üzere 50 bin kişinin gelir kaybına karşılık gelen 40 milyon dolar tazminat davası açtı. Gemi sahibi şirketin de kabul ettiği üzere sızıntının önceden bilindiği ancak Katar ve Hindistan'ın geminin sularında kalmasına izin vermediği için müdahale edilemediği ve yangın çıktığı bildirildi. Yük gemisinin Rus uyruklu kaptanı ve 14 mürettebat daha kazayla ilgili yargılanacağı bildirildi (www.webtekno.com, Erişim Tarihi: 27.02.2024).

Bir diğer lojistik felaket; Türkiye'nin en büyük lojistik felaketlerinden biri olan Independenta faciası olarak da bilinen 15 Kasım 1979 yılında ham petrol taşıyan gemi ile kuru yük gemisinin çarpışması sonucu İstanbul Boğazında meydana gelen kazadır. Kaza, ham petrol taşıyan geminin adı Independenta ile anılmaya başlandı. Haydarpaşa limanının 800 metre açığında çarpışan Independenta ve Evriali adlı iki gemi haftalar süren büyük bir yangına, denizcilik faaliyetlerinin sonlanmasına ve çevre felaketine neden olurken kazada 50'ye yakın gemi mürettebatı yanarak ve boğularak hayatını kaybetti (turkishstudies.net, Erişim Tarihi: 02-06-2024).

Kazaya ilişkin görseller (aşağıda Şekil 3.5) yazar tarafından Trt Haber'den derlenerek düzenlenmiştir.



Şekil 3.6: Haydarpaşa Açıklarında Independenta Tanker Kazası.

Exxon Valdez Tanker Faciası; bilinen bir diğer çevre felaketi ile sonuçlanan açık deniz kazasıdır. 1989 yılının Mart ayında meydana gelen tanker kazasında birçok ihmalin varlığı gündeme gelmiş, tanker 3. Kaptanın görevi sırasında kayalıklara çarparak gövdesi hasar almıştır. Kazada 40 milyon litre petrolün suya karıştığı belirtilse de gerçekte 120 milyon litreye yakın petrolün suya karıştığı düşünülmektedir. Kazada pek çok canlı yaşamını yitirirken tahmini olarak 250 bin civarı deniz kuşu, 2800 su samuru, 250 kel kartal, 300 fok, 22 orka balinanın, çok sayıda somon ve ringa balığının ölümüyle sonuçlanmıştır. Bölgedeki denizcilik faaliyetleri uzun bir süre yasaklanmıştır. Bölge halkına yaşattığı ekonomik sıkıntıların yansısı ekosisteme ciddi hasar vermiştir (www.artemisaritim.com, Erişim Tarihi: 02-06-2024).



Şekil 3.7: Exxon Valdez Tanker Faciası.

3.1.3 Küresel ısınma ve lojistik faaliyetlerin ilişkisi

Dünya'yı ilgilendiren bir sorun olan küresel ısınma; fosil yakıt kullanımının artması, ormanlık alanların sürdürülemez bir biçimde tahrip edilmesi ve sanayileşme gibi faaliyetler sonucu meydana gelen sera gazların atmosfere salınmasıyla, atmosferin doğal sera etkisini artırması ve yeryüzü sıcaklığının artması anlamına gelmektedir. Küresel ısınmanın sayısız olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. İklim değişiklikleri, doğal felaketler, kuraklık, artan küresel su ihtiyacı, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, yerleşim yerlerinin ve tarım arazilerinin su altında kalması bunlardan sadece bazılarıdır (Özkan, 2017, s. 63-64).



Şekil 3.8: Çevre Kirliliği ve Küresel Isınma.

Sera gazları; karbondioksit, metan gazı, ozon, diazotoksit, halokarbonlar ve karbonmonoksittir. Bu gazların atmosferde birikmesi ile sera etkisi artar. Sera etkisi ile artan ısı küresel ısınmaya sebep olur ve bu durum iklim değişikliklerini beraberinde getirir. Bu döngünün sonucunda yaşanan doğal felaketler, meteorolojik olaylar dünya yaşamını tehlikeye sokar. Karbondioksit gazı salınımı sektör sıralamasında ilk sırayı enerji sektörü alırken ikinci sırayı taşımacılık sektörü almaktadır (Dündar ve Kolay, 2021: s. 318,322).

Çizelge 3.1: Sera Gazları ve Sera Gazları İçerisindeki Bulunma Oranları.

Sera Gazı Adı	Sera Gazları İçerisindeki Yaklaşık Bulunma Oranı
Karbondiyoksit (CO ₂)	72%
Metan (CH ₄)	19%
Diazotmonoksit (N ₂ O)	6%
Florlu Gazlar	
Hidro-floro-karbonlar (HFCs)	3%
Perfloro-karbonlar (PFCs)	
Sülfür heksa florür (SF ₆)	

Küresel ekonomik büyümede ulaşım faaliyetleri önemli bir yere sahiptir. Ancak ekonomik kalkınmanın artmasıyla ulaşım faaliyetleri de artmış ve bunun sonucunda küresel sera gazı emisyonları, bu emisyonlar içinde özellikle CO₂ emisyonlarının da artışı kaçınılmaz olmuştur. Bu emisyonların küresel ısınmayı hızlandırdığı ve bu artışın devam etmesi durumunda ekolojik sistem ve insan sağlığı üzerinde sayısız olumsuz etki oluşturacağı günümüzde bilinen bir gerçektir. Bu nedenle günümüzde ulaşımdan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması, bu girişimleri incelenmesi ve desteklenmesi politikaları teşvik edilmektedir. Bazı hükümetler ulaşım modlarında karbon emisyonlarının azaltılmasını amaçlayan önlemler geliştirmişlerdir. Bu önlemlerden biri; Avrupa Komisyonu (EC)'nin Avrupa limanlarına giren gemiler için koyduğu hız kuralının zorunlu kılınmasıdır. Bir diğer önlem; Almanya tarafından gelmiştir. Otoyollardan kaynaklanan emisyonların azaltılması amacıyla başlatılan eylem planında 2035 yılına kadar yeni içten yanmalı motorlu araçların satışını ve üretilmesinin yasaklanması da yer almaktadır. CO₂ emisyonları ile mücadelede Çin hükümeti de dikkat çekmektedir. Paris Anlaşmasının hükümlerini yerine getirmenin yanı sıra 2060 yılına kadar karbon nötrlüğüne ulaşmak için katı kurallar uygulamakta, ulaştırma modlarının karbon emisyonları son yıllarda yaygın bir şekilde analiz edilmektedir. Ancak sonuç olarak tüm çabalara rağmen karbon emisyonlarının azaltılmasındaki ilerleme ulaşım sektöründe daha yavaş gerçekleşmiştir. Bu alanda yeni ve etkili politikaların sürdürülmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Jiang ve diğ., 2024, s. 177).

3.1.4 Paris antlaşması

Paris Antlaşması, Kyoto Protokolünden sonra 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Paris Antlaşmasında da iklim değişikliği ile mücadele edilmesi gerektiği

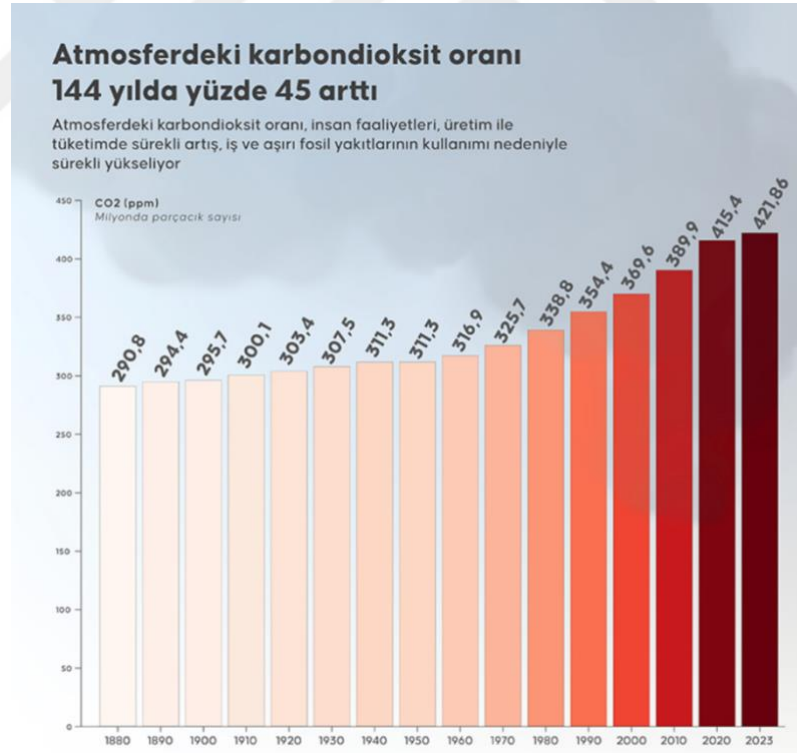
belirtilmiş yerel halkların ihtiyaçları gözetilerek eylem planları oluşturulması vurgulanmıştır (Kılıç, Dönmez ve Adalı, 2021, s. 944).

İklim değişikliği göstergeleri olarak birçok gösterge önerilmiş olsa da, Paris Anlaşması çerçevesinde sıcaklık hedefi üzerinde anlaşılmıştır. Göstergelerden sıcaklık hedefinin seçilmesinde sera gazı emisyonları ile küresel sıcaklık ortalamasının artması arasında gözlemlenen yakın ilişki etkili olmuştur. İklim değişikliği ile mücadelede Paris Anlaşması kapsamında sıcaklık hedefi 2 oC ve 1,5 oC limitleri olarak anlaşılmıştır. Belirlenen sıcaklık hedefleri doğrultusunda G20 üye ülkeler arasında fosil yakıt kullanımı ve sonucunda ortaya çıkan karbondioksit emisyon değerleri baz alınmaktadır. Anlaşmaya göre emisyon azaltım taahhüdünde bulunan ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, milli gelir düzeyleri, kişi başı emisyon değerleri birbirinden çok farklıdır. Ülkelerin taahhütte bulundukları emisyon azaltım miktarları da farklıdır (Doğan, Doğan ve Tüzer, 2021 s. 1008, 1010).

3.1.5 Kyoto protokolü

Enerji tüketimi ile meydana gelen sera gazları ve bu gazların neden olduğu sera etkisi, iklim değişikliklerine, asit yağmurlarına, hava kirliliklerine neden olmaktadır. Bu sonuçlar küresel bir kaygıyı oluşturur. Küresel anlamda ortaya çıkan bu sorunların çözümü sadece bir ya da birkaç ülke değil, küresel anlamda bir çaba gerektirmektedir. Kyoto Protokolünün amacı da küresel bir çevre rejimi oluşturabilmektir. Kyoto Protokolü küresel ısınmanın önüne geçmek için Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması kapsamında atılan önemli bir adımdır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması 1992'de Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde gerçekleştirilen Dünya Zirvesi'nde gündeme alınmış ve 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu anlaşma ile küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olan sera gazlarının atmosferi tehlikeye düşürecek boyutlara ulaşmasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu konuda gerçekleştirilen ikinci zirve toplantısı Güney Afrika'nın başkenti Johannesburg'da gerçekleştirilen zirve toplantısıdır (Demir, 2006, s. 242, 246). Üçüncü taraflar konferansı ise 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde gerçekleştirilmiş ve Kyoto Protokolü ortaya konmuştur (T.C. Dışişleri Bakanlığı, Erişim Tarihi: 01.05.2024). Paris anlaşması sıcaklık artışının belirlenen seviyelerde tutulması hedefini benimserken; Kyoto Protokolü'nde emisyon değerlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir (Doğan, Doğan ve Tüzer, 2021 s. 1010).

1997 yılında Kyoto Protokolü'nde, 1990 yılına göre sera gazı salınımının %5.2 oranında azaltılması hedeflenmiştir. Kyoto Protokolünün ana hedefi sera gazlarının (karbondioksit, metan, diazot oksit, sülfürheksaflorit, hidroflorokarbonlar ve Perflorokarbonlar) emisyon değerlerinin düşürülmesidir. 2008 ve 2012 yılları arasındaki bu hedeften sonra 2019 yılına gelindiğinde ikinci taahhüt dönemi olan Doha Değişikliğinde ikinci hedef sera gazlarının emisyon değerlerinin 2020 yılında, 1990 yılına göre %18 azaltılmış olması şeklinde kararlaştırılmıştır. 1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005 yılında resmi olarak yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolünde küresel ısınmanın önüne geçmek ve sera gazlarının azaltılmasını sağlamak için birtakım önlemler sıralanmıştır. Bu önlemler, enerji verimliliği sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve bu yönde teknolojilerin geliştirilmesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması, metan emisyonlarının geri kazanımı, sera gazı emisyon değerlerinin azaltılması, karbondioksit tutulumunu sağlayan ormanların ve bitki örtüsünün korunması ve yaygınlaştırılması şeklinde açıklanmıştır (Kılıç, Dönmez ve Adalı, 2021, s. 944).



Şekil 3.9: Atmosferde Bulunan Karbondioksit Miktarı Değişimi (1880-2023).

Şekil 3.7’de görüldüğü üzere 1880 yılında 290,8 ppm olarak ölçülen atmosferdeki karbondioksit miktarı 2023 yılında 421,86 olarak ölçülmüştür.

Karbon emisyonlarının %80'inin fosil yakıtlardan kaynaklandığı bilinirken enerji tüketimi iklim değışikliklerinin ana kaynağı ve temel konusu haline gelmiştir. Petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar yandıklarında karbon açığa çıkarmaktadırlar. Atmosfere yayılan sera gazlarının en temel nedeni de bu yakıtlardır. Kömür madenciliğı sırasında ortaya çıkan ve atmosfere yayılan metan gazı da sera etkisi yaratan gazlardandır. Küresel ısınmayı hızlandıran iklim değışikliklerinin tetikleyicisi bir diğ er unsur ise ormanların yok edilmesi ve yeni toprak kullanım alışkanlıklarıdır. Sanayi üretimi kullanılan enerji sonucunda hava ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ormanlar ise hava ve çevre kirliliklerini temizleyici etkileriyle dengeleyici bir unsurdur. Ormanların yok edilmesi, alanların sanayileş me için kullanılması küresel ısınmayı hızlandıran önemli bir durumdur. Ülkeler, sahip oldukları nüfus, sanayileş me, ekonomik koşulların iyileş mesi gibi farklı koşullar taşırlar. Ve bu koşullar ülkelerin enerji tüketimlerini artırır ya da azaltır. Bu nedenle her ülkenin salgıladığı karbon farklı düzeylerde olduğı gibi küresel ısınmaya olan etkileri de farklıdır (Demir, 2006, s. 245).

Çizelge 3.2’de Kyoto Protokolünde açıklanan sera gazları, bu gazların simgeleri ve karbondioksit eşdeğ eri olarak küresel ısınmaya olan etki potansiyelleri verilmiştir.

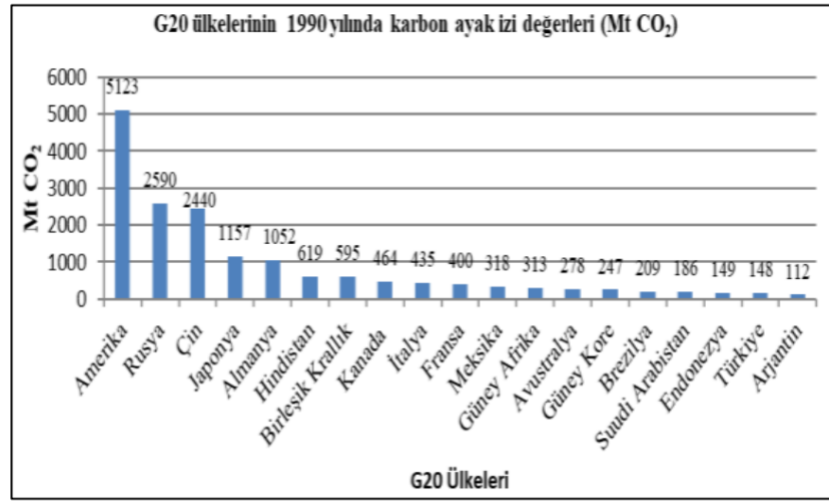
Çizelge 3.2: Sera Gazlarının Küresel Isınma Potansiyelleri (Karbendioksit Eşdeğ eri).

SERA GAZI	CO2 Eşdeğ eri Küresel Isınma Potansiyeli
CO2 (Karbendioksit)	1
CH4 (Metan)	21
N2O (Diazot Oksit)	310
HFCs (Hidroflorokarbonlar)	140-11700
PFCs (Perflorokarbonlar)	6500-9200
SF6 (Sülfür Heksaflörür)	23900

CO2 eşdeğ eri, diğ er sera gazlarının aynı miktarda karbondioksite göre ne kadar ısı tutabilme kapasiteleri olarak tanımlanır. Çizelge 3.2’ye göre CO2 (karbondioksit) gazı en az ısı tutma potansiyeli olan sera gazı olarak görülse de salınım miktarı açısından bakıldığında en tehlikeli sera gazı olarak kabul edilmektedir.

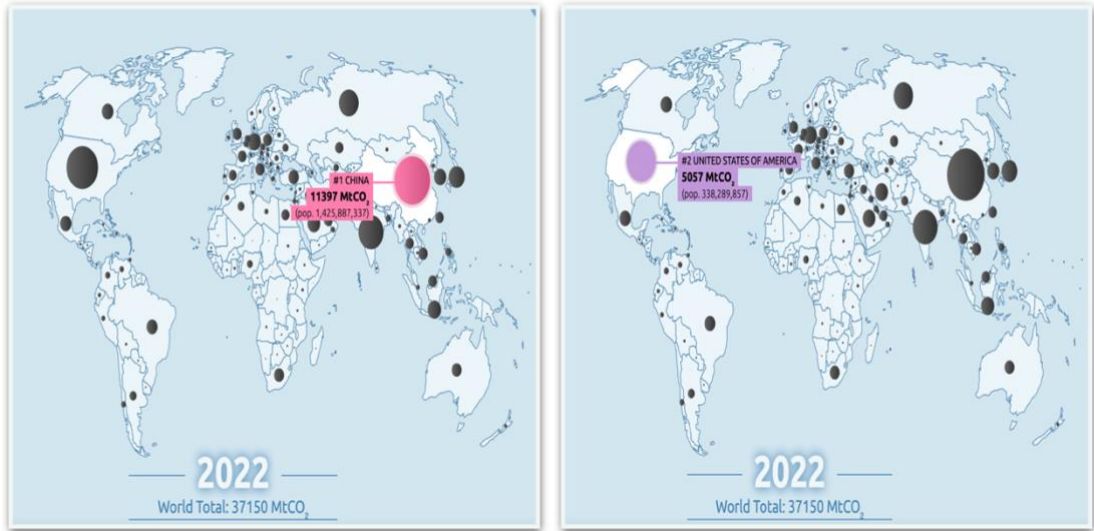
Karbon ayak izi, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazlarının birim karbondioksit (CO2) cinsinden ölçülmesidir. Birincil karbon ayak izi, doğrudan karbon emisyonlarını yani fosil yakıtların yanmasıyla açığ a çıkan emisyonların, ikincil

karbon ayak izi ise hammaddelerin nihai ürün ve bertaraf edilmesine kadar geçen sürede meydana gelen karbon emisyonlarının ölçüsüdür. Karbon ayak izi toplam sera gazı emisyonlarının birim CO₂ eşdeğeri olarak ifade edilmesidir. Dünya karbon atlasına göre 1960 ve 2018 yılları arasındaki G20 ülkelerinin karbon ayak izi verilerine dayanarak yapılan araştırmada 1990 yılında Amerika, Rusya ve Çin en yüksek karbon ayak izine sahip ülkeler olurken; Endonezya, Türkiye ve Arjantin en düşük karbon ayak izine sahip ülke olmuşlardır (Şekil 3.8). 2018 yılına gelindiğinde ise Çin, Amerika ve Hindistan en yüksek karbon ayak izine sahip üç ülke olurken; İtalya, Fransa ve Arjantin en düşük karbon ayak izine sahip üç ülke olmuşlardır. İncelemede Türkiye'nin 2018 yılındaki karbon ayak izi 1990 yılındaki karbon ayak izi değerine göre 2.5 kat artmıştır (Kılıç, Dönmez ve Adalı, 2021, s. 945:946).



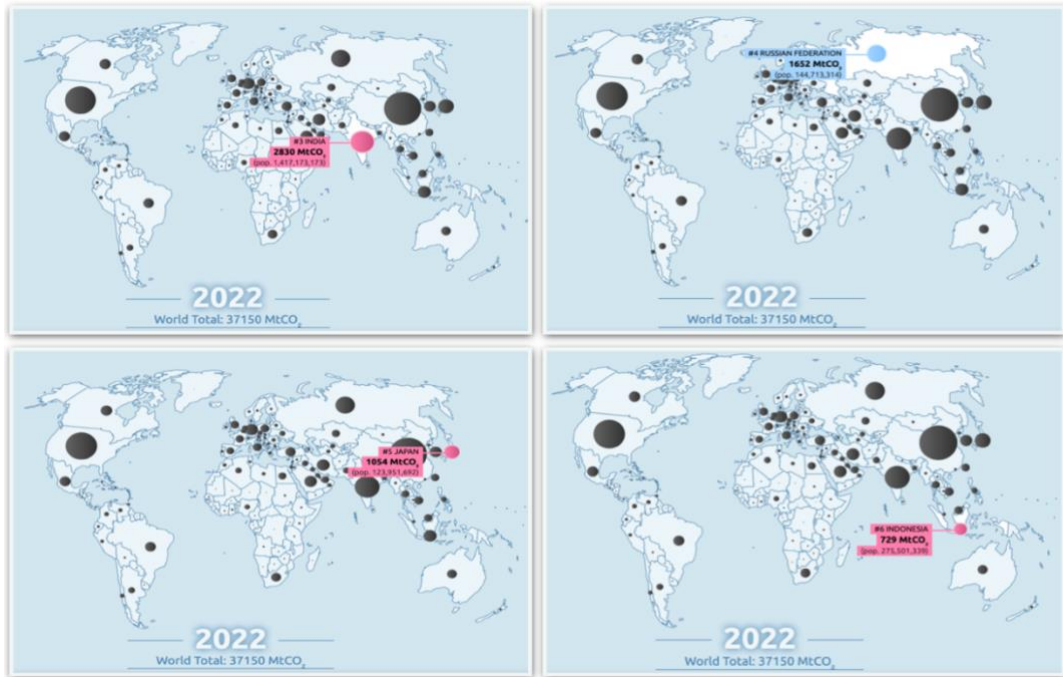
Şekil 3.10: 1990 Yılı Karbon Ayak İzi Değerleri (MTCO₂).

Aşağıda Şekil 3.9, Şekil 3.10, ve Şekil 3.11’de 2022 yılı verilerine göre Dünya’da karbon emisyonu verileri ve ülkelerin emisyon sıralaması verilmiştir.



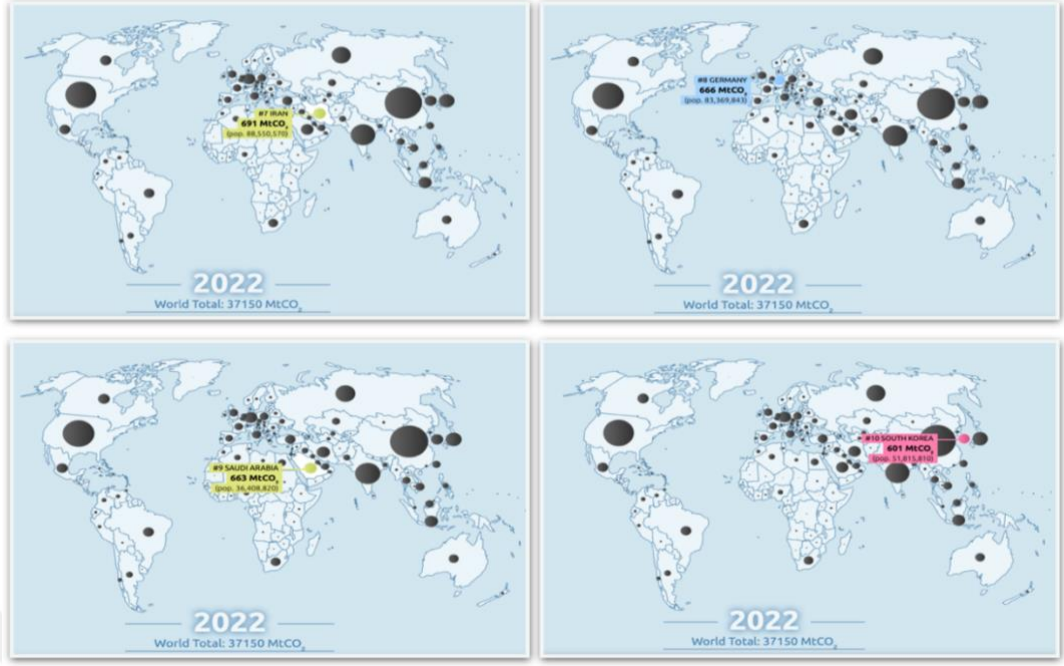
Şekil 3.11: 2022 Yılına Göre Küresel Karbon Atlası Haritası (1 ve 2 Sıradaki Ülkeler).

2022 yılında Dünya toplam karbon emisyonu 37150 MtCO₂'dir. Bölgesel karbon emisyon verilerine göre Çin 11397 MtCO₂ ile Dünya'da birinci sırada yer alırken, Amerika 5057 MtCO₂ ile ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 3.9).



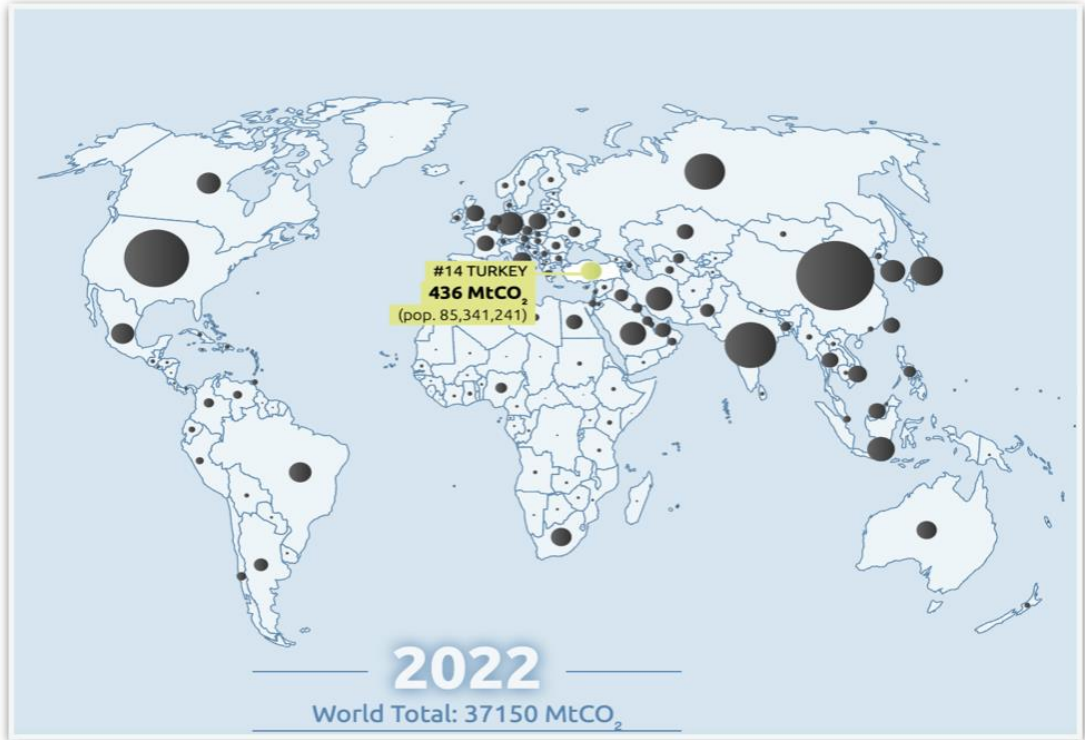
Şekil 3.12: 2022 Yılına Göre Karbon Atlası Haritası (3, 4, 5 ve 6 Sıradaki Ülkeler).

Karbon atlasına göre 2022 yılında Hindistan 2830 MtCO₂ karbon emisyonu ile üçüncü sırada yer almaktadır. 1652 MtCO₂ ile Rusya dördüncü sırada yer alırken Japonya 1054 MtCO₂ ile beşinci sırada yer almaktadır. Altıncı sırada 729 MtCO₂ ile Endonezya bulunmaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.13: 2022 Yılına Göre Karbon Atlası Haritası (7, 8, 9 ve 10. Sıradaki Ülkeler).

Şekil 3.11’de görüldüğü üzere İran 691 MtCO₂ ile yedinci, Almanya 666 MtCO₂ ile sekizinci, Suudi Arabistan 663 MtCO₂ ile dokuzuncu ve Güney Kore 601 MtCO₂ ile onuncu sırada bulunmaktadır. Listede Türkiye (Şekil 3.12) 436 MtCO₂ ile karbon emisyonu sıralamasında on dördüncü sırada bulunmaktadır.



Şekil 3.14: 2022 Yılına Göre Karbon Atlası Haritası (14. Sırada Türkiye).

Sera gazları atmosferde ısının tutulmasını sağlayarak sera etkisi yaratırlar. Bilim insanlarına göre özellikle CO₂ miktarındaki artış bu gazların yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. İnsan faaliyetlerinin artması, fosil yakıtların kullanılması CO₂ oranının artışıdaki temel unsurlar olarak kabul edilmektedir (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018, s. 158). Kyoto protokolünde baz alınan altı adet sera gazının hangi ana durumlardan kaynaklandığı aşağıda Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3: Kyoto Protokolü’nde Temel Alınan Sera Gazları ve Ana Kaynakları.

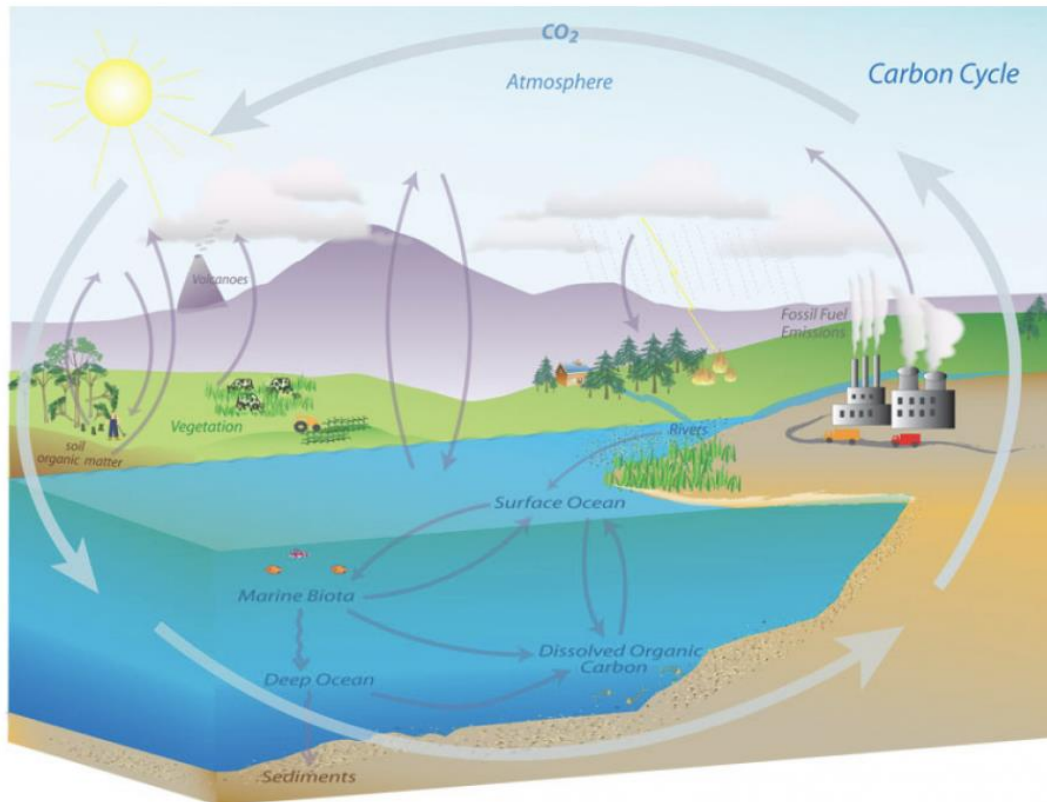
Sembol	İsim	CO ₂ Eşdeğeri	Ana Kaynak
CO ₂	Karbon dioksit	1	Fosil yakıtların yanması, orman yangınları, çimento üretimi
CH ₄	Metan	21	Landfill sahalar, petrol ve doğal gazın üretim ve dağıtımı, çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerindeki fermantasyon
N ₂ O	Diazot monoksit	310	N ₂ O fosil yakıtların yanması, gübreler, naylon üretimi
HFCs	Hidroflorokarbonlar	140-1.700	Buzdolabı gazları, alüminyum eritme, yarı iletken üretimi
PFCs	Perflorokarbonlar	6.500~9.200	Alüminyum üretimi, yarı iletken üretimi
SF ₆	Sülfür Heksaflorür	23.900	Elektrik iletim ve dağıtım sistemleri, magnezyum üretimi

3.1.6 Emisyon türleri

Bu kısımda Sera Gazlarını daha iyi tanıyabilmek için, sera gazlarının özellikleri, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi olaylara etkileri daha yakından incelenmektedir. Önce sera gazları hakkında genel bir giriş yapılacaktır ardından, küresel ısınma deyince akla ilk gelen gaz olan, toplumlarda yer etmiş iklim değişikliği mücadelelerinde başı çeken karbondioksit (CO₂) gazı ile ilgili veriler paylaşılacaktır. Sonrasında sırasıyla diğer sera gazları hakkında detaylı bilgilere yer verilecektir.

Sera gazlarının (yukarıda Çizelge 3.3’de verilen gazlar) neden olduğu küresel ısınma ve buna bağlı gelişen iklim değişikliklerinin etkileri uzun senelerce devam etmektedir. Sera gazları atmosferde uzun yıllar kalabilmektedirler. Atmosferde ısıyı hapsederek sera etkisi yaratırlar. Sera gazlarının atmosferde kalma süreleri de birbirlerinden oldukça farklıdır. CO₂ (karbondioksit) atmosferde yüzlerce hatta binlerce yıl kalmaya devam edebilmektedir. Buna karşı N₂O (diazotmonoksit) yaklaşık 120 sene, CH₄

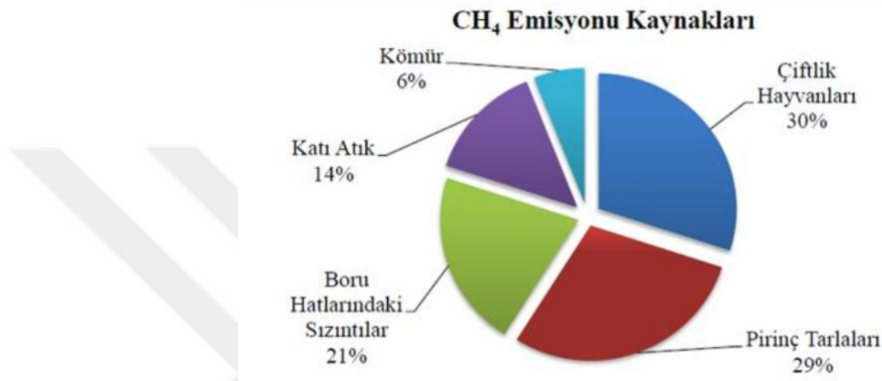
Karbon; Dünya'daki sıcaklığı düzenler, insanlığın temel besinleri olan yiyeceklerin oluşmasını sağlamaktadır. Ekosistem için olmazsa olmaz karbon Dünya'nın kimyasal omurgasını oluşturmaktadır (U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, www.noaa.gov). Karbon; doğada atmosfer, okyanuslar, kara ve deniz canlıları, mineral rezervleri arasında bir döngü halinde bulunmaktadır (aşağıda Şekil 3.13). Bu döngüler daha çok atmosfer ve bitki örtüsü ile atmosfer ve okyanus yüzeyi arasında bulunmaktadır. Karbonun oksitlenmiş hali olan CO₂'dir ve atmosferde çoğunlukla bu halde bulunur. Ekosistemin doğal dengesi içerisinde karbon dengesi ekosistem tarafından kendine özgü biçimlerle sağlanmaktadır. Ancak insanlığın artan fosil yakıt kullanımı, sanayi üretimi özellikle çimento üretimi, taşımacılık sektörü, yanlış tarımsal faaliyetler gibi birtakım nedenlerle atmosferde bulunan karbon dengesi bozulmaktadır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018: 158). Bu nedenle küresel ısınmaya katkıları bakımından düşünüldüğünde uzun ömürlü olan CO₂ gazının üretimi aşamasında insan faaliyetleri oldukça yer tutar (Karadaş ve Koşaroğlu, 2021 s. 914).



Şekil 3.15: Karbon Döngüsü.

Küresel ısınmayı hızlandıran ikinci önemli gaz metan gazıdır. Metan gazı (CH_4) Dünya'da doğal olarak pek çok noktada bulunmaktadır. Karbondioksit ile kıyaslandığında atmosferdeki yoğunluğu daha düşüktür ve kalış süresi de onda biri kadardır. Ancak buna rağmen kızıl ötesi ışınları soğurma gücü oldukça yüksek olan bu gaz küresel ısınmaya neden olan önemli ve tehlikeli bir gaz türüdür. Metan gazı doğada bulunabildiği gibi yarısına yakın bir miktarı insan faaliyetleri sonucu açığa çıkmaktadır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018: 159).

Bu faaliyetler Şekil 3.14'de verilmiştir.



Şekil 3.16: Metan Emisyonu Dağılımı (İnsan Faaliyetleri Kaynaklı).

Kaynak: Bıyık ve Civelekoğlu, 2018: 159.

Buna göre insanların yapmış olduğu faaliyetler sonucu meydana gelen metan gazı dağılımı şu şekildedir: çiftlik hayvanları %30, pirinç tarlaları %29, boru hatlarında meydana gelen sızıntılar %21, kömür faaliyetleri %6 ve katı atık faaliyetlerinden %14'tür. Metan gazı konsantrasyonunun artışı CO_2 konsantrasyonunun artışı ile de ilişkilidir. CO_2 konsantrasyonu artarak yerkürenin ısınmasına neden olmaktadır. Yerkürenin ısınmasının sonuçlarından biri de buzulların erimesi ve metan gazının ortaya çıkmasıdır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018: 159).

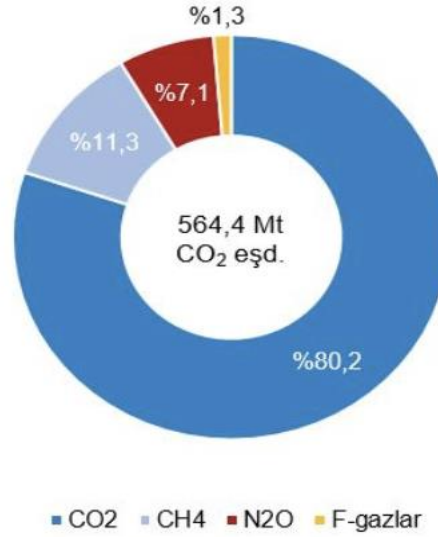
Diazotmonoksit (N_2O) daha çok toprakta yaşanan biyolojik olayların sonucunda açığa çıkar. Doğal ve biyolojik bir sürecin ürünü olan bu gaz normal seviyesinin üzerinde küçük değişiklikler meydana getirdiği için izlenmesi ve takip edilmesi zor bir gaz türüdür. Kyoto Protokolü'nde karbon ve metan gazından sonra üçüncü sırada ele alınan sera gazı türüdür. N_2O aynı kütlede CO_2 'den 265 ila 298 kat daha yüksek bir küresel ısınma potansiyeline sahiptir. Çünkü N_2O atmosferdeki kızılötesi ışıkları güçlü bir şekilde emebilir. Bu durum Dünya'nın radyasyon miktarını oldukça artırmaktadır. Bu yüzden çok az bir miktar N_2O , önemli ve tehlikeli bir sera gazı olarak kabul edilmektedir. (Karadaş ve Koşaroğlu, 2021, s. 914). Azot oksit gazlar

içerisinde en önemlisi kabul edilen diazotmonoksit (N₂O), azot ve oksijenin 250 derece sıcaklıkta kimyasal tepkimeye girmesiyle oluşur. Atmosferde miktar bakımından oldukça az bulunur. Sera etkisi yaklaşık olarak %8'dir ve karbondioksit göre yaklaşık 300 kat daha fazla sera etkisi yaratır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018, s. 159).

Sera etkisine neden olan diğer gazlar florlu gazlar grubudur. Kimyasal kararlılıkları yüksek olan bu gazlar üretilmeye başlandıkları 1930'lu yıllardan bu yana küresel ısınmaya oldukça etki etmektedirler. Atmosferde parçalanmadan 100 seneye yakın bir süre kalabilirler. Kloroflorokarbonlar doğada kendiliğinden bulunmayıp, insan faaliyetleri sonucu meydana gelirler. Sanayileşme ile birlikte artış göstermiştir. Kloroflorokarbonlar karbondioksit göre 20 bin kat daha fazla ısıyı tutabilirler. Ozon Tabakasını İncelten Maddelere ilişkin yönetmelik Montreal Protokolü'nde ele alınan ve Birleşmiş Milletler tarafından yasal düzenlemelere tabi olan insan yapımı kimyasallar (klor, kloroflorokarbonlar-CFC, hidroflorokarbonlar HCFC, metil kloroform, karbon tetraklorid ve brom içerikli halonlar, metil bromid, hidro bromo florokarbonlar-HBFC, halokarbonlar) ısımaya doğrudan ve dolaylı etki etmektedirler. Yasaklanan malzemelerin yanı sıra kloroflorokarbonlar kullanımdan kaldırılmışlardır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018, s. 160).

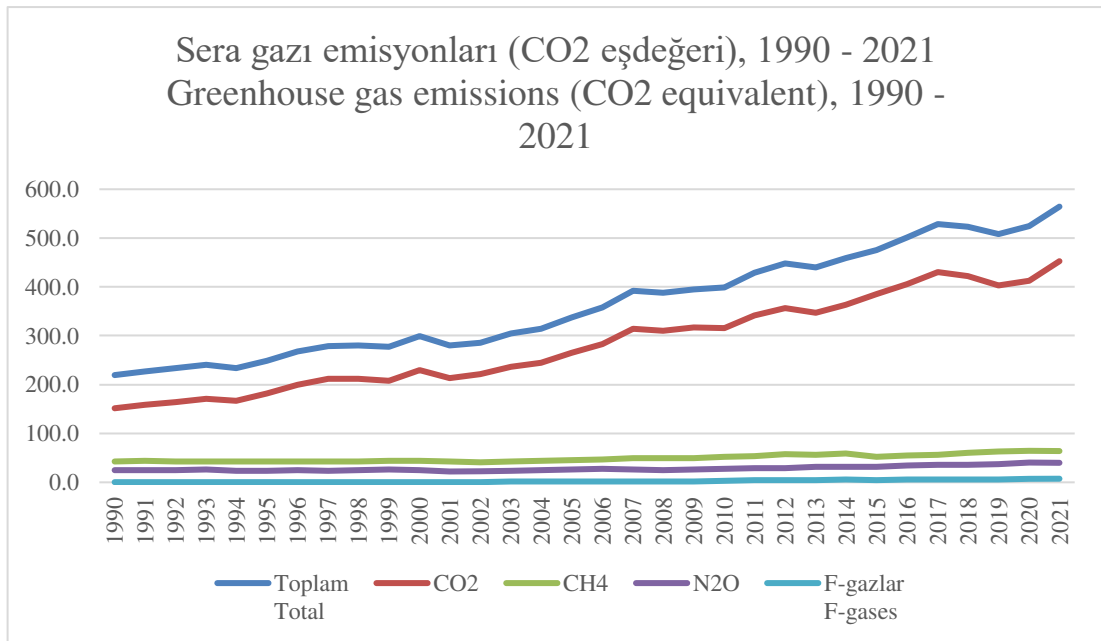
3.1.7 Taşımacılık türlerine göre emisyon değerleri

Küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve daha pek çok ekolojik bozulmanın nedeni sera gazlarıdır. Sera gazları içerisinde de en çok mücadele edilmeye çalışılan, miktar bakımından sera gazları içerisinde %80'lik bir pay ile en fazla olan sera gazı CO₂ (karbondioksit)'tir (aşağıda Şekil 3.15).



Şekil 3.17: Gazlara Göre Sera Gazı Emisyon Oranları, 2021.

Aşağıda Şekil 3.16’da görüldüğü üzere seneler içerisinde de en yüksek artış gösteren gaz yine karbondioksit gazıdır. Bu nedenle çalışmada taşımacılık sektörüne ait emisyon oranları incelenirken CO2 baz alınmaktadır. Çalışmanın bu kısmında dört ana taşıma modu için, sırasıyla; Havayolu Taşımacılığı Emisyon Değerleri, Karayolu Taşımacılığı Emisyon Değerleri, Denizyolu taşımacılığı emisyon değerleri ve Demiryolu Taşımacılığı Emisyon Değerleri incelenmektedir.



Şekil 3.18: Sera Gazı Emisyonları (CO2 Eşdeğeri), 1990 – 2021.

3.1.7.1 Havayolu taşımacılığı emisyon değerleri

Toplam CO2 (karbondioksit) kirleticilerinin %2’si havayolu endüstrisinden kaynaklanmaktadır. Uçaklardan kaynaklanan emisyonların çevresel etkileri LTO

(Landing Take Off) ve seyir aşaması olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. İniş kalkış döngüsü; taksi, kalkış, tırmanma ve yaklaşma olarak dört kısımdan oluşur. Yerden 915 metre yüksekliğe kadar olan uçak hareketleri iniş kalkış süreci ve 915 metre sonrasındaki uçak hareketleri uçuş seyir süreci (düz uçuş modu) olarak kabul edilmektedir. Havalimanlarında açığa çıkan emisyonlar daha çok iniş kalkış döngüsünde meydana gelmektedir. İniş kalkış döngüsünde CO₂, H₂O, NO_x, SO_x, CO, HC, VOC, NMVOC gibi tehlikeli gazlar, sera gazları ve çeşitli partiküller salınmaktadır (Akdeniz, 2021: 1141).

Aşağıda Çizelge 3.4’te Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre Havayolu ulaşım modunun seneler içerisindeki emisyon değerleri verilmektedir. Değerler kiloton CO₂ eşdeğeri olarak verilmektedir.

Çizelge 3.4: Havayolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021
Toplam	26.969	34.113	36.465	42.041	45.392	75.798	84.617	82.428	80.680	91.200
Havayolu	923	2.775	3.099	4.089	2.862	4.205	3.688	3.509	2.164	2.856
Karayolu	24.777	29.760	31.850	35.532	39.941	69.309	78.907	76.720	76.601	86.499
Demiryolu	721	768	713	757	517	480	435	400	323	356
Denizyolu	509	726	623	1.299	1.682	1.147	931	1.217	1.264	1.128
Diğer	39	83	180	364	390	656	657	581	328	361

Çizelgeye göre; 1990 yılında havayolu ulaşımından kaynaklı emisyon değeri 923 kiloton (kt) CO₂ eşdeğeridir. 1995 yılında bu rakam artış göstererek 2775 kiloton CO₂'ye yükselmektedir. 2000 yılında emisyon değeri yükselişine devam ederek 3099 kiloton CO₂ ölçülmektedir. 2005 yılında yükselişini sürdürmekte ve 4089 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2010 yılına gelindiğinde havayolu emisyonları azalma göstermiş 2862 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2015 yılında tekrar artarak 4205 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak kaydedilmiştir. 2018 yılı havayolu emisyon değeri 3688 kiloton CO₂ eşdeğerine düşerken, takip eden 2019 yılında 3509 kiloton CO₂ eşdeğeri ölçülmüştür. 2020 yılında azalışını sürdürerek 2164 kiloton CO₂ olarak kaydedilmiş ve 2021 yılında 2856 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak gözlenmektedir.

3.1.7.2 Karayolu taşımacılığı emisyon değerleri

Taşımacılık sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları 1971 yılından günümüze kadar sürekli artış göstermiştir. Taşımacılık sektöründen kaynaklanan emisyonların yaklaşık dörtte üçünden fazlası karayolu taşımacılığından kaynaklanmaktadır (İsler, Blumenfeld ve Roberts, 2022, s. 1). Taşımacılık sektörü içinde en yüksek karbondioksit salınımı gerçekleştiren taşıma modu karayolu taşımacılığıdır (Dündar ve Kolay, 2021, s. 318).

2021 yılında gazların sera gazı emisyon oranları sırasıyla karbondioksit (CO₂) %80,2, metan (CH₄) %11,3, azot oksit (N₂O) %7,1 ve florlu gazlar %1,3 olarak kaydedilmiştir.

Karayolu taşımacılığının sera gazı emisyonu sıralamasında başı çekmesinin tek nedeni yoğun kullanılması değil, kullanılan yakıtın kalitesi de bu emisyon miktarını artırmaktadır. Kullanılan araçların cinsi, kullanılan yakıtın kalitesi, kullanılan yol ve güzergahın dahi emisyon miktarlarını etkilediği bilinmektedir.

Kullanılan yakıtlara göre litre başına yayılan karbon emisyonları sırasıyla dizel, benzin ve lpg'dir (Dündar ve Kolay, 2021, s. 323). Aşağıda çizelge 3.4'te otomobillerin yakıt cinsine göre Benzin; 2004 yılından 2019 yılına kadar sürekli azalarak; %75,2 kullanım oranından %24,2 kullanım oranına gerilemektedir. 2019 yılından 2023 yılına kadar artış göstererek %24,2 kullanım oranından %28,7 kullanım oranına arttığı gözlenmektedir. Dizel yakıt ise; 2004 yılından 2020 yılına kadar sürekli artış göstererek kullanım oranı %4,7'den %38,3'e yükselmiştir. 2020 yılından 2023 yılına kadar kullanım oranı azalmış olup %35,6'ya gerilemiştir. LPG yakıtı ise 2004 yılında %14,7 olan kullanım oranı 2013 yılına kadar artış göstererek %41,5 kullanım oranına ulaşmıştır. 2013 yılından itibaren 2023 yılına kadar sürekli azalış göstererek %33,5 kullanım oranına gerilediği gözlemlenmektedir. Toplam kullanım oranı bazında bakıldığında 2019 yılından itibaren 2023 yılına kadar Dizel yakıtın kullanım oranı en yüksek yakıt cinsi olduğu, bunu sırasıyla LPG ve Benzin'in takip ettiği gözlenmektedir.

Çizelge 3.5: Trafiğe Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Cinsine Göre Dağılımı, 2004 – 2023.

Yıl	Toplam		Benzin		Dizel		LPG		Hibrit		Elektrik		Bili nmeyen	
Year	Total	(%)	Gasoline	(%)	Diesel	(%)	LPG	(%)	Hybrid (1)	(0/0)	Electric	(%)	Unknown	(%)
2004	5400440	100	4062486	75,2	252 629	4,7	793 081	14,7					292 244	5,4
2005	5772745	100	3883 101	67,3	394 617	6,8	1 259 327	21,8					235 700	4,1
2006	6 140 992	100	3838 598	62,5	583 794	9,5	1 522 790	24,8					195 810	3,2
2007	6472 156	100	3714973	57,4	763 946	11,8	1 826 126	28,2					167 111	2,6
2008	6796624	100	3531 763	52	947 727	13,9	2214661	32,6					102 473	1,5
2009	7093964	100	3373875	47,6	1 111 822	15,7	2 525449	35,6					82 818	1,2
2010	7 544862	100	3 191 964	42,3	1 381 631	18,3	2900034	38,4					71 233	0,9
2011	8 113 111	100	3036 129	37,4	1 756 034	21,6	3259288	40,2	23	0	24	0	61 613	0,8
2012	8648875	100	2 929216	33,9	2 101 206	24,3	3 569 143	41,3	53	0	175	0	49 082	0,6
2013	9283923	100	2 888610	31,1	2497209	26,9	3852 336	41,5	83	0	353	0	45 332	0,5
2014	9857915	100	2855078	29	2882 885	29,2	4076730	41,4	113	0	412	0	42 697	0,4
2015	10 589337	100	2927720	27,6	3345951	31,6	4272 044	40,3	324	0	565	0	42733	0,4
2016	11 317998	100	3031 744	26,8	3803772	33,6	4439631	39,2	517	0	643	0	41 691	0,4
2017	12035978	100	3 120407	25,9	4256305	35,4	4616842	38,4	925	0	760	0	40 739	0,3
2018	12398 190	100	3089626	24,9	4568665	36,8	4695717	37,9	4415	0	952	0	38815	0,3
2019	12 503049	100	3020017	24,2	4769714	38,1	4661 707	37,3	13877	0,1	1 176	0	36558	0,3
2020	13099041	100	3201 894	24,4	5014356	38,3	4810018	36,7	33690	0,3	2797	0	36286	0,3
2021	13706065	100	3495 172	25,5	5 158803	37,6	4923275	35,9	86 682	0,6	6267	0	35866	0,3
2022	14269352	100	3817 104	26,8	5261 876	36,9	5005563	35,1	134 662	0,9	14 552	0,1	35595	0,2
2023	15221 134	100	4362 975	28,7	5425652	35,6	5094751	33,5	222 328	1,5	80043	0,5	35385	0,2

Aşağıda Çizelge 3.6'da Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre Karayolu ulaşım modunun seneler içerisindeki emisyon değerleri verilmektedir. Değerler kiloton CO2 eşdeğeri olarak verilmektedir.

Çizelge 3.6: Karayolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021
Toplam	26.969	34.113	36.465	42.041	45.392	75.798	84.617	82.428	80.680	91.200
Havayolu	923	2.775	3.099	4.089	2.862	4.205	3.688	3.509	2.164	2.856
Karayolu	24.777	29.760	31.850	35.532	39.941	69.309	78.907	76.720	76.601	86.499
Demiryolu	721	768	713	757	517	480	435	400	323	356
Denizyolu	509	726	623	1.299	1.682	1.147	931	1.217	1.264	1.128
Diğer	39	83	180	364	390	656	657	581	328	361

Çizelgeye göre; 1990 yılında karayolu ulaşımından kaynaklı emisyon değeri 24777 kiloton (kt) CO2 eşdeğeri'dir. 1995 yılında bu rakam 29760 kt CO2'ye yükselmektedir. 2000 yılında 31850 kiloton CO2 ölçülürken; 2005 yılında artışını sürdürerek 35532 kiloton CO2 eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2010 yılında karayolu emisyonları yükselişe devam ederek 39941 kiloton CO2 eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2015 yılında 69309 kiloton CO2 eşdeğeri olarak kaydedilmiştir. 2018 yılı karayolu emisyon değeri 78907 kiloton CO2 eşdeğeri iken, takip eden 2019 senesinde azalma göstererek 76720 kiloton CO2 eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2020 yılında 76601 kiloton CO2 ile azalışı sürdürürken, 2021 yılında 86499 kiloton CO2 eşdeğerine ulaşarak önceki tüm senelerin üzerinde bir artış yaşadığı gözlenmektedir.

3.1.7.3 Denizyolu taşımacılığı emisyon değerleri

Karayolu ve havayolu taşımacılığına göre daha çevreci olarak bilinse de denizyolu taşımacılığı taşıma sıklığı bakımından çevresel kirlilik için olumsuz etki oluşturabilmektedir. Denizyolu taşımacılığında hava ve su kirliliği, denizlerdeki gemi yoğunluğu gibi çevresel kirlilikler ortaya çıkabilmektedir (Millet, Fidan ve Akoğlu, 2021, s. 226).

Emisyon oranlarında iyileşmeler yaşanabilmesi için gemilerin enerji verimliliği konusunda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Gemilerde yapılacak enerji verimliliği çalışmaları sadece gemi ve yönetimi ile ilgili bir durum değildir. Gemi tamircileri, gemi sahipleri, gemi kiralayıcıları, operatörler, kargo sahipleri, liman yönetimi gibi pek çok paydaş bu verimlilik çalışmalarına tabi tutulmalıdır. Çünkü tüm paydaşlar arasındaki ortak çalışma ve koordinasyon enerji verimliliği alanındaki çalışmaların sonucunu da o derece artıracaktır. Bu nedenle bir enerji yönetim planının hazırlanıp tüm paydaşlar arasında ortak bir çalışma yürütülmesi koordinasyon açısından önemlidir. Uygulanacak enerji verimliliği planı; enerji tasarruf yöntemlerinin belirlenmesi, alınacak önlemlerin ortaya konulması, ekip içi görev tanımlarının oluşturulması, nitelikli elemanlara yer verilmesi ve görev tanımlarının kalifiye elemanlara tebliğ edilmesi, koordinasyon ve takip süreçlerini içeren bir sistemdir (Remyha ve diğ., 2023, s. 9).

Birim başına düşen emisyon oranlarında diğer taşıma modlarına göre daha düşük değerlere sahip olan denizyolu taşımacılığı yine de çevreye büyük zararlar verebilmektedir. Geri kalmış teknolojilere sahip eski gemilerin taşımacılıkta kullanılması da yüksek karbon emisyonuna neden olmaktadır. Kullanılan yakıt; seyir, ısınma, elektrik, makinelerin çalıştırılması gibi nedenlerle gemide kullanılmakta ve bu zararlı gazların açığa çıkmasına neden olmaktadır (Millet, Fidan ve Akoğlu, 2021, s. 227-228).

Aşağıda Çizelge 3.7’de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre Denizyolu ulaşım modunun seneler içerisindeki emisyon değerleri verilmektedir. Değerler kiloton CO₂ eşdeğeri olarak verilmektedir.

Çizelge 3.7: Denizyolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021
Toplam	26.969	34.113	36.465	42.041	45.392	75.798	84.617	82.428	80.680	91.200
Havayolu	923	2.775	3.099	4.089	2.862	4.205	3.688	3.509	2.164	2.856
Karayolu	24.777	29.760	31.850	35.532	39.941	69.309	78.907	76.720	76.601	86.499
Demiryolu	721	768	713	757	517	480	435	400	323	356
Denizyolu	509	726	623	1.299	1.682	1.147	931	1.217	1.264	1.128
Diğer	39	83	180	364	390	656	657	581	328	361

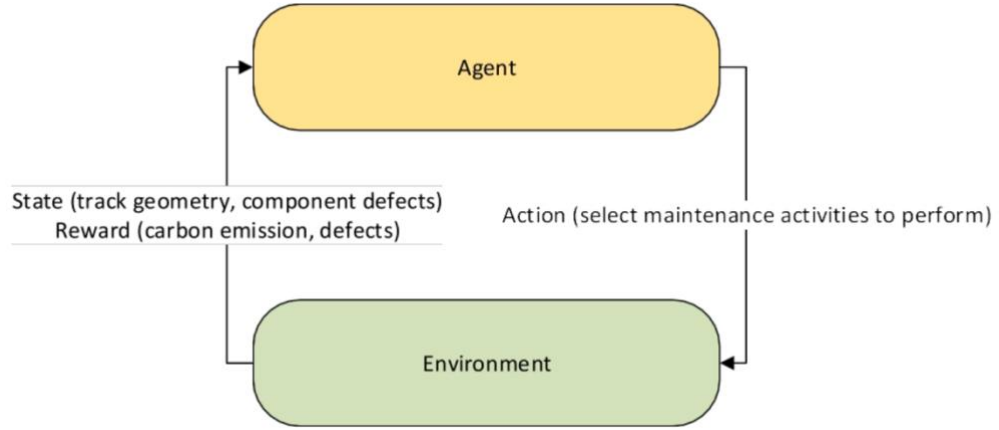
Çizelgeye göre; 1990 yılında denizyolu ulaşımından kaynaklı emisyon değeri 509 kiloton (kt) CO₂ eşdeğeridir. 1995 yılında bu rakam 726 kiloton CO₂'ye yükselmektedir. 2000 yılında 623 kiloton CO₂ ölçülürken; 2005 yılında artış göstererek 1299 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2010 yılında denizyolu emisyonları yükselişe devam ederek 1682 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2015 yılında azalarak 1147 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak kaydedilmiştir. 2018 yılı denizyolu emisyon değeri 931 kiloton CO₂ eşdeğerine düşerken, takip eden 2019 senesinde 1217 kiloton CO₂ eşdeğerine yükselmiştir. 2020 yılında 1264 kiloton CO₂ ve 2021 yılında 1128 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak gözlenmektedir.

3.1.7.4 Demiryolu taşımacılığı emisyon değerleri

Demiryolu taşımacılığı çevre dostu bir ulaşım yöntemi olarak değerlendirilse de hem demiryolu taşımacılığı hem de demiryolu bakım onarım faaliyetleri karbon emisyonu oluşturmaktadır. İlk olarak demiryolu bakım onarım çalışmalarındaki emisyon azaltma çalışmalarından bahsedilecek daha sonra demiryolları taşımacılığı emisyon değerleri incelenecektir.

Demiryolu bakım onarım çalışmalarındaki emisyon değerlerinin düşürülmesi çevre üzerinde olumlu bir etki yaratacaktır. Demiryolu taşımacılığı projeleri uzun dönemler kullanılan projelerdir. Bu nedenle işletme ve bakım-onarım çalışmaları da üst düzeydedir. Demiryolu taşımacılığında salınan karbon emisyonlarının yanı sıra işletme-bakım aşamalarında üretilen emisyon miktarı toplam salınan emisyon miktarının %6'sını oluşturmaktadır. Demiryolları bakımları kullanılan malzeme ve enerjiye bağlı olarak karbondioksit oluşturur. Demiryolu bakımları; düzeltici, önleyici ve kestirimci (duruma dayalı) bakım olmak üzere üç aşamadan oluşur. Düzeltici bakımlar demiryollarında herhangi bir arıza meydana geldiğinde uygulanan bakımdır. Önleyici bakımlar demiryolunda herhangi bir arıza meydana gelmeden, gelecekte oluşabilecek sorunları engellemek veya en aza indirmek için yapılan rutin bakımlardır. Kestirimci yani duruma dayalı bakımlar ise demiryolları bölümlerinin mevcut durumları değerlendirilerek yapılan bakımlardır. Kestirimci bakım kararı demiryollarında meydana gelecek risklerin tahmin edilmesi ve bazı değerlerin eşik sınırlarına ulaşması ile verilir. Günümüzde en çok kullanılan bakım yöntemi olan bu yöntem tahmin ve planlama gerektirir. Geliştirilmekte olan birçok makine öğrenimi tekniği ve hesaplama gücü son on yıla kıyasla daha güçlü hale gelmiştir ve günümüzde teknolojinin de desteği ile kestirimci bakım uygulaması demiryolları bakımı alanında giderek daha uygulanabilir hale gelmektedir (Sresakoolchai ve Kaewunruen, 2023, s. 1-3). Yapay zekâ, insan beyninin taklit edilmesi, makinelerin geçmiş çalışmalarından öğrenmesi, yeni girdiler karşısında kararlar verebilmesini mümkün kılan sistemlerdir. Yapay zekâ sistemleri derin takviyeli öğrenme gibi modellerde kullanılır ve teknolojik gelişmelerde rol alırlar (Tan ve Karaköse, 2022, s. 249). Pekiştirmeli öğrenme ise aracının (agent) herhangi bir ortamda varlığını devam ettirmek ya da bir problem çözmek için yaptığı eylemlere göre aldığı ortam dönütlerinden öğrenmesi, kendini eğitmesi olarak bilinen makine öğrenmesinin alt yaklaşımıdır (Köylü ve Atıkan, 2024, s. 431).

1980’li yılların başında ortaya çıkan RL modeli (Deep Reinforcement Learning) çeşitli problemlerin çözümü için kullanılır ancak demiryollarında kullanımı hala sınırlıdır (Sresakoolchai ve Kaewunruen, 2023, s. 1-3).



Şekil 3. 19: RL Modelinin Akış Şeması.

Hata oluşumunu en aza indirmek için RL modelinde temsilci olan ajan ödülleri maksimuma çıkarmayı ve cezaları minimuma indirmeyi amaçlayacaktır. Hata oluşumunu en aza indirmek için gerekli bakımlar ajan tarafından gerçekleştirilecektir. Böylece verilen kararlar minimum hata ve maliyet oluşturur. Çin’de gerçekleştirilen örnek bir çalışmada; RL modeli ile yapılan çalışmada bakım onarım sayılarının %48 oranında azaldığı görülmüştür. Demiryolları bakımlarından oluşan karbon miktarını en aza indirmek için uygulanan bakım miktarının sınırlanması ve demiryolları operatörlerinin bakım kararı alma sürecine dahil edilmesi ile mümkün olacaktır. Bu aşamada derin takviyeli öğrenme RL (Deep Reinforcement Learning) modelinin bu sürece dahil edilmesi, yapay zekanın desteğiyle optimum bakım zamanlarının belirlenmesi hem bakım sayısını sınırlandıracak hem de demiryollarında oluşacak hata ve kazaları minimuma indirecektir (Sresakoolchai ve Kaewunruen, 2023, s. 1-2).

Demiryolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığına göre daha çevre dostu olarak kabul edilirler. Demiryolları karayolunda kullanılan körüklü kamyonlara göre %85 daha az sera gazı emisyonu yaymaktadır. Demiryolları ömürleri 50 ile 150 yıl arasında olan bir ömre sahip olan ağırlardır ve bu ağların bakım maliyetleri yüksek, projelerin maliyet açısından büyük projelerdir. 2005 ve 2014 yılları arasında 150.000 km’den fazla demiryolu ağı inşa edilmiştir. Buna rağmen artan nüfus ve artan taşıma hacmi karşısında demiryolları hala yeterli düzeyde değildir. Demiryolları ağının artırılması için iki seçenek mevcuttur. Birincisi yeni arazilere yeni demiryolları inşa edilmesi.

İkinci seçenek ise var olan demiryolları ağı güzergahını iki hatta çıkarmaktır. İkinci seçenek ilkine göre nispeten daha ucuz olsa da demiryolları ağı inşa etmek oldukça maliyetli bir durumdur. Bu nedenle yeterli düzeye ulaşamayan demiryolları nedeniyle taşımacılıktaki ihtiyaç karşısında diğer taşıma modları daha fazla kullanılmakta bu da sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Demiryolu taşımacılığı karayolu taşımacılığına göre daha verimli ve sera gazı açısından daha uygulanabilir olarak değerlendirilse de özellikle dizel yakıt kullanan lokomotiflerin oluşturduğu emisyonlar ve demiryolları operasyonlarından doğan emisyonlar önemsenmeyecek kadar az değildir. Tüm bunların yanında daha az popüler olan bir gerçek demiryolları ağlarının harcadığı enerji, oluşturduğu emisyonlar, demiryollarının inşası sırasında dikey hizalama ve eğrilik gibi pist geometrik parametreleriyle de yakından ilişkilidir. Demiryollarını inşa ederken arazi koşulları göz önüne alınarak daha az enerji tüketimi ve emisyon oluşturacak biçimde inşa etmek mümkündür. Elbette bu imkanlar seneler içinde oluşan mühendislik tecrübeleri, teknolojik verimlilik gibi imkanlarla mümkündür. Yüzyıllar önce inşa edilen demiryolları düşünüldüğünde enerji ve emisyon verimliliğinden uzak inşa edildiklerini varsaymak zor değildir. Bu nedenle gelecekte emisyonları azaltmak gibi bir kaydıyla yola çıkılarak gelenekselden uzak, modern teknoloji ve çalışmalar kullanılarak demiryolları ağları inşa edilmelidir (Isler, Blumenfeld ve Roberts, 2022, s. 1-3).

Modern demiryolları ağının ön plan çıkmasında emisyonların yaşam döngüsüne olan etkileri ve maliyetleri büyük rol oynamıştır (Isler, Blumenfeld ve Roberts, 2022, s. 3). Karbonun Sosyal Maliyeti (Social Cost of Carbon- SCC) iklim değişikliklerinin, emisyonların küresel ekonomik maliyetini ölçmek için kullanılan bir yöntem olup atmosfere salınan her ek bir ton karbonun iklim değişikliği üzerinde oluşturduğu etkinin bugünkü ekonomik değeri yani global zarar maliyetidir (Tunahan, 2010, s. 200).

Aşağıda Çizelge 3.8’de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre Demiryolu ulaştırma modunun emisyon değerleri verilmektedir. Değerler kiloton CO₂ eşdeğeri olarak verilmektedir.

Çizelge 3.8: Demiryolu Ulaştırma Türüne Göre Emisyon Değerleri.

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021
Toplam	26.969	34.113	36.465	42.041	45.392	75.798	84.617	82.428	80.680	91.200
Havayolu	923	2.775	3.099	4.089	2.862	4.205	3.688	3.509	2.164	2.856
Karayolu	24.777	29.760	31.850	35.532	39.941	69.309	78.907	76.720	76.601	86.499
Demiryolu	721	768	713	757	517	480	435	400	323	356
Denizyolu	509	726	623	1.299	1.682	1.147	931	1.217	1.264	1.128
Diğer	39	83	180	364	390	656	657	581	328	361

Çizelgeye göre; 1990 yılında demiryolu ulaşımından kaynaklı emisyon değeri 721 kiloton (kt) CO₂ eşdeğeridir. 1995 yılında bu rakam 768 kt CO₂'ye yükselmektedir. 2000 yılında 713 kiloton CO₂ ölçülürken; 2005 yılında artış göstererek 757 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak ölçülmüştür. 2010 yılında demiryolu emisyonları 517 kiloton CO₂ eşdeğeri iken; 2015 yılında gerileyerek 480 kiloton CO₂ eşdeğeri olarak kaydedilmiştir. 2018 yılı emisyon değeri 435 kiloton CO₂ iken bunu takip eden 2019 senesinde 400 kiloton CO₂ olarak ölçülmüştür. 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla 323 ve 356 kiloton CO₂ değeri olarak kaydedilirken önceki tüm senelerden daha düşük bir emisyon değeri gözlenmektedir.

4. EKONOMETRİK YÖNTEM

Çalışmanın bu kısmında uluslararası lojistik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkileri ekonometrik analizler vasıtasıyla test edilecektir. Bu kapsamda öncelikle araştırma modelinin temelini oluşturan Çevresel Kuznets Modeli'nin incelenecek, ardından lojistik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerinin test edildiği panel veri analizleri gerçekleştirilecektir.

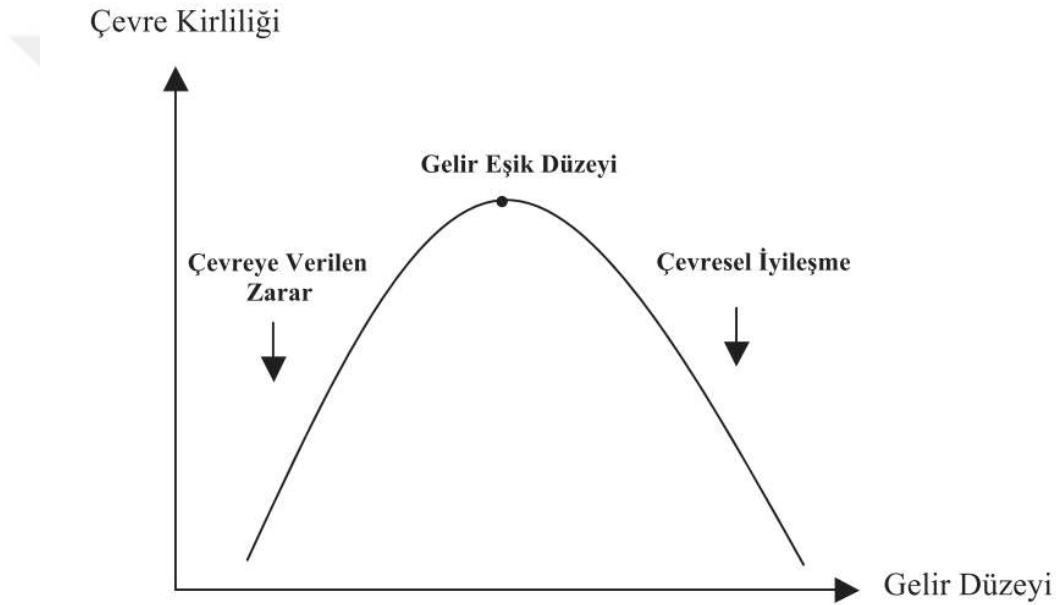
4.1 Çevresel Kuznets Modeli (EKC)

Günümüzde artan çevre sorunları ile ekonomik faaliyetler arasında karşılıklı ve yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ülkelerin ekonomik faaliyetlerinin artması ve çeşitlenmesiyle birlikte çevre sorunlarında da artış görülmekte, çevre sorunlarında görülen artışlar ile beraber de ülkelerin ekonomik ve sosyal faaliyetleri yükselmektedir. Bu doğrultuda ülkeler, çevresel sorunların çözümü kapsamında ulusal politika ve eylemlerinin yanı sıra uluslararası alanda da çevre sorunlarına ilişkin organizasyonları takip etmektedirler.

1960'lı yıllarda baş gösteren çevre sorunlarına kamuoyunun ilgisi başlamış ve bu ilginin ana odağı büyüyen sanayi ekonomilerinden kaynaklanan endüstriyel kirlilik olarak ortaya çıkmıştır. Ekonomik faaliyetlerde kullanılan enerjinin sadece bir kısmı mal ve hizmetlere dönüştürülmekte, geri kalanı ise atık olarak çevresel kirliliğe dönüşmektedir.

20. yüzyılla birlikte çevresel sorunlar ve riskler giderek önemli hale gelmiştir. Bu artan çevre sorunlarına gelişen teknoloji, ekonomik büyüme ve ticari faaliyetler gibi faktörler neden olmaktadır. Öte yandan ekonomik kalkınma ve çevre arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Sürdürülebilir kalkınma doğrultusunda çevre ile ekonomik faaliyetler arasındaki ilişkiler beraber dikkate alındığında, ekonomik faaliyetler ile çevre politikaları ekolojik dengeyi oluşturan tamamlayıcı faktörler olarak ele alınmalıdır (Emadzadeh ve diğ., 2007).

Gelir eşitsizliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets (1955), ülke ekonomisi geliştikçe gelir dağılımının daha eşit olma eğiliminde olacağını ileri sürmüştür. Bu noktadan hareketle çevre ekonomistleri Kuznets tarafından belirtilen ilişkinin ekonomik faaliyetler ve çevre arasındaki ilişki ile benzerliğe sahip olabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu doğrultuda ekonomik faaliyetler ile çevresel bozulma arasında gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla çevresel Kuznets eğrisine (EKC) ilişkin araştırma modeli geliştirilmiştir. Bu kapsamda ekonomik faaliyetler ve çevre ilişkisi üzerine geliştirilen çalışmaların birçoğu Grossman ve Krueger (1995) tarafından ortaya koyulan çevresel Kuznets modeline dayanmaktadır.



Şekil 4.1: Çevresel Kuznets Eğrisi.

EKC modeline göre, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında ters U biçiminde bir ilişki bulunmaktadır. Bu model doğrultusunda, ülkelerin kişi başına gelir düzeylerindeki artışla birlikte ilk olarak çevresel bozulmanın artacağı, ardından belirli bir ekonomik büyüme düzeyine ulaşıldıktan sonra çevresel bozulmanın azalacağı ileri sürülmektedir (Stokey, 1998). Başka bir ifade ile EKC modeli kapsamında ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişki bir ülkenin ekonomik kalkınma süreci boyunca sabit kalmamaktadır.

4.2 Araştırma Modeli ve Veri Seti

Çalışmanın bu kısmında küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin lojistik faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için ekonomik analizler gerçekleştirilecektir. Bu doğrultuda analizlerde belirlenen otuz ülkenin 1990-2022 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır (EK A). Çalışmanın araştırma modeli kapsamında ülkelerin ekolojik ayak izi bağımlı değişken olarak ele alınırken, ülkelerin gayrisafi yurtiçi hasılları, ticari açıklıkları, patent sayıları ve lojistik faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonu bağımsız değişkenler olarak yer almaktadır.

Modeldeki ekolojik ayak izi verileri Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network) veri tabanından temin edilirken, gayrisafi yurtiçi hasıla ve ticari açıklık verileri Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Bununla birlikte ülkelere ait patent sayılarına ilişkin veriler Dünya Fikri Mülkiyet Hakları Örgütü (WIPO)'nden sağlanırken, lojistik faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonu verilerine Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'ndan ulaşılmıştır.

Araştırma modelindeki değişkenlere ait bilgiler aşağıdaki gibidir:

$\ln(\text{çevre})_{it}$: Ekolojik Ayak İzi

$\ln(\text{gsyih})_{it}$: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla

$\ln(\text{açıklık})_{it}$: Ticari Açıklık Oranı

$\ln(\text{patent})_{it}$: Toplam Patent Başvuru Sayısı

$\ln(\text{lojistik})_{it}$: Lojistik Faaliyetlerden Kaynaklanan Karbon Emisyonu

Açıklanan bilgiler doğrultusunda, küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin lojistik faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla oluşturulan model aşağıda yer almaktadır:

$$\begin{aligned} \ln(\text{çevre})_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{gsyih})_{it} + \beta_2 \ln(\text{gsyih})_{it}^2 + \beta_3 \text{açıklık}_{it} \\ & + \beta_4 \ln(\text{patent})_{it} + \beta_5 \ln(\text{lojistik})_{it} + \varepsilon \end{aligned} \quad (4.1)$$

Oluşturulan araştırma modeli ile sınanmak istenen temel hipotez, küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin lojistik faaliyetlerinin çevreyi istatistiki olarak anlamlı ve olumsuz yönde etkileyeceği doğrultusunda oluşturulmuştur.

4.3 Panel Birim Kök Analizleri

Analizlerde değişkenler arasındaki ilişkinin incelenebilmesi için değişkenlerin durağan olmaları, diğer bir ifadeyle birim kök içermemeleri gerekmektedir. Panel veri analizleri kapsamında gerçekleştirilecek eş bütünleşme ilişkisinin sınanabilmesi için değişkenlerin birim kök içermemeleri önem arz etmektedir. Bu kapsamda değişkenlerin durağanlık düzeylerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Değişkenlerin birim kök analizlerini gerçekleştirmeden önce, serilerde yatay kesit bağımlılığının sınanması birim kök analizlerinden tutarlı sonuçlar alınabilmesi için önem arz etmektedir. Bu doğrultuda yatay kesit bağımlılığı Breusch-Pagan LM (Breusch ve Pagan, 1980) (4.2), Pesaran CD (Pesaran, 2004) (4.3) ve Pesaran scaled LM (Pesaran, 2004) (4.4) testleri vasıtasıyla incelenmiştir.

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N P_{ij}^2 \sim X_{\frac{N(N-1)}{2}}^2 \quad (4.2)$$

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N P_{ij} \right) \sim N(0,1) \quad (4.3)$$

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N P_{ij} (T\rho_{ij}^2 - 1) \sim N(0,1) \quad (4.4)$$

Çizelge 4.1: Yatay kesit bağımlılık testi sonuçları.

Test	ln(çevre)	ln(gsyih)	açıklık	ln(patent)	ln(lojistik)
CD _{BP}	5519.11***	13043.08***	6262.72***	5189.16***	6241.89***
CD _{LM}	172.37***	427.45***	197.58***	161.18***	196.87***
CD	27.57***	113.87***	59.43***	14.74***	48.03***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin lojistik faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla öncelikle değişkenlerin yatay kesit bağımlılık analizleri Breusch-Pagan LM (Breusch ve Pagan, 1980), Pesaran ölçekli LM (Pesaran, 2004) ve Pesaran CD (Pesaran, 2004) testleri ile gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.1'de yer alan sonuçlar doğrultusunda, yatay kesit bağımlılığın olmadığı

belirtildiği sıfır hipotezinin tüm değişkenler için reddedildiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, analizlerde yatay kesit bağımlılığını hesaba katan ikinci kuşak birim kök testlerinin gerçekleştirilmesinin daha tutarlı sonuçlar alınması için önem arz etmektedir.

Modelde yer alan değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının var olması neticesinde, birim kök analizlerine yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ve Pesaran (2007) tarafından ortaya koyulan ikinci kuşak panel birim kök testi ile devam edilmesine karar verilmiştir. Pesaran (2007) tarafından ortaya koyulan CADF birim kök testine ilişkin modeller aşağıdaki gibidir (4.5, 4.6):

$$y_{it} = (1 - \varphi)\mu_i + \varphi y_{it-1} + u_{it} \quad (4.5)$$

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (4.6)$$

Çizelge 4.2: İkinci kuşak birim kök testi sonuçları.

Değişken	Sabit	Sabit+Trend
Düzey		
ln(çevre)	-1.835	-2.538
ln(gsyih)	-1.261	-2.263
açıklık	-1.826	-2.514
ln(patent)	-1.773	-2.105
ln(lojistik)	-1.911	-1.733
Birinci Farklar		
ln(çevre)	-4.056***	-3.992***
ln(gsyih)	-3.256***	-3.310***
açıklık	-3.739***	-3.778***
ln(patent)	-3.697***	-3.906***
ln(lojistik)	-3.437***	-3.501***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.2’de Pesaran (2007) tarafından ortaya koyulan ikinci kuşak panel birim kök testi sonuçlar yer almaktadır. Gerçekleştirilen analizler neticesinde, modelde yer alan tüm değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadıkları, ancak birinci farkları alındıklarında durağanlaştıkları görülmektedir. Başka bir ifade ile modelde yer alan

tüm değişkenlerin I(1) düzeylerinde birim kök içermedikleri ortaya koyulmuştur. Bu doğrultuda, öncelikle değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler panel eş bütünleşme testleri ile analiz edilecek, ardından uzun dönem katsayı analizleri gerçekleştirilecektir.

4.4 Panel Eş Bütünleşme Analizleri

Değişkenlerin uzun dönemli ilişkilerini analiz etmek amacıyla Kao (1999), Pedroni (1999, 2001, 2004) ve Westerlund (2005) tarafından geliştirilen panel eş bütünleşme testlerine başvurulmuştur. Analizler kapsamında gerçekleştirilen panel eş bütünleşme testleri, panel veri analizi dahilindeki her bir birim için dikkate alınan istatistikleri hesaba katarak daha güçlü ve tutarlı sonuçlar alınmasını mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, Kao (1999), Pedroni (1999, 2004) ve Westerlund (2005) eş bütünleşme testleri sınırlayıcı dağılımları ile değişkenlere ilişkin serilerin standardizasyonunu ve normal dağılım eğilimi göstermelerini sağlamaktadır. Panel eş bütünleşme testlerine ilişkin modeller aşağıdaki gibidir (4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12):

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_{it} + \beta_{1i}x_{1it} + \beta_{2i}x_{2it} + \dots + \beta_{Mi}x_{Mit} + e_{it} \quad (4.7)$$

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + e_{it} \quad (4.8)$$

$$y_{it} = y_{it-1} + u_{i,t} \quad (4.9)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + e_{i,t} \quad (4.10)$$

$$e_{it} = \rho e_{it-1} + u_{it} \quad (4.11)$$

$$VR = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{E}_{it}^2 \hat{R}_i^{-1} \quad (4.12)$$

Çizelge 4.3: Panel eş bütünleşme test sonuçları.

Test	Model (4.1)
Pedroni (2001)	
PP Panel-İstatistiği	-6.901***
ADF Panel- İstatistiği	-7.649***
PP Grup- İstatistiği	-8.763***
ADF Grup- İstatistiği	-6.114***
Kao (1999)	
ADF- İstatistiği	-4.929***
Westerlund (2005)	
Varyans İstatistiği	-3.062***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.3'te Kao (1999), Pedroni (1999, 2001, 2004) ve Westerlund (2005) panel eş bütünleşme analizlerine ilişkin sonuçlar bulunmaktadır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, Küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkede ekolojik ayak izi, gayrisafi yurtiçi hasıla, ticari açıklık oranı, toplam patent başvuru sayısı ve lojistik faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişkin bulunduğu görülmektedir. Böylelikle araştırma modelinde yer alan değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi, Kao (1999), Pedroni (1999, 2001, 2004) ve Westerlund (2005) analizleri sonuçları ile desteklendiği tespit edilmiştir.

4.5 Panel Uzun Dönem Katsayı Tahminleri

Panel eş bütünleşme testleri neticesinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin tespit edilmesinin ardından, panel FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Square) ve panel DOLS (Dynamic Ordinary Least Square) vasıtasıyla uzun dönem katsayı analizi gerçekleştirilmiştir. Modeldeki değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin varlığı durumunda, OLS tahmincisi tutarsız ve sahte parametreler üretebilmektedir (Johansen, 1988; 1995). Bu kapsamda değişkenler arasındaki uzun dönem katsayı tahminlerinin gerçekleştirilmesi için en sık kullanılan tahmin teknikleri, Phillips ve Hansen (1990) ve Pedroni (2001) tarafından ortaya koyulan panel FMOLS ile Kao ve Chiang (2001), Saikkonen (1991) ve Stock ve Watson (1993) tarafından geliştirilen panel DOLS tahmincileri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Pedroni (2001)'nin geliştirdiği panel FMOLS tahmincisi, eş bütünüleşik vektörlere ait tutarlı tahminlerin yapılabilmesi için içsellik ve seri korelasyon problemlerini ortadan kaldırmaktadır. Panel DOLS tahmincisi ise eş bütünüleşik ilişkideki gecikmeli değerler vasıtasıyla değerkenler ile hata terimleri arasındaki korelasyonu ortadan kaldırmaktadır. Panel FMOLS ve panel DOLS tahmincilerine ilişkin modeller aşağıda yer almaktadır (4.13, 4.14):

$$\hat{\beta}_{FMOLS} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T (x_{i,t} - \bar{x}_i)^2 \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T (x_{i,t} - \bar{x}_i) y_{i,t}^* - T \hat{\gamma}_i \right) \quad (4.13)$$

$$\hat{\beta}_{DOLS} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T z_{i,t} z_{i,t}' \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T z_{i,t} (y_{i,t} - \bar{y}_i) \right) \quad (4.14)$$

Çizelge 4.4: Panel eş bütünüleşme test sonuçları.

Değerken	PFMOLS	PDOLS
ln(gsyih)	2.269***	1.867***
ln(gsyih) ²	-0.051***	-0.034***
açıklık	-0.007	0.008
ln(patent)	0.106***	0.089***
ln(lojistik)	0.419***	0.416***
R ²	0.98	0.99
Düzeltilmiş R ²	0.97	0.98
Gözlem	960	911

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Modelde yer alan değerkenlere ilişkin uzun dönem katsayı tahminlerinin gerçekleştirildiği panel FMOLS ve panel DOLS sonuçları Çizelge 4.4'te yer almaktadır. Sonuçlar doğrultusunda, her iki tahmincede de küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin lojistik faaliyetlerinden kaynaklanan karbon emisyonunda meydana gelen %1'lik artışın, bu ülkelerin ekolojik ayak izinde %0.42 artışa neden olduğu gözlemlenmektedir. Başka bir ifade ile küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin lojistik faaliyetlerinin uzun dönemde bu ülkelerde çevresel bozulmayı arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çevresel Kuznets modelinin temel hipotezinin ilgili ülkeler için geğerli olduğu görölmüştür. Bu doğrultuda, küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin gayrisafi yurtiçi

hasılası belirli bir düzeye ulaşana kadar çevresel bozulmanın arttığı, ardından belirli bir noktadan sonra gayrisafi yurtiçi hasıladaki artışın çevresel bozulması azaltacağı ortaya koyulmuştur. Ayrıca modeldeki ülkelerin toplam paten başvuru sayılarındaki artışın da ekolojik ayak izini arttıracacağı, bir başka ifade ile teknolojik gelişmelerle beraber bu ülkelerde çevresel bozulmaların yükseleceği tespit edilmiştir. Bununla beraber küresel ticaret hacminin %80'ini oluşturan otuz ülkenin ticari açıklıkları ile ekolojik ayak izi arasında istatistiki olarak anlamlı herhangi bir ilişkiye rastlanılmamıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Her taşıma modunun emisyonları azaltmak konusunda farklı katkıları ve sorunları vardır. Geleneksel yakıtlardan vazgeçilerek sürdürülebilir yakıtlara yönelmek sürdürülebilir bir sistemi destekleyecektir. Lojistik süreçler teknolojik gelişmelere entegre edilerek enerji verimliliği sağlanmalı, bu şekilde daha yeşil ve temiz bir lojistik sisteminin kurulması mümkün olabilecektir. Sürdürülebilir bir ulaşım politikası sürdürülebilir yeşil altyapı sistemleriyle desteklenmelidir. Sürdürülebilir ulaşım modlarının geliştirilmesi, teknolojik gelişmelerin entegre edilmesi, sürdürülebilir sistemlerin teşvik edilmesi ile emisyonların düşürülmesi mümkündür. Devlet desteklerinin sürdürülebilir taşımacılık sistemleri üzerine yoğunlaşması bu konuda ilerleme sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında; uygulanan tüm uluslararası taşımacılık türleri detaylarıyla incelenmektedir. Uluslararası lojistik, artan nüfus, artan sanayi ve üretim kapasitesi gibi nedenlerden her geçen gün daha önemli bir konu haline gelmektedir. İnsanların daha konforlu seyahat etme arzuları, malların daha kısa sürede daha düşük maliyetlerle bir yerden başka bir yere taşınmasının sağlanması taşımacılık sektörünün gelişmesinde itici bir güç olmuştur. Uluslararası lojistik bir çalışma alanı olmasının ötesinde, işleyişi gereği bulunduğu konumun gelişmesine de katkı sağlamaktadır. Bir demiryolu altyapısının inşa edilmesi çevresinde konumlanacak istasyonlar ve yerleşim yerlerinin kurulması, o bölgenin sosyal, ekonomik ve demografik açıdan gelişmesini desteklemektedir. Bu nedenle uluslararası lojistiğin altyapısı taşımacılığın ötesinde şehirselleşmelerde de rol almaktadır. Araştırmalar göstermektedir ki taşımacılık sektörü kalkınmanın ve küreselleşmenin öncülerinden kabul edilmektedir. Sektör gelişirken ilişki içerisinde bulunduğu pek çok farklı çalışma alanında; sigorta şirketleri, gümrük şirketleri, paketleme şirketleri, depolama şirketleri gibi daha birçok alanda da istihdam yaratmaktadır. Bu yönüyle ekonomik kalkınma için de oldukça önemli bir konumdur. Bu nedenle bu alanda yapılacak olan yatırımlar, devlet destekleri hem sektörün gelişmesi hem de ülke ekonomisi ve refahının artması için oldukça önem taşımaktadır.

Çalışmada panel regresyon analizi uygulanmıştır. Analize göre GSYH'nin artması, bu ülkeler gelişim sürecindeyken ekolojik ayak izini artırmaktadır. Ancak bir noktadan sonra düşmeye başlamaktadır. Ticari açıklık arttıkça ülkelerdeki ekolojik ayak izi de artmaktadır. Patent sayısı arttıkça ekolojik ayak izi artmaktadır. Teknoloji geliştikçe, gelir seviyesi yükseldikçe çevreye olan zararların belirli bir miktar arttığı görülmektedir. Bu durumda çevreye duyarlı teknolojik gelişimin desteklenmesi çevreye verilen zararın azaltılmasını teşvik edecektir. Yüksek gelir seviyesine sahip gelişmişlik seviyeleri yüksek olan ülkelerin ekolojik ayak izlerinin de yüksek olması sistemde ne derece önemli rol oynadıklarını göstermektedir. Sürdürülebilir bir ekosistemin sağlanabilmesi ancak bu ülkelerin daha fazla sorumluluk almaları ile mümkün olacaktır. Çalışmadaki ana değişkenimiz olan araştırma değişkenimiz lojistik sektöründen kaynaklanan karbon emisyonlarıdır. Karbon emisyonu %1 düzeyinde arttığında bu ülkelerde ekolojik ayak izi %0,44 oranında artış göstermektedir. Bu sonuç göstermekte ki teknolojik gelişmenin 4 buçuk katı kadar negatif yönde etki sağlamaktadır. Sonuç olarak çevre kirliliğini artırdığı sonucuna ulaşılmaktadır ki bu da teoriyle uygun sonuca ulaşıldığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, H. Y.** (2021). Determining of Aircraft Engine Greenhouse Gas (CO₂, CH₄ and N₂O) Emissions from the Landing and Take-Off Operations Around the Airport Area. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (3), 1140-1151, 2021.
- Akoğlu, B., Fidan, Y.** (2020). Dünyada Hava Kargo Taşımacılığı Pazarı ve Türkiye'nin Yeri. *Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi*, Cilt/Vol:4, Sayı/Issue:1, Sayfa: 30-51.
- Anadolu Ajansı.** <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/cevre-kirliligi-savaslardan-daha-olumcul/942932> Erişim Tarihi: 22-06-2022.
- Anadolu Ajansı.** <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkish-cargo-2020de-dunyadaki-en-onemli-5-hava-kargo-sirketi-arasina-girdi/2140312>, Erişim: 15-01-2024.
- Anadolu Ajansı.** <https://www.aa.com.tr/tr/yesilhat/iklim-degisikligi/atmosferdeki-karbondioksit-orani-144-yilda-yuzde-45-artti/1822284> Erişim Tarihi: 03-05-2023.
- Anadolu Ajansı.** Mersin Limanı, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/mersin-limanina-ayni-anda-iki-mega-konteyner-gemisi-yanasabilecek/2173496>, Erişim Tarihi: 13-01-2024.
- Ateş, A.** (2016). Türkiye'deki Limanların İnternet Sitelerinde Yer Alan Misyon ve Vizyon Beyanlarının Verimlilik Odaklı İçerik Analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt/Volume: 13, Sayı/Issue: 34, s. 401-415.
- Ateş, A., Karadeniz, Ş. ve Esmer, S.** (2010). Dünya Konteyner Taşımacılığı Pazarında Türkiye'nin Yeri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, Cilt:2 Sayı: 2.
- Aydın, A.** (2022). Türkiye Havayolu Taşımacılığı Sektörünün Yapısal Analizi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 10(2), 55-69.
- Başarıcı, A. S., Satır, T.** (2019). Boş Konteyner Konumlaması Planlama Düzeyi ve Model Türleri Sınıflandırması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, Sayı:1, Sayfa: ISSN:1309-4246,E-ISSN: 2458-9942.
- BFN Express/Logistics.** <https://bfnextpress.com/hizmet-deniz-yolu-tasimaciligi-20> Erişim:18-01-2024.
- Bıyık, Y. ve Civelekoğlu, G.** (2018). Ulaşım Sektöründen Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi. *Bilge International Journal of Science and*

- Technology Research*, 2(2), 157-166, 2018. DOI: 10.30516/bilgesci.427359.
- Bilotkach, V.** (2021). Air Cargo. *Singapore Institute of Technology, Singapore*, Singapore, 258-262.
- Bombelli, A. & Fazi, S.** (2022) The ground handler docks capacitated pickup and delivery problem with time windows: A collaborative framework for air cargo operations. *Transportation Research Part E* 159 Doi: 10.1016/j.tre.2022.102603.
- Caldero'n-Rivera, N., Bartusevi'ciene I. ve Ballini, F.** (2024). Barriers and solutions for sustainable development of inland waterway transport: A literature review. *Transport Economics and Management*, 31-44.
- Christiansen, M., Fagerholt, K., Nygreen, B. ve Ronen, D.** (2007). Deniz Taşımacılığı. *Yöneyem Araştırması ve Yönetim Biliminde El Kitapları*, Vol.14, 189-284. DOI: 10.1016/S0927-0507(06)14004-9
- Christiansen, M., Fagerholt, K., Nygreen, B., Ronen, D.** (2007). Maritime Transportation. C. Barnhart and G. Laporte (Eds.), *Handbook in OR & MS*, Vol. 14. DOI: 10.1016/S0927-0507(06)14004-9.
- Chuan, H. Y., Chen, L., Jia, L. F., Ping, Z. Q.** (2020). Simulation Analysis of the Effect of Turning Radius on the Running Safety of Piggyback Transportation Vehicle System. *Procedia Computer Science*, 166, 57–61. doi: 10.1016/j.procs.2020.02.013.
- Çevik, O., Gülcan, B.** (2011). Lojistik Faaliyetlerin Çevresel Sürdürülebilirliği ve Marco Polo Programı. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (20): 35-44.
- Değirmendereli, A.** (2000). Çeşitli Ülkelerde Uygulanan Ekolojik Vergiler. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1.
- Demir, A.** (2021). Ulaştırma Sistemleri Çerçevesinde Türkiye’de Karayolu Taşımacılığının İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Demir, İ.** (2006). Kyoto Protokolü Amaçlarına Ulaşabilme Yolunda Dünya Enerji Kullanımında Meydana Gelebilecek Değişiklikler. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8/2, 241-251.
- Deniz, T.** (2016). Türkiye’de Ulaşım Sektöründe Yaşanan Değişimler ve Mevcut Durum. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 135-156.
- Denizcilik Genel Müdürlüğü.** Deniz Ticareti İstatistikleri, 2022.
- Doğan, S., Doğan, E. ve Tüzer, M.** (2021). Paris Anlaşması İklim Sıcaklık Hedefi ve Karbon Bütçesi Yaklaşımı: G20 Üyeleri İçin Kümeleme Analizi. *Social Science Research Journal*, 10 (4), 1008-1029.
- Dündar, A. O., ve Kolay, A.** (2021). Karayolu yük ve yolcu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi ve Konya ili sera gazı emisyonunun hesaplanması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 317–334. DOI: 10.25287/ohuiibf.786463

- Ece, N. J.** (2020). Covid-19 Salgınının Konteyner Taşımacılığı ve Limanlarına Etkisi. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, Cilt:2 Sayı:2 Sayfa:47-66.
- Emadzadeh, M., Bastanifar, I. ve Ebrahimi, S.** (2007). Investing And Predicting Simultaneous Environmental – Economic Effects Of Projects (The Case Of Isfahan Science And Technology Town), *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 4, 51–74.
- Erataş, F. ve Uysal, D.** (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “Briç” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64, 2014/1 s, 1-25.
- Erdoğan, E.** (1989). Uluslararası Karayolu Taşımacılığı ve Türkiye. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, 1989, 221 – 240.
- Eren, A. S., Eryer, A. ve Eryer, S.** (2020). Havayolu Taşımacılığı ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin İncelenmesi Türkiye Örneği: Ampirik Bir Analiz. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi – USBED* Cilt 2, Sayı 3, 236-257.
- Fathoni, M., Pradono, P., Syabri, I., Shanty, Y.R.** (2017). Analysis to assess potential rivers for cargo transport in Indonesia. *Transportation Research Procedia*, 25, 4544–4559. World Conference on Transport Research- WCTR 2016 Shanghai. 10-15 July 2016.
- Fidan, A.** (2014). Dünden Bu Güne Kabotaj ve Türk Denizciliğindeki Yeni İvmelenmeler. *Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, Cilt: 7 Sayı: 2.
- Global Carbon Atlas.** <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions/> Erişim Tarihi: 30-04-2024.
- Government of India Ministry Of Railways.** (2021). *Hand Book On Road Railer*. Erişim Tarihi: 18.04.2024.
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B.** (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. *Social Science Electronic Publishing*, 8(2), 223–250.
- Güçlü, Y.** Türkiye ve Uluslararası Karayolu Taşımacılığı Anlaşmaları. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, <https://www.mfa.gov.tr/turkiye-ve-uluslararasi-karayolu-tasimaciligi-anlasmalari.tr.mfa> Erişim Tarihi: 08-01-2024.
- Hava, H. T.** (2023). Temel Kavramları ve Yeni Yaklaşımlarıyla Lojistik Yönetimi. Efe Akademik Yayıncılık, İstanbul.
- IATA (International Air Transport Association).** (2023) *Annual Review*, World Air Transport Summit, İstanbul, Türkiye. <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/annual-review-2023.pdf> , Erişim: 15-01-2024.
- Isler, C. A., Blumenfeld, M., ve Roberts, C.** (2022). Assessment of railway infrastructure improvements: valuation of costs, energy consumption and emissions. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, doi.org/10.1016/j.seta.2022.102179.

- Jean-Paul Rodrigue.** (2017). Maritime transport, Hofstra University.<https://www.researchgate.net/publication/315398501>. Erişim Tarihi: 08.01.2024.
- Jiang, M., Wang, B., Hao, Y., Chen, S., Wen, Y., Yang, Z.** (2024). Quantification of CO2 emissions in transportation: An empirical analysis by modal shift from road to waterway transport in Zhejiang, China.*Transport Policy*, 145 177–186.
- Kao, C.** (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90, 1–44.
- Kara, H.** (2021). Taşıma İşleri Organizatörü'nün Karayolu Taşımacılığındaki Rolü ve CMR Sigorta Sözleşmesi. *İstanbul Medeniyet Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, C. VI, S. 10, 2021, s. 21-47.
- Karabulut, Y.** (1997). Türkiye'de Demiryolu Ulaşımı. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 1-425.
- Karabulut, Y.** Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6_9.pdf. Erişim Tarihi 10-01-2024.
- Karaçay, G.** (2005). Tersine Lojistik: Kavram ve İşleyiş. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 14, Sayı 1, 2005, 317 – 332.
- Karadaş, H. A. ve Koşaroğlu, Ş. M.** (2021). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis for N2O. *İzmir İktisat Dergisi*, Cilt 36, Sayı 4, Sayfa 913-928. Doi: 10.24988/ije.830503.
- Keçeci, A.** Türkiye'de Karayolu Taşımacılığı. Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi, https://www.mfa.gov.tr/turkiye_de-karayolu-tasimaciligi.tr.mfa, Erişim Tarihi: 08-01-2024.
- Koru, O.** (2021). Uluslararası Sözleşme Metinleri Kapsamında: Ciddi Ölçüde Sınır Aşan Çevresel Kirliliğe Neden Olma Yasağı Üzerine Gelişmelerin Değerlendirilmesi. *Hukuk Fakültesi Dergisi*, Yıl 7, Sayı 2, 289-314.
- Kozak, M.** (1992). Çevre Kirliliğinin Oluşum Nedenleri. *Anatolian Dergisi*.
- Köylü, F. ve Atılkan, Y.** (2024). Otonom Araçlarda Derin Pekiştirmeli Öğrenme Yöntemleri ile Sollama. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(2), 429-439.
- Kuznets, S.** (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45(1), 1–28.
- Logistics Hall of Fame.** <https://www.logisticshalloffame.net/en/members/malcom-mclean> , Erişim Tarihi: 18-04-2024.
- Lukinskiy, V., Pletneva, N., Gorshkov, V., Druzhinin, P.** (2017). Application of the Logistics “Just in Time” Concept to Improve the Road Safety. *Transportation Research Procedia* 20, 418 – 424. doi: 10.1016/j.trpro.2017.01.068
- Marcus W Stevens.** (2006). http://www.railpictures.ca/?attachment_id=48576, Erişim: 14-01-2024.

- Millet, Y., Fidan, Y., ve Akoğlu, N.** (2021). Ticari Gemilerden Kaynaklanan Karbon Emisyonları Üzerine Bir Araştırma. *Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi*, Cilt/Vol:5, Sayı/Issue:2, Sayfa/Pages: 223-242 DOI:10.7596/jebm.31122021.006.
- Mohsin, A.K.M., Tushar, H., Hossain, S.F.A., Chisty, K.K.S., Iqbal, M.M., Kamruzzaman, Md., Rahman, S.** (2022). Green Logistics and Environment, Economic Growth in The Context Of The Belt And Road Initiative. *Heliyon*, 8 (2022) e09641. Doi: doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09641.
- Mücevher, M. H.** (2021). Sürdürülebilir Lojistik İçin Üç Öncelikli Strateji: Yeşil Lojistik, Tersine Lojistik ve Yalın Lojistik. *Enderun Dergisi*, Cilt/Vol: 5 Sayı/Issue: 1. e-ISSN: 2618-592X.
- Njoya, E.T., Forsyth, P., Niemeier, H., Nikitas A.** (2023). Examining the impact of air cargo growth on poor Vietnamese rural and urban households. *Transport Economics and Management*, 112–125. doi.org/10.1016/j.team.2023.08.001.
- Notteboom, T.** (2021). Container (Liner) Shipping. *International Encyclopedia of Transportation*, Pages 247-256. doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10254-4.
- Nyrkov, A., Shnurenko, A., Sokolov, S., Chernyi, S., Korotkov, V.** (2017). Some Methods of Increasing the Efficiency of River Transport System. *Procedia Engineering* 178, 16th Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication, RelStat'2016, 19-22 October, 2016, Riga, Latvia.
- Öçal, B.** (2021). Tersine Lojistik Uygulamalarının Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirliğe Etkisi *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Y.2021, C.26, S.4, s.521-532.
- Öçal, B. ve Çarıkçı, O.** (2022). Lojistik Yönetimi: Lojistik Maliyetleme ve Lojistik Merkez Tasarımı. Efe Akademik Yayıncılık, İstanbul.
- Özkan, K. E.** (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Çevre Sorunlarının Önemi: Türkiye ve AB Karşılaştırması (Yüksek Lisans Tezi). Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilecik.
- Özoğlu, B., ve Demirci, S. B.** (2021). Türkiye’de Karayolu Taşımacılığının Değerlendirilmesi: Bir Literatür Taraması. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt-Sayı: 14(2) ss: 670–687. DOI:10.25287/ohuiibf.863230
- Panayides, P. M.** (2006). Maritime Logistics and Global Supply Chains: Towards a Research Agenda. *Denizcilik Ekonomisi & Lojistik*, 8(1), 3–18. doi: 10.1057/palgrave.mel.9100147.
- Park, Y., Ahn, S. B., ve Sohn, J. C.** (2023). Analysis of weighted network centrality for cold chain commodities in international air cargo under the COVID-19 pandemic. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 13–25. doi.org/10.1016/j.ajsl.2023.06.001

- Pedroni, P.** (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653–670.
- Pedroni, P.** (2001). Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels. Baltagi, B. H., Fomby, T. B., Carter Hill, R. (Ed.), *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels; Advances in Econometrics*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2001, 93–130.
- Pedroni, P.** (2004). Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20(3), 597–625.
- Pesaran, M. H.** (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. IZA Discussion Paper No. 1240.
- Remyha, Y., Zaiarniuk, O., Lozova, T., Trushkina, N., Yakushev, O. ve Korovin, Y.** (2023). Energy-saving technologies for sustainable development of the maritime transport logistics market. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, doi:10.1088/1755-1315/1126/1/012037.
- Rodrigue, J.P.** (2016). Maritime Transport. *The International Encyclopedia of Geography*, DOI:10.1002/9781118786352.wbieg0155.
- Said, B.** (2015). Optimization of river transport to strengthen multimodal passenger transport system in inland region. *Procedia Engineering*, 125, 498 – 503. The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum (EACEF-5).
- Sarıgöl, M.** (2020). Hydrological Analysis Of Göksu River And Investigation Of Waterway Transport Potential Of Silifke. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, 7(4): 96-105.
- Sarıkaya, K.** (2019). JIT (Just-In-Time) Yaklaşımından JIS (Just-In-Sequence) Yaklaşımına Geçiş ve JIS'in Otomobil Endüstrisinde Modellenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2)74-82.
- Sresakoolchai, J. ve Kaewunruen, S.** (2023). Interactive reinforcement learning innovation to reduce carbon emissions in railway infrastructure maintenance. *Developments in the Built Environment* 15, doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100193.
- Stokey, N. L.** (1998). Are there limits to growth? *International Economic Review*, 39(1), 1–31.
- Şimşek, H.** (2021). Havayolu Taşımacılığında Kriz Yönetimi. *Journal of Aviation Research*, 3(1), 21-40. DOI: 10.51785/jar.777273
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.** (2021). Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu İçin Türkiye'ye Yönelik Yıllık Bilgilendirici Envanter Raporu. Ankara.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı.** Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx> Erişim Tarihi: 27-02-2024.

- T.C. Dışışleri Bakanlığı.** [https://www.mfa.gov.tr/kuresel-isinma-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-ve-kyto-protokolu.tr.mfa#:~:text=Berlin'de%20ba%C5%9Flayan%20bu%20s%C3%BCre%C3%A7,\(KYOTO%20PROTOKOL%C3%9C\)%20benimsenmesiyle%20sonu%C3%A7lanm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r.&text=Kyoto%20Protokol%C3%BC%201997%20y%C4%B1l%C4%B1nda%20Kyoto,New%20York'ta%20imzaya%20a%C3%A7%C4%B1lm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r](https://www.mfa.gov.tr/kuresel-isinma-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-ve-kyto-protokolu.tr.mfa#:~:text=Berlin'de%20ba%C5%9Flayan%20bu%20s%C3%BCre%C3%A7,(KYOTO%20PROTOKOL%C3%9C)%20benimsenmesiyle%20sonu%C3%A7lanm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r.&text=Kyoto%20Protokol%C3%BC%201997%20y%C4%B1l%C4%B1nda%20Kyoto,New%20York'ta%20imzaya%20a%C3%A7%C4%B1lm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r). Erişim Tarihi: 01-05-2024).
- Tan, Z. ve Karaköse, M.** (2022). Dinamik Ortamlarda Derin Takviyeli Öğrenme Tabanlı Otonom Yol Planlama Yaklaşımları İçin Karşılaştırmalı Analiz. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (2022) 248-262.
- TANAP.** <https://www.tanap.com/tanap-projesi> Erişim Tarihi: 05-02-2024.
- Tekin, M., Öztürk, D., ve Bahar, İ.** (2021). Tersine Lojistiğin Bibliyometrik Analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Yıl (Year): 2021 Cilt (Volume): 13 Sayı (Issue): 3 87-100 DOI: 10.52791/aksarayiibd.899935.
- TRT Haber.** <https://www.trthaber.com/haber/yasam/independenta-faciasinin-uzerinden-43-yil-gecti-723648.html> Erişim Tarihi: 18-04-2024.
- TRT Haber.** <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/istanbul-havalimani-3-kez-yilin-havalimani-oldu-754989.html> Erişim Tarihi: 18-01-2024.
- TRT Haber.** <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/thy-filo-buyuklugunde-dunyada-ilk-3u-hedefliyor-817726.html>, Erişim Tarihi: 13-01-2024.
- Tunahan, H.** (2010). Küresel İklim Değişikliğini Azaltmanın Bir Yolu Olarak Karbon Finansmanı. *Muhasebe ve Finansman Dergisi* (46), 199-215.
- Tunca, H. Ö.** (2022). Stratejik Planlama Kapsamında Türkiye'de Lojistik ve Havayolu Lojistiği. *Türk Hava Kurumu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Çalışmaları Dergisi*, Year/Yıl2022, Volume/Cilt 3, Issue/Sayı 1, 41-61. DOI: 10.52995/jass.1144700
- TÜİK.** <https://data.tuik.gov.tr/> Erişim Tarihi: 04-02-2024.
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ulastirma-turune-gore-seragazi-emisyonu-i-85790#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K'in%202021%20y%C4%B1l%C4%B1%20seragaz%C4%B1,ise%20di%C4%9Fer%20ula%C5%9Ft%C4%B1rma%20t%C3%BCrlerinden%20kaynaklanmaktad%C4%B1r>. Erişim Tarihi: 02-06-2024.
- U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration.** <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle> Erişim Tarihi: 03-05-2024.
- URL-1** <https://www.onatlogistics.com/karayolu-tasimaciligi/> Erişim Tarihi: 18-01-2024.
- URL-2** <https://vonattal-termeszetesen.blog.hu/> Erişim Tarihi: 05-02-2024.
- URL-3** <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/tanap/122> Erişim Tarihi: 18-01-2024.

- URL-4** https://www.denizyolutasimaciligi.com/files/morskie_1.jpg Erişim Tarihi: 01-02-2024.
- URL-5** <https://www.ecostore.com.tr/kategori/kuresel-iklim-degisikligi> Erişim Tarihi: 22-06-2022.
- URL-6** [https://www.esalco.com/kombine-tasimacilik-hakkinda-merak-ettikleriniz/#:~:text=Ara%C3%A7%20S%C4%B1rt%C4%B1nda%20Ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1l%C4%B1k%20\(Piggyback\)%3A,ad%C4%B1%20verilen%20bir%20vagona%20y%C3%BCklenirler.](https://www.esalco.com/kombine-tasimacilik-hakkinda-merak-ettikleriniz/#:~:text=Ara%C3%A7%20S%C4%B1rt%C4%B1nda%20Ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1l%C4%B1k%20(Piggyback)%3A,ad%C4%B1%20verilen%20bir%20vagona%20y%C3%BCklenirler.) Erişim Tarihi: 12-02-2024.
- URL-7** <https://www.istenakliye.com/blog-detay/Nehir-yolu-tasimaciligi-nedir-nasil-yapilir/142#:~:text=Ba%C5%9Fta%20nehir%20yolu%20ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1l%C4%B1k%20nedir,i%C3%A7in%20kullan%C4%B1lan%20bir%20ula%C5%9F%C4%B1m%20%C5%9Feklidir.> Erişim Tarihi: 12-02-2024.
- URL-8** <https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/turkiye-limanlari-haritasi-turkiyede-bulunan-limanlar-hangileridir-ulkemizdeki-limanlari-listesi-6311238> Erişim Tarihi: 18-04-2024.
- URL-9** <https://www.turkishcargo.com/tr/hakkimizda/kurumsal/haberler/turkish-cargo-ve-cin-menseili-yto-cargo-airlines-arasinda-stratejik-is-birligi> Erişim Tarihi: 18-01-2024.
- URL-10** <https://www.webtekno.com/kimyasal-yukle-dolu-gemi-batti-olucanlilar-kiyiya-vurdu-h111862.html> Erişim Tarihi: 27-02-2024.
- URL-11** <https://en.wikipedia.org/wiki/Roadrailer>, Erişim Tarihi: 13-01-2024.
- URL-12** <https://www.sanalsantiye.com/ingiltereyi-avrupaya-baglayan-gecitmans-tuneli/> Erişim Tarihi: 18-04-2024.
- URL-13** Demiryolu Taşımacılığı Nedir ve Avantajları Nelerdir, <https://www.esalco.com/> Erişim Tarihi: 10-01-2024.
- URL-14** <https://marselnakliyat.com/wp-content/uploads/2017/07/cmr-belgesi.jpg> Erişim Tarihi: 18-01-2024
- URL-15** <https://t24.com.tr/haber/bae-ile-500-milyon-dolarlik-anlasma-iddiasi-abu-dabi-izmir-limani-na-ortak-olacak,1143612> , Erişim Tarihi: 13-01-2024.
- URL-16** <https://tr.pinterest.com/pin/558305685027966466/> Erişim Tarihi: 27-02-2024.
- URL-17** https://vonattaltermeszetesen.blog.hu/2017/07/05/miert_szunt_meg_a_kamionszallitas_magyarorszagon Erişim Tarihi: 05-02-2024.
- URL-18** https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.tripsavvy.com%2Fbest-time-to-visit-ho-chi-minh-city-5075588&psig=AOvVaw2k69loy_YaEGrjxMwFIuBt&ust=1707643811751000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjR

- xqFwoTCOjviJG7oIQDFQAAAAAdAAAAABAD Erişim Tarihi: 10-02-2024.
- URL-19** <https://news.cgtn.com/news/2022-02-28/World-s-largest-cargo-plane-An-225-Mriya-destroyed-in-Ukraine-181jDm5IIK4/index.html> Erişim tarihi: 25-12-2023.
- URL-20** <https://seyruseferim.com/hava-kargo-tasimaciligi-nasil-calisir/> Erişim tarihi: 26-12-2023.
- URL-21** <https://www.freightwaves.com/news/antonov-to-rebuild-mriya-worlds-largest-cargo-aircraft> Erişim tarihi: 25-12-2023.
- URL-22** <https://havasosyalmedya.com/emirates-aralik-ortasinda-30-milyon-dolara-airbus-a380-satin-aldi/> Erişim tarihi: 25-12-2023.
- URL-23** https://vtm.zive.cz/Client.Gallery/show.aspx?id_file=334820327&article=205187 Erişim Tarihi: 25-12-2023.
- URL-24** <https://www.navlun.com.tr/tr/blog/karayolu-tasimaciliginin-ulkemizdeki-gelisimi/143>, Erişim tarihi 08-01-2024.
- URL-25** <https://www.bullconlog.com/demiryolu-tasimaciligi/> Erişim Tarihi: 18-01-2024.
- URL-26** <https://www.cankiripostasi.com/osmanli-donemi-demiryollari-makale,666.html> Erişim Tarihi: 18-01-2024.
- URL-27** <https://www.botas.gov.tr/> Erişim Tarihi: 05-02-2024.
- URL-28** <https://www.milatgazetesi.com/haber/ren-nehrinin-gectigi-ulkeler-213700/> Erişim Tarihi: 12-02-2024.
- URL-29** <https://r4.wallpaperflare.com/wallpaper/39/39/748/cityscape-aerial-view-amsterdam-netherlands-canal-ships-architecture-wallpaper-6561b51a4759c4671f338349a1b29f5d.jpg> Erişim Tarihi: 10-02-2024.
- URL-30** <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/licensed-image?q=tbn:ANd9GcSYBpUxWhbmtvw3ogX7kVn61WHUmUemW6JQqTOm12PoH-6YpUu8zAxIiVx2x7OY6YAiQXFQENm52vOqP0FZnrRV9mFqMaJyT5GJjcYtmA> Erişim Tarihi: 10-02-2024.
- URL-31** <https://www.magcanta.com/cevre-kirliligi-cesitleri/> Erişim Tarihi: 16-06-2022.
- URL-32** <https://www.nomadicmatt.com/travel-blogs/bangkok-safety/> Erişim Tarihi: 10-02-2024.
- URL-33** <https://www.neredekal.com/goksu-nehri-gezilecek-yer-detay/> Erişim Tarihi: 10-02-2024.
- URL-34** <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/bartin-irmagi-turkiyenin-venediki-olacak-/1881241> Erişim Tarihi: 10-02-2024.
- URL-35** <https://shipshub.com/article/1613-2.html> Erişim Tarihi: 14-02-2024.
- URL-36** <https://safety4sea.com/shanghai-port-enters-a-new-stage-of-green-transformation/> Erişim Tarihi: 14-02-2024.

- URL-37** <https://www.lojistik.tc/teu-nedir-ne-demek/#:~:text=TEU%201%20adet%2020%20lik,2%2C5%20tona%20denk%20gelmektedir.Erişim Tarih: 18-04-2024.>
- URL-38** <https://mykn.kuehne-nagel.com/news/article/shanghais-container-growth-rebounds-in-2023-w-08-Jan-2024 Erişim Tarih: 14-02-2024.>
- URL-39** <https://www.lojistik.tc/konteyner-olculeri/ Erişim Tarih: 18-04-2024.>
- URL-40** https://www.bbc.com/turkce/haberler/2012/11/121115_bp_fine Erişim Tarih: 02-06-2024.
- URL-41** <https://www.webtekno.com/tarihin-en-buyuk-petrol-faciasi-deepwater-horizon-h118892.html Erişim Tarih: 02-06-2024.>
- URL-42** https://turkishstudies.net/history?mod=makale_tr_ozet&makale_id=41662 Erişim Tarih: 02-06-2024.
- URL-43** <https://www.artemisaritim.com/exxon-valdez-tanker-kazasi Erişim Tarih: 02-06-2024.>
- Utikad.** <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/35584/yesil-lojistik-belgesi-alan-firma-sayisi-artiyor Erişim Tarih: 22-04-2024.>
- Wang, K., Pesch, E., Kress, D., Fridman, I., Boysen, N. (2021).** The Piggyback Transportation Problem: Transporting Drones Launched from A Flying Warehouse, *European Journal of Operational Research*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.03.064>.
- Westerlund, J. (2005).** New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24, 297–316.
- Yalılı Kılıç, M., Dönmez, T. ve Adalı, S. (2021).** Karayolu Ulaşımında Yakıt Tüketimine Bağlı Karbon Ayak İzi Değişimi: Çanakkale Örneği. *GÜFBED/GUSTIJ* (2021) 11 (3): 943-955. DOI: 10.17714/gumusfenbil.848016.
- Zengin, E. ve Akunal, E.V.O. (2017).** Türkiye’de Yeşil Lojistik Uygulamaları. *Journal of Management, Marketing and Logistics*, (JMML), ISSN: 2148-6670. Doi: 10.17261/Pressacademia.2017.456.
- Zeybek, H. (2021).** Demiryollarının Konteyner Limanı-Hinterlant Bağlantılarındaki Önemi: Mersin Limanı Örneği. *Demiryolu Mühendisliği*, Sayı:14, Sayfa: 49-64 doi: 10.47072/demiryolu.840401.

EKLER

EK A: Analize dâhil edilen ülkeler



EK A

Analize Dâhil Edilen Ülkeler			
Çin	ABD	Almanya	Japonya
Hollanda	Fransa	Güney Kore	İtalya
Birleşik Krallık	Belçika	Hindistan	Meksika
Kanada	Singapur	BAE	İspanya
Rusya	İsviçre	Vietnam	Polonya
Avustralya	Malezya	Türkiye	Brezilya
Suudi Arabistan	Tayland	Endonezya	Çekya
Avusturya	İsveç		

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Derya KESGİN ERTÜRK

Doğum Tarihi ve Yeri :

E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2024, Bursa Teknik Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Dış Ticaret Bölüm Birinciliği Plaketi
- Sönmez Bustaş Soğuk Depo İhracat ve Transport A.Ş. (4 yıl)

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

-
-
-

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Kesgin Ertürk, D. ve Şeker, A. (2022). Sürdürülebilirlik Kapsamında Uluslararası Lojistiğin Çevresel Etkileri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Konferansı, 4-5 Temmuz 2022.