



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Taner FİLİZ

COVID-19 PANDEMİ KRİZİNİN ULUSLARARASI DENİZ YOLU KONTEYNER
TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN KOMPLEKS AĞ ANALİZİ İLE
İNCELENMESİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2025



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Taner FİLİZ

COVID-19 PANDEMİ KRİZİNİN ULUSLARARASI DENİZ YOLU KONTEYNER
TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN KOMPLEKS AĞ ANALİZİ İLE
İNCELENMESİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TOPUZ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

Antalya, 2025

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Taner FİLİZ'in bu çalışması, jürimiz tarafından Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı Doktora Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

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

Üye (Danışmanı) : Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TOPUZ (İmza)

Üye : Doç. Dr. Halil ÖZEKİCİOĞLU (İmza)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Nurettin Mert BATU (İmza)

Üye : Doç. Dr. Yusuf DEMİR (İmza)

Tez Başlığı: COVID-19 Pandemi Krizinin Uluslararası Deniz Yolu Konteyner Taşımacılığı Üzerine Etkilerinin Kompleks Ağ Analizi İle İncelenmesi
--

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

Tez Savunma Tarihi : 03/02/2025

Mezuniyet Tarihi : 27/02/2025

(İmza)
Prof. Dr. Seda BAYRAKTAR
Müdür

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “COVID-19 Pandemi Krizinin Uluslararası Deniz Yolu Konteyner Taşımacılığı Üzerine Etkilerinin Kompleks Ağ Analizi İle İncelenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değere uygun bir biçimde tarafımda yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Taner FİLİZ





T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



21/02/2025

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU BEYAN BELGESİ

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Taner FİLİZ
Öğrenci Numarası	202052091004
Anabilim Dalı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Programı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Danışman Öğretim Üyesi Bilgileri	
Unvanı, Adı-Soyadı	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TOPUZ
Doktora Tez Başlığı	COVID-19 Pandemi Krizinin Uluslararası Deniz Yolu Konteyner Taşımacılığı Üzerine Etkilerinin Kompleks Ağ Analizi İle İncelenmesi
Turnitin Bilgileri	
Ödev Numarası	2534191754
Rapor Tarihi	21.02.2025
Benzerlik Oranı	Alıntılar hariç: %5 Alıntılar dahil: %5
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE, Yukarıda bilgileri bulunan öğrenciye ait tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 196 sayfalık kısmına ilişkin olarak Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarında belirlenen filtrelemeler uygulanarak yukarıdaki detayları verilen ve ekte sunulan rapor alınmıştır. Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir: (x) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylarım. () Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esaslarında öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim. Gerekçe: Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlere uygun olarak tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim. Danışman Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TOPUZ İmza	

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
TABLolar LİSTESİ	v
KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
TEŞEKKÜR	ix
ÖNSÖZ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DENİZ YOLU KONTEYNER TAŞIMACILIK SİSTEMİ

1.1. Ulaştırma Kavramı.....	4
1.2. Deniz Yolu Taşımacılığı.....	10
1.2.1. Deniz Yolu Taşımacılığın Üstün Yönleri	12
1.2.2. Deniz Yolu Taşımacılığın Zayıf Yönleri	15
1.2.3. Deniz Yolu Taşımacılığının Tarihsel Gelişimi	15
1.2.4. Deniz Yolu Taşımacılığında Mevcut Durum	20
1.2.5. Deniz Yolu Taşımacılığında Gelecek Beklentileri	22
1.3. Deniz Yolu Taşımacılığının Türleri.....	25
1.4. Konteyner Taşımacılığı	28
1.4.1. Konteyner Taşımacılığının Tarihsel Gelişimi	29
1.4.2. Konteyner Taşımacılığının Üstün Yönleri.....	30
1.4.3. Konteyner Taşımacılığının Zayıf Yönleri	32
1.5. Konteyner Taşımacılık Sisteminin Paydaşları	32
1.5.1. Gönderen, Yük Sahipleri, İhracatçılar	33
1.5.2. Alıcı, İthalatçı	34
1.5.3. Konteyner Sahipleri	34
1.5.4. Konteyner Hat Operatörleri	35
1.5.5. Forwarder İşletmeleri.....	36
1.5.6. Konteyner Terminalleri	36
1.5.7. Uluslararası Düzeyde Düzenleyici ve Denetleyici Kuruluşlar	36
1.6. Konteyner Taşımacılık Ağları	40
1.7. Konteyner Taşımacılığında Gelecek Beklentileri.....	43

İKİNCİ BÖLÜM

KOMPLEKS AĞ ANALİZİ

2.1. Karmaşık Sistemler ve Ekonomik Kompleksite.....	48
2.2. Ağ Bilimi	50
2.3. Ağ Biliminin Tarihsel Gelişimi	52
2.4. Temel Kavramlar	57
2.4.1. Çizge Teorisi.....	57
2.4.1.1. Çizge Türleri.....	57
2.4.1.2. Düğüm ve Kenar.....	59
2.4.2. Ağın Verisi.....	61
2.4.2.1. Komşuluk Matrisi	61
2.4.2.2. Bağlantı Listeleri	62
2.4.2.3. Komşuluk Listesi.....	63
2.4.3. Ağ Analizinde Kullanılan Ölçütler	63
2.4.3.1. Yoğunluk	64

2.4.3.2. Ağ Büyüklüğü	66
2.4.3.3. Ağlarda Uzaklıkla İlgili Kavramlar	66
2.4.3.4. Derece Dağılımı.....	69
2.4.3.5. Merkezilik Ölçütleri	70
2.4.4. Ağlarda Topluluk Yapıları.....	75
2.5. Ağ Oluşum Modelleri	77
2.5.1. Tek Modlu ve İki Modlu Ağ Modelleri	78
2.5.2. Rassal Ağ Modeli	79
2.5.3. Küçük Dünya Ağ Modeli.....	80
2.5.4. Ölçekten Bağımsız Ağ Modeli	81

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

COVID-19 PANDEMİ KRİZİNİN ULUSLARARASI DENİZ YOLU KONTEYNER TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN KOMPLEKS AĞ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

3.1. Taşımacılık Alanında Kriz Araştırmalarına İlişkin Literatür	83
3.1.1. Literatür İncelemesi	89
3.2. Çalışmanın Amacı	101
3.3. Çalışmanın Önemi	102
3.4. Çalışmanın Yöntemi	104
3.4.1. Araştırma Modelinin Oluşturulması	107
3.4.2. Veri Toplama Süreci.....	109
3.4.3. Ağ Analizi Yazılımı ve Araçları.....	110
3.5. Çalışmanın Kısıtları.....	110
3.6. Bulgular	113
3.6.1. Küresel Konteyner Ağının Geneline İlişkin Bulgular	113
3.6.2. Küresel Konteyner Bağlantı Ağındaki Merkezi Düğümlere İlişkin Bulgular	118
3.6.3. Küresel Konteyner Bağlantı Ağındaki Topluluk Yapılarına İlişkin Bulgular.....	144
3.6.4. Küresel Konteyner Bağlantı Ağının Zaman Serisi Bulguları	146
3.6.5. Küresel Konteyner Bağlantı Ağının Kırılganlık Analizi Bulguları.....	150
TARTIŞMA.....	152
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	166
KAYNAKÇA.....	173
ÖZGEÇMİŞ	196

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Ulaştırma Araçlarının Ekonomik Gelişime Etkisi	7
Şekil 1.2. Deniz Yolu Taşımacılığının Paydaşları.....	11
Şekil 1.3. Ulaştırma Modlarının Mesafeye Göre Taşıma Maliyetleri	13
Şekil 1.4. Taşıma Araçlarının CO ₂ Emisyonlarının Karşılaştırılması (gram/ton-km).....	14
Şekil 1.5. Batı Hattı: Deniz Ticaret Merkezlerinin 5000 Yılı	17
Şekil 1.6. Süveyş ve Panama Kanallarının Coğrafi Etkileri.....	18
Şekil 1.7. M.Ö. 5000 Yılından Günümüze Deniz Yolu Taşımacılığının Gelişimi	19
Şekil 1.8. Yük Grubuna Göre Uluslararası Deniz Taşımacılığı (Yüklenen, Milyon Ton).....	21
Şekil 1.9. 2021 Yılı Gemi İnşası, Sahiplik, Kayıtlılık ve Söküm Durumu	22
Şekil 1.10. Deniz Yolu Taşımacılığı Türleri	27
Şekil 1.11. Deniz Yolu Konteyner Taşımacılığının Paydaşları.....	33
Şekil 1.12. Dünyanın En Yoğun 100 Konteyner Limanı	38
Şekil 1.13. Konteyner Terminali İş Akışı.....	39
Şekil 1.14. Küresel Deniz Yolu Taşımacılığında Ana Rotalar ve Geçişler	41
Şekil 1.15. Küresel Deniz Yolu Konteyner Dolaşım Halkaları.....	43
Şekil 1.16. Küresel Konteynerli Ticaret, 1996–2023	44
Şekil 1.17. Konteyner Gemilerinin Gelişimi	45
Şekil 2.1. Ağ Yapısı Örneği	51
Şekil 2.2. Euler'in Königsberg Bilmecesini Çözüm Yaklaşımı	53
Şekil 2.3. Moreno'nun Sosyogram Gösterimi	55
Şekil 2.4. Çeşitli Çizge Örnekleri.....	59
Şekil 2.5. Çeşitli Çizgelerin Komşuluk Matrisi Gösterimleri	62
Şekil 2.6. Ağlarda Topluluk Yapıları	75
Şekil 3.1. Araştırma Süreci ve Deseni.....	109
Şekil 3.2. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Düğüm Sayıları.....	115
Şekil 3.3. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Kenar Sayıları.....	116
Şekil 3.4. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Ortalama Derece Sayıları	117
Şekil 3.5. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Yoğunluk Değerleri.....	118
Şekil 3.6. 2006 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı.....	119
Şekil 3.7. 2011 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı.....	120
Şekil 3.8. 2016 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı.....	121
Şekil 3.9. 2019 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı.....	122
Şekil 3.10. 2020 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı.....	123
Şekil 3.11. 2021 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı.....	124
Şekil 3.12. Çin'in Merkezilik Değerlerindeki Değişim	127
Şekil 3.13. Belçika'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim	128
Şekil 3.14. Hollanda'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	129
Şekil 3.15. Almanya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	130
Şekil 3.16. ABD'nin Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	132
Şekil 3.17. Fransa'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	134
Şekil 3.18. Birleşik Krallık'ın Merkezilik Değerlerindeki Değişim	135
Şekil 3.19. İspanya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim	136
Şekil 3.20. Güney Kore'nin Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	138
Şekil 3.21. Singapur'un Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	139
Şekil 3.22. Malezya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim	140

Şekil 3.23. Hong Kong'un Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	142
Şekil 3.24. İtalya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim.....	143
Şekil 3.25. Modülerlik Sınıflarının Pandemi Dönemindeki Değişimi	145
Şekil 3.26. Kenar Sayıları Serisinin ACF ve PACF grafikleri	147
Şekil 3.27. Kenar Sayıları Serisinin Birinci Fark Alma İşlemi Sonrası ACF ve PACF Grafikleri	148
Şekil 3.28. Kenar Sayıları Serisinin Gelecek Tahmini.....	149



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Dünyanın En Büyük Konteyner Hat Operatörleri.....	36
Tablo 2.1. Çeşitli Ağlarda Yer Alan Düğüm ve Kenar Örnekleri	60
Tablo 2.2. Bağlantı Listeleri Gösterimi	63
Tablo 2.3. Yönlü Bir Çizgenin Komşuluk Listesi Gösterimi	63
Tablo 2.4. Yönlü ve Yönsüz Ağların Yoğunluğu.....	65
Tablo 2.5. Merkezilik Ölçütlerinin Karşılaştırılması.	71
Tablo 2.6. Tek Modlu ve İki Modlu Ağ	79
Tablo 2.7. Ağ Oluşum Modelleri.....	80
Tablo 3.1. Eşik Değerlerin Veri Seti Üzerindeki Etkilerine Yönelik Duyarlılık Analizi.....	113
Tablo 3.2. 2019-2020 Yıllarında Arasında Düğüm Derecelerindeki Değişim.....	125
Tablo 3.3. Kenar Sayıları Serisinin Durağanlık Testi Sonuçları	146
Tablo 3.4. Kenar Sayıları Serisinin ARIMA Modelleri Karşılaştırması	148
Tablo 3.5. Kırılganlık Analizi Sonuçları	151

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACF	Otokorelasyon
ADF	Dickey Fuller Testi
AIS	Otomatik Tanımlama Sistemi
ARIMA	Bütünleşik Otoresif Hareketli Ortalama
ASCM	Tedarik Zinciri Yönetimi Derneği
ASEAN	Güneydoğu Asya Ülkeleri Örgütü
BİT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
CSCMP	Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi
COVID-19	Yeni Koronavirüs Hastalığı
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
FIATA	Uluslararası Taşıma İşleri Organizatörleri Federasyonu
GSYİH	Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
IATA	Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
IMF	Uluslararası Para Fonu
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
ISO	Uluslararası Standart Örgütü
LBSCI	Lineer Karşılıklı Denizcilik Bağlantı İndeksi
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
PACF	Kısmi Otokorelasyon
TEU	Yirmi Ayak Eşdeğer Birimi
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
UDHB	Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
UNCTAD	Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
USD	Amerika Birleşik Devletleri Doları
VZA	Veri Zarflama Analizi
WEF	Dünya Ekonomik Forumu
WCO	Dünya Gümrük Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ÖZET

COVID-19 pandemisi, küresel ticaret ve lojistik sistemlerinde derin aksamalara yol açmış, deniz yolu konteyner taşımacılığında ise özellikle “boş konteyner krizi” ciddi sorunlara neden olmuştur. Boş konteynerlerin dengesiz dağılımı, liman kapanmaları ve navlun fiyatlarındaki hızlı artış, sektörü eşi görülmemiş zorluklarla karşı karşıya bırakmıştır. Pandeminin etkisi, deniz yolu konteyner taşımacılığının küresel tedarik zincirlerindeki hayati rolünü yeniden değerlendirme gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, pandeminin 2020-2021 yılları arasındaki uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkilerini ve bu kapsamda ağdaki yapısal değişimleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı tarafından yayımlanan ve 2006-2021 yıllarını kapsayan Lineer Karşılıklı Denizcilik Bağlantı İndeksi verileri kullanılmıştır. Ağ dinamiklerinin anlaşılmasında yoğunluk, derece merkeziliği, özvektör merkeziliği, arasındalık merkeziliği metrikleri ve modülerite analizi kullanılmış; kırılgenlik analizleri ile ağın merkezi düğümlerinin kritik işlevleri ortaya konmuştur. Ayrıca ARIMA yöntemiyle ağdaki bağlantıların geçmiş eğilimleri incelenmiş ve gelecekteki olası durumları tahmin edilmiştir. Bulgular, pandeminin küresel konteyner taşımacılığı ağında derin yapısal değişimlere neden olduğunu göstermektedir. Yapılan analizlerde Çin, Güney Kore, Singapur, Malezya, Hollanda, Almanya, Belçika, Fransa, Birleşik Krallık, İspanya, ABD, Hong Kong ve İtalya, ağın merkezi düğümleri olarak öne çıkmıştır. Bu ülkelerdeki bozulmaların, ağın genel işleyişini ciddi şekilde zayıflattığı tespit edilmiştir. Modülerite analizi ise pandeminin ağın grup yapılarında yeniden şekillenmelere neden olduğunu ortaya koymuştur. Geçmişte farklı sebeplerle ortaya çıkan krizlerin küresel ticaret üzerinde derin etkiler bıraktığı ve benzer krizlerin gelecekte tekrar yaşanabileceği göz önünde bulundurulduğunda, pandemi gibi durumların etkilerini azaltmak için liman kapasitelerinin artırılması, esnek operasyonel planların uygulanması ve tedarik zincirlerinin çeşitlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Ayrıca, ağ merkezileşmesinin azaltılması ve alternatif denizcilik rotalarının geliştirilmesi, lojistik ağların dayanıklılığını artırmak için önerilen stratejiler arasında yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: COVID-19, Pandemi, Deniz yolu, Konteyner, Kompleks Ağ Analizi

SUMMARY

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE COVID-19 PANDEMIC CRISIS ON
INTERNATIONAL MARITIME CONTAINER SHIPPING USING COMPLEX
NETWORK ANALYSIS**

The COVID-19 pandemic has caused profound disruptions in global trade and logistics systems, leading to significant challenges in maritime container transportation, particularly the "empty container crisis." The imbalance in the distribution of empty containers, port closures, and sharp increases in freight rates have confronted the sector with unprecedented difficulties. The impact of the pandemic has highlighted the necessity of reassessing the vital role of maritime container transportation within global supply chains. This study aims to analyze the impact of the pandemic on international maritime container transportation between 2020 and 2021 and, in this context, the structural changes in the network. For this purpose, data from the Liner Shipping Connectivity Index published by the United Nations Conference on Trade and Development covering the years 2006–2021 have been utilized. Metrics such as density, degree centrality, eigenvector centrality, and betweenness centrality, along with modularity analysis, were employed to understand the dynamics of the network. Fragility analyses were conducted to reveal the critical functions of central nodes within the network. Additionally, the ARIMA method was applied to examine past trends in the network connections and forecast potential future scenarios. The findings indicate that the pandemic has led to significant structural changes in the global container transportation network. The analysis identifies countries such as China, South Korea, Singapore, Malaysia, the Netherlands, Germany, Belgium, France, the United Kingdom, Spain, the United States, Hong Kong, and Italy as central nodes within the network. Disruptions in these countries' functions were found to severely weaken the overall operation of the network. Modularity analysis further revealed that the pandemic reshaped the group structures within the network. Considering that crises arising from various causes in the past have had profound impacts on global trade, and similar crises may recur in the future, it is crucial to implement strategies to mitigate the effects of such events. Increasing port capacities, adopting flexible operational plans, and diversifying supply chains are of paramount importance. Moreover, reducing network centralization and developing alternative maritime routes are proposed as key strategies to enhance the resilience of logistics networks.

Keywords: COVID-19, Pandemic, Maritime, Container, Complex Network Analysis

TEŞEKKÜR

Çalışma sürecindeki destekleri ve rehberlikleri için başta danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TOPUZ olmak üzere, Doç. Dr. Halil ÖZEKİCİOĞLU, Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA ve Dr. Behiç ÇETİN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Söz konusu akademisyenler, sadece teorik bilgileri ve uzmanlıklarıyla değil, aynı zamanda benim üzerinde gelişim sağlayacak pratik önerileri ve yol gösterici tavsiyeleriyle de büyük bir katkıda bulunmuşlardır. Onların değerli görüşleri ve katkıları, tezimin niteliğini artırmada büyük öneme sahiptir. Bu yüzden, teşekkürlerimi sunarken, sadece bilimsel bilgi ve uzmanlık değil, aynı zamanda kişisel ilgi ve samimiyetleri için de minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Ülkemizin kurucusu Mustafa Kemal ATATÜRK'ün “Dünyada her şey için, medeniyet için, başarı için en hakiki mürşit ilimdir, fendir” sözü, bu tezde izlediğim yolun rehberidir. Onun eğitim ve bilime verdiği önemin ışığında, çağdaş bir Türkiye için emanet ettiği değerlere olan inancım ile bu çalışmayı tamamladım. Bu sebeple bağımsızlık mücadelesiyle yalnızca bir ulusu ayağa kaldırmakla kalmayıp, aynı zamanda tüm insanlığa bilim ve akılcılığın önemini miras bırakan Ulu Önder Mustafa Kemal ATATÜRK'e saygı, minnet ve şükranla çalışmamı ithaf ediyorum.

Taner FİLİZ

Antalya, 2025

ÖNSÖZ

Küresel ticaretin yaklaşık %80'i, deniz yolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmekte ve bu oran deniz yolu taşımacılığını modern dünya ekonomisinin temel dayanaklarından biri haline getirmektedir. Tarih boyunca medeniyetlerin gelişiminde merkezi bir rol oynayan bu taşımacılık yöntemi, modern çağın ekonomik yapılarında da stratejik bir önem taşımaktadır. Gerek ekonomik etkinliği gerekse çevresel sürdürülebilirliği ile deniz yolu taşımacılığı, yalnızca uluslararası ticaretin bir aracı değil, aynı zamanda küresel bağlantıların ve sürdürülebilir kalkınmanın bir sembolü haline gelmiştir.

Deniz yolu taşımacılığının merkezinde yer alan konteynerler, ticaretin ve lojistik sektörünün dönüm noktalarından biri olarak kabul edilmektedir. Konteyner taşımacılığı, başlangıçta sadece yeni bir nakliye yöntemi olarak değerlendirilmişse de zamanla, küresel ticaretin daha verimli, güvenilir ve ekonomik bir yapıya kavuşmasına olanak tanımıştır. Küçük bir kutunun, dünya ekonomisini dönüştürme gücüne sahip olması şaşırtıcı görünebilir; ancak konteynerler, maliyetleri düşürüp taşımayı hızlandırarak uluslararası ticaretin boyutlarını genişletmiş ve küreselleşmenin itici gücü haline gelmiştir. Bu kapsamda, konteynerler için sıkça kullanılan “dünyayı değiştiren kutu” tabiri, bu araçların tarihsel ve ekonomik önemini yansıtan güçlü bir metafor olmuştur.

Çalışmanın amacı COVID-19 pandemisinin (bundan sonra çalışmada “pandemi” olarak yazılmış olup; bu kelime COVID-19’u ifade etmektedir) uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkilerini anlamak ve analiz etmektir. Pandemi süreci, küresel tedarik zincirlerinde benzeri görülmemiş aksamalara yol açmış; limanların kapanması, konteynerlerin geri dönüş süreçlerinde yaşanan gecikmeler ve navlun fiyatlarındaki artış gibi sorunlar, uluslararası ticaretin kırılganlığını ve lojistik sistemlerin direnç seviyesini ciddi şekilde test etmiştir. Bu çalışmanın amacı kompleks ağ analizi yöntemini kullanarak pandeminin deniz yolu taşımacılığı üzerindeki etkilerini çok boyutlu bir şekilde incelemektedir. Bu analiz yöntemi, küresel konteyner bağlantı ağlarının yapısal özelliklerini ortaya koyarken, ağdaki merkez düğümlerin işlevini ve ticaretin sürekliliğindeki rollerini belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Çalışma, yalnızca pandeminin deniz yolu taşımacılığı üzerindeki olumsuz etkilerini gözler önüne sermekle kalmamakta, aynı zamanda bu etkilerin üstesinden gelebilecek stratejiler geliştirilmesine de katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Limanların yedekleme kapasitelerinin artırılması, operasyonel esnekliklerin sağlanması ve tedarik zincirlerinin çeşitlendirilmesi gibi öneriler önemli sonuçlarından bazılarını oluşturmaktadır. Ayrıca, pandemi sürecinde tedarik

zincirlerindeki kırılganlıkların yeniden değerlendirilmesi, deniz yolu taşımacılığının sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı için yeni stratejilerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma küresel ticaretin bel kemiğini oluşturan deniz yolu taşımacılığının kriz dönemlerindeki kırılganlıklarını anlamak ve gelecekteki olası krizlere karşı daha dirençli bir sistem oluşturulmasına katkı sağlamak için önemli bir çaba olarak tasarlanmıştır. Elde edilen bulguların yalnızca akademik literatüre değil, aynı zamanda pratik uygulamalara da değerli bir katkı sunacağı düşünülmektedir.

Taner FİLİZ

Antalya, 2025



GİRİŞ

Uluslararası ticaret, ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinde kilit bir rol oynamaktadır. Ancak, ticaretin bu geniş ölçekli doğası, ülkeler arasındaki karşılıklı ilişkilerin karmaşıklığını da beraberinde getirmiştir. Birçok ülke, üretim süreçlerini sürdürebilmek için dış kaynaklara ihtiyaç duymakta, hammadde ve ara ürünlerin temini konusunda başka ülkelere bağımlı hale gelmektedir. Aynı zamanda, ürettikleri malları dünya pazarına sunabilmek için belirli ticaret ortaklarına bağımlılık göstermektedirler. Bu karşılıklı ilişkiler, ticaretin devamlılığı açısından kritik bir rol oynarken, aynı zamanda kriz durumlarında bu sistemin kırılganlığını da ortaya koymaktadır. Bu karşılıklı etkileşim, özellikle küresel ticaretin büyük kısmını taşıyan deniz yolu taşımacılığında daha belirgin hale gelmektedir. Ülkeler arasındaki hammadde akışı ve mamul ürünlerin dağıtımı, büyük ölçüde deniz yolu üzerinden sağlanmaktadır. Deniz yolu taşımacılığı, ekonomik etkinliği ve büyük kapasitesi sayesinde küresel tedarik zincirlerini desteklemekte, bu sistemin işlerliğinde merkezi bir rol üstlenmektedir. Ülkelerin ticaret bağları ve üretim süreçlerindeki bu bağımlılık ve bağımlılık ilişkileri göz önüne alındığında, deniz yolu taşımacılığı, küresel ticaretin sürdürülebilirliğinin temel unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Dünya ticaretinin büyük bir bölümü deniz yoluyla gerçekleşmekte olup bunun arkasında deniz yolu taşımacılığının ekonomik etkinliği, büyük kapasitesi ve çevresel sürdürülebilirliği gibi temel faktörler bulunmaktadır. Büyük yük miktarlarının uzun mesafelere taşınmasında en etkili yöntem olan deniz yolu taşımacılığı, kara yolu ve hava taşımacılığına kıyasla çok daha düşük maliyetli olup çevresel etkisi daha azdır. Bu taşıma sisteminde limanlar taşımacılığın ana düğüm noktalarıdır ve ticaretin akışını sağlamak için kritik öneme sahiptirler. Konteyner taşımacılığı da günümüzde bu ulaştırma yönteminde önemli bir yer işgal etmektedir. Konteynerler, malların güvenli ve verimli bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır. Böylece taşıma süreçleri hızlandırılmakta ve maliyetler düşürülmektedir. Yüksek taşıma kapasiteleri, büyük hacimli ürünlerin taşınmasında kritik bir rol oynamakta ve küresel tedarik zincirlerinin sürekliliğini sağlamaktadır. Deniz yolu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirliği göz önünde bulundurulduğunda, konteyner taşımacılığı düşük karbon ayak izi ile çevre dostu bir seçenek sunmaktadır. Bu nedenle, deniz yolu konteyner taşımacılığı, uluslararası ticaretin ve lojistik operasyonlarının temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır.

Deniz yolu taşımacılığının küresel ticaretin bel kemiği olduğu ve konteynerlerin bu sistemin merkezi bir unsuru haline geldiği gerçeği göz önüne alındığında, bu sistemin kırılganlığı ve dayanıklılığı, uluslararası ekonomiler için hayati bir öneme sahiptir. Ancak,

krizler bu güçlü yapıların dahi sınırlarını zorlayarak, deniz yolu taşımacılığının zayıf yönlerini açığa çıkarabilmektedir. COVID-19 pandemisi, bu açıdan tarihin en büyük sınavlarından birini ortaya koymuş; küresel tedarik zincirlerini altüst ederek deniz yolu taşımacılığında ciddi aksamalara neden olmuştur. Limanların kapanması, konteynerlerin geri dönüş sürecinde yaşanan zorluklar ve lojistik süreçlerdeki kesintiler, deniz yolu ağlarının kapasitesini zorlamış ve ticaretin akışını önemli ölçüde sekteye uğratmıştır. Bu durum, küresel ticaret hacminde düşümlere ve çeşitli sektörlerde ciddi ekonomik kayıplara yol açmıştır. Pandemi, deniz yolu taşımacılığının sadece fiziksel değil, aynı zamanda sistemik kırılganlıklarını da gözler önüne sermiştir. Kriz dönemlerinde taşımacılık ağlarındaki aksaklıklar, ürünlerin nihai tüketicilere zamanında ulaşamamasına neden olmuş, maliyetleri artırarak ticaretin etkinliğini azaltmıştır. Bu gibi olaylar, deniz yolu taşımacılığı için daha esnek ve dirençli sistemlerin geliştirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Geleceğin ticaret ağları, yalnızca ekonomik sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda krizlere karşı direnç göstermeyi de hedefleyen yenilikçi yaklaşımlarla yeniden şekillenmek zorundadır.

Çalışma, pandemi krizinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı sektörü üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Pandemi öncesi ve sonrasında deniz yolu konteyner taşımacılık ağının değişimlerini analiz etmek, pandeminin ülkeler üzerindeki etkilerini belirlemek ve gelecekteki krizlere karşı sektörün daha hazırlıklı olması için stratejiler geliştirmek öncelikli hedefler arasındadır. Bu doğrultuda, hangi ülkelerin veya bölgelerin krizden daha fazla etkilendiğini belirleyerek, sektörün direncini artırmak için stratejiler geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağındaki kırılgan noktaları tespit ederek, sektörün krizlere karşı daha dayanıklı hale gelmesine katkıda bulunulması amaçlanmaktadır. Küresel deniz yolu bağlantı ağının gelecekteki trendlerini ortaya koyarak, sektörün gelecekteki belirsizliklere karşı daha dirençli ve sürdürülebilir bir yapıya sahip olmasını sağlamak hedeflenmektedir.

Çalışmanın önemi, uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı sektörünün küresel ekonomideki kritik rolü ve pandemi gibi krizlerin sektör üzerindeki doğrudan etkileri ile ilgilidir. Analiz sonucunda elde edilen bulguların literatüre ve sektöre katkısı, pandemi süresince deniz yolu taşımacılığı ağlarında meydana gelen yapısal değişiklikleri ve bu değişikliklerin taşımacılık ağlarının kırılganlığı üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, bu alandaki bilgi boşluğunu doldurmasıdır. Özellikle kriz dönemlerinde deniz yolu taşımacılığının nasıl etkilendiğini ve bu etkilerin nasıl yönetilebileceğini anlamak hem akademik çalışmalar için hem de pratik uygulamalar için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada, uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının pandemi krizine nasıl tepki verdiğini incelemek için kompleks ağ analizi yöntemi kullanılmaktadır. Kompleks ağ analizi, düğümler ve kenarlar arasındaki ilişkileri inceleyerek bu ilişkilerin yapısını ortaya koymaktadır. Çalışmada, ağın genel yapısını, merkezi düğümleri ve topluluk yapılarını detaylı bir şekilde analiz etmek için derece merkeziliği, özvektör merkeziliği, yakınlık merkeziliği ve arasındalık merkeziliği gibi merkezilik ölçümleri kullanılmaktadır. Ağın görselleştirilmesi için Fruchterman-Reingold algoritması tercih edilmiştir. Topluluk yapılarını analiz etmek için modülerite analizi kullanılarak ağın sıkı bağlantılı alt gruplara bölünmesi sağlanmakta ve bu gruplar arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Ayrıca, ağın pandemi dönemindeki trend değişikliklerini anlamak amacıyla volatilité analizi yapılmaktadır. Küresel konteyner bağlantı ağının trendini ve gelecekteki durumunu tahmin etmek için ARIMA yöntemi kullanılmaktadır. ARIMA modeli, geçmiş veriler ve hata terimleri aracılığıyla zaman serisinin dinamiklerini yakalayarak gelecekteki değerleri öngörmektedir.

Çalışma yukarıda açıklanan detaylar doğrultusunda üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde deniz yolu taşımacılık sistemi detaylı olarak açıklanmıştır. Bu kapsamda deniz yolu taşımacılığının avantaj ve dezavantajları, tarihsel gelişim süreci, günümüzde deniz yolu taşımacılığının mevcut durumu ve gelecek beklentileri açıklanmıştır. Ayrıca deniz yolu taşımacılığı içerisinde önemli bir yer tutan konteyner taşımacılık sisteminin avantaj ve dezavantajları, tarihsel gelişimi, konteyner taşımacılığının paydaşları, küresel deniz yolu konteyner taşımacılık ağları ve konteyner taşımacılığının geleceği detaylı olarak açıklanmıştır. İkinci bölüm ise çalışmanın yöntem açısından temelini oluşturan kompleks ağ analizi üzerinedir. Bu bölümde ağ biliminin temelleri, bu yöntemle ilişkin temel kavramlar, ağ oluşum modelleri tanıtılmıştır. Üçüncü bölüm ise tezin literatür, uygulama ve bulgularını kapsamaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DENİZ YOLU KONTEYNER TAŞIMACILIK SİSTEMİ

Bu bölümde, deniz yolu konteyner taşımacılık sistemi ele alınacaktır. Öncelikle ulaştırma kavramı açıklanarak, küresel ekonomide tedarik zincirlerinin genişlemesi ve lojistik yönetiminin artan önemi vurgulanacaktır. Ardından, deniz yolu taşımacılığının üstün ve zayıf yönleri değerlendirilecek, tarihsel gelişimi ve mevcut durumu incelenecektir. Gelecek beklentileri ışığında deniz yolu taşımacılığının gelecekteki rolü ve etkileri tartışılacaktır. Ayrıca, deniz yolu taşımacılığının çeşitli türleri ve konteyner taşımacılığı üzerinde durulacaktır. Konteyner taşımacılığının tarihsel gelişimi, avantajları ve dezavantajları, bu sistemin paydaşları ve konteyner taşımacılık ağları ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Son olarak, konteyner taşımacılığındaki gelecekteki beklentiler ele alınarak, bu alandaki yenilikler ve gelişmeler değerlendirilecektir.

1.1. Ulaştırma Kavramı

Ekonominin küreselleştiği ve uluslararası bağlantıların her zamankinden daha yoğun hale geldiği günümüzde, tedarik zincirleri artık yalnızca yerel veya bölgesel sınırlarla sınırlı kalmayarak, dünya çapında geniş bir ağ yapısına dönüşmüştür. Bir ürünün üretilmesinden tüketiciye kadar olan süreçte yer alan bir dizi işletmeden oluşan bu zincir artık bölgesel olmaktan çıkarak dünyanın farklı ülkelerine yayılmış durumdadır. Bu durum Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kavramının giderek daha fazla önem kazanmasına sebep olmaktadır. Uzak mesafelere gerek hammadde gerekse nihai ürünleri daha verimli bir şekilde ulaştıran zincir ortakları ekonomik olarak avantaj sağlamakta ve bu ortamda hayatta kalabilmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (CSCMP) TZY'yi tanımlarken satın alma, tedarik, dönüşüm ve tüm lojistik yönetimi faaliyetlerinde yer alan bütün operasyonların planlanması ve yönetimini kapsadığını; aynı zamanda kanal ortaklarıyla (tedarikçiler, aracılar, üçüncü taraf servis sağlayıcılar ve müşteriler) koordinasyon ve iş birliğini de içerdiğini; özünde, tedarik zinciri yönetimi, arz ve talep yönetimini şirket içinde ve şirketler arasında bütünleşmeyi sağladığını ifade etmiştir. Ayrıca bu sürecin üretim operasyonlarının yanı sıra tüm lojistik yönetim faaliyetlerini, pazarlamayı, satış işlemlerini, ürün tasarımı, finans işlemlerini ve bilgi teknolojilerini ve bunlar arasındaki süreç ve faaliyetlerin koordinasyonunu sağladığını vurgulamıştır¹. CSCMP'nin tanımından yola çıkarak lojistik faaliyetler içerisinde ulaştırmanın

¹CSCMP.(2013).“supplychainmanagementdefinitions2013”.<https://cscmp.org> (erişim tarihi: 10.12.2022).

ürünlerin zincir boyunca akışından sorumlu olduğu söylenebilir. Bu akış boyunca eşyalar, ilk noktadan son tüketiciye kadar farklı ulaştırma modları ve araçlarıyla küresel boyutta taşınmaktadır.

Lojistik faaliyetler, tedarik zinciri içinde önem bir yer tutmakta olup ürün, servis desteği ve bilginin akışını sağlamaktadırlar. Lojistik yönetimi, kavram olarak ABD merkezli Tedarik Zinciri Yönetimi Derneği (ASCM) tarafından TZY bağlamında “kaynak ve hedef noktaları arasında ürünlerin ileri ve geri hareketini, elleçlenmesini ve depolanmasını kontrol eden TZY alt birimi” şeklinde ifade edilmiştir. Yine aynı kurum tarafından endüstriyel bağlamda lojistik “malzeme ve ürünü uygun yerde ve uygun miktarlarda elde etme, üretme ve dağıtma sanatı ve bilimi” olarak tanımlanmıştır². Akademik olarak kabul görmüş olan bir diğer tanımda CSCMP, “lojistik yönetimi” kavramını “Müşteri gereksinimlerini karşılamak üzere, üretim noktası ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü içeren tedarik zinciri süreci aşaması” olarak tanımlamış ve lojistik yönetimi faaliyetlerinin genel olarak inbound ve outbound yük yönetimi, filo yönetimi, depolama, malzeme taşıma, sipariş işleme, lojistik ağ tasarımı, envanter yönetimi, arz/talep planlaması ve üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının yönetimini kapsadığını vurgulamıştır³. Her iki tanımdan lojistiğin tedarik zincirinin önemli bir parçası olduğu ve akış teması üzerinde durulduğu değerlendirilebilir.

Lojistik kavramından bahsedildiğinde, çoğu insan genellikle kamyonların otoyollarda ilerlediğini hayal etmektedir. Fakat lojistik çok daha geniş bir anlama sahip olmakla beraber, ulaştırma bu faaliyetlerin ana bileşenlerinden biridir. Ulaştırma, tedarik zinciri içerisinde malzemelerin noktalar arasındaki fiziksel hareketinden sorumlu faaliyet olarak açıklanmaktadır⁴. Ulaştırma kavramıyla ilgili farklı yazarlar ve kurumlar tarafından yapılmış olan birtakım tanımlar bulunmaktadır. Fakat genel olarak ulaştırma; yolcu ve eşyalarının belirli bir amaç için bir noktadan bir noktaya belirli hatlar üzerinden belirli araçlar ve işletme sistemleri ile depolanmadan yer değiştirmesi işi olarak ifade edilmektedir. Ulaştırma, ülkeler arasında çok çeşitli lokasyonlara yolcu ve yük hareketlerini destekleyerek küresel ekonominin az görünür ancak kritik bileşenlerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Bu yönüyle toplumların gelişmişlik düzeylerine önemli katkı sağlamaktadır. Günümüz küresel ekonomi düzeninde ürünlerin genellikle üretildiği lokasyonlardan çok daha uzak noktalarda tüketildiğini

² ASCM. (2022). “Supply Chain Dictionary”.

https://ascm.force.com/community/apex/scormanywhere__SCORM_Player?KVl6EsrtbQUlSoTWyZBmMUcnVKQgD3VWsQa5ILIKPeItTsQjRBG6bg1NwM85Uggg (erişim tarihi: 12.12.2022)

³ CSCMP. (2013). “supplychainmanagementdefinitions2013”. <https://cscmp.org> (erişim tarihi: 10.12.2022).

⁴ Waters, 2021:309.

görmekteyiz. Sadece üretim sonrası aşamada değil daha öncesine bakacak olursak, üretimin desteklenmesinde gerekli olan birçok girdi artık farklı ülkelerden çok sayıda tedarikçiden sağlanmaktadır. Dolayısıyla ulaştırma hem üretim hem de tüketim açısından önemli bir faaliyet olup geniş bir coğrafyaya yayılmıştır⁵.

Ulaştırmanın ekonomik, sosyal ve politik açıdan birtakım fonksiyonları bulunmaktadır. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde ulaştırmanın toplumların refahı ve gelişmişliği üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkileri bulunmaktadır. Ulaştırma, üretim noktaları ile tüketim noktaları arasında bağlantı sağlamaktadır. Üstlendiği bu rolün sonucu olarak gerek yurt içi gerek uluslararası ticaret anlamında üretilen malların dağıtımını sağlamaktadır. Bu sayede ülkelerin ekonomik olarak gelişmesine katkı sağlamaktadır. Dünya Bankası'nın hazırlamış olduğu lojistik performans indeksine bakıldığında üst sıralarda yer alan ülkelerin ekonomik gelişmişlik bakımından dünyanın önde gelen ülkeleri olduğu görülmektedir⁶. Bu sebeple ulaştırma faaliyetlerinin ülkelerin gelişmişlik düzeyleriyle doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir.

Ulaştırma altyapısının ve faaliyetlerinin gelişmiş olduğu ülkeler üretmiş oldukları ürünleri uluslararası pazarlara daha hızlı ve verimli bir şekilde aktardıklarından dolayı bu ürünler müşteriler tarafından daha ucuza satın alınabilmektedir. Bu sayede uluslararası alanda ülkelerin rekabet gücünde artış sağlanmaktadır. Tedarik zincirinde üretim öncesi aşamalarda da benzer bir durum söz konusudur. Etkili ve verimli ulaştırma ağlarına sahip ülkeler daha ucuza ürünlerini üretebilmektedirler. Verimli ulaşım sistemleri, işletmeler için üretim maliyetlerini düşürmeye ve karlılığı artırmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca işletmelerin yeni pazarlara ulaşmasını, müşteri tabanını genişletmesini ve satışlarını artırmasını sağlamaktadır⁷.

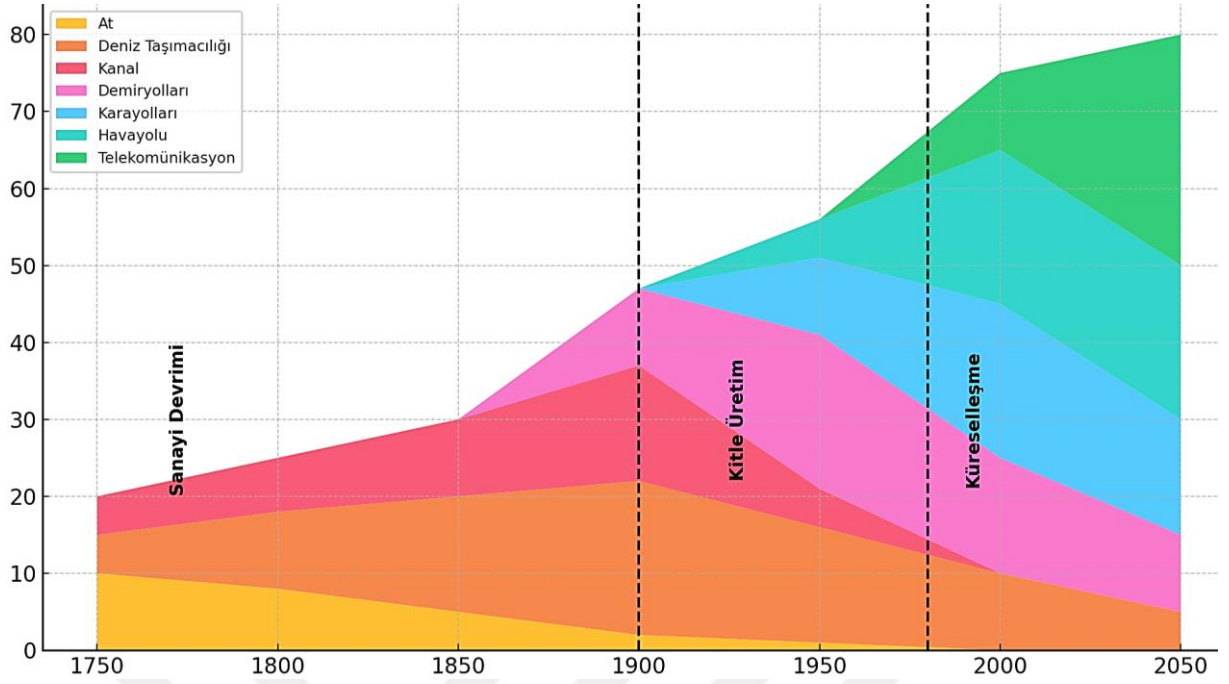
Şekil 1.1'de ulaştırma araçlarındaki zaman içerisindeki yaşanan ilerlemeye bağlı olarak yaşanan ekonomik gelişim görülmektedir⁸. Ulaştırma araçlarındaki her bir yenilik ekonomik büyümeye önemli bir ivme kazandırmıştır. 1750'li yıllardan günümüze kadar olan dönemde ulaştırma faaliyetleri kas ve rüzgâr gücünden motorlu taşıtlara doğru bir gelişim sergilemiştir. Yakın gelecekte iletişim ve telekomünikasyon alanında ilerlemelerin sağlanmasıyla ülkelerin ekonomik gelişmelerinde artış beklenmektedir.

⁵ Rodrigue, 2021:38.

⁶ The World Bank. (2023). "Global logistics performance index". <https://lpi.worldbank.org/international/global> (erişim tarihi:18.11.2023).

⁷ Tseng vd., 2005:1662.

⁸ Nistor ve Catalin. 2014:10.



Şekil 1.1. Ulaştırma Araçlarının Ekonomik Gelişime Etkisi

Kaynak: Nistor ve Catalin, 2014:10.

Ulaştırmanın ekonomik etkilerinden bir diğeri de önemli bir istihdam yaratmasıdır. Ülkeden ülkeye istihdam oranları ve sayıları değişse de ülkeler için işsizliğin önlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Avrupa Birliği'nin yayınladığı rapora göre taşımacılık sektörü birlik içinde yaklaşık olarak on milyon kişiyi istihdam etmekte ve Gayrisafi Yurt İçi Hasılanın (GSYİH) yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır. Yine aynı raporda etkili ulaşım sisteminin Avrupalı şirketlerin dünya ticaretinde rekabet edebilmesi için vazgeçilmez olduğu vurgulanmıştır⁹.

Sosyal açıdan bakıldığında ulaşım modern toplumlarda önemli faydalar sağlamaktadır. Ulaşım ülke içerisinde kırsal kesimde yaşayan bireyler ile şehirlerde yaşayan bireyler arasında köprü vazifesi görmektedir. Bu bakımdan kırsal kesimde yaşayan insanların eğitim, sağlık, istihdam ve diğer temel hizmetlere erişmesini mümkün kılmaktadır. Bu durum ülke içerisinde bölgesel gelişmişlik farklılıklarının önlenmesine ve temel hizmetlerin ülkede yaşayan tüm bireylere ulaşmasını sağlamaktadır. Ulaşım sistemleri, insanların ekonomik üretkenliklerini sağlaması ve bunun yanında ekonomik açıdan hayatlarını devam ettirebilmesi açısından gerekli olan işlerine gidip gelmelerini mümkün kılmaktadır. Bu durum, iş fırsatlarının daha geniş bir coğrafyaya ve daha fazla insan kitlesine ulaşmasını sağlamaktadır. Böylece yoksulluğun ve eşitsizliğin azaltılması ulaşım sayesinde gerçekleşmektedir. Ayrıca gelişmiş ulaşım sistemlerinin varlığı ülkenin nüfus dağılımı üzerine de etkileri bulunmaktadır. Kırsal

⁹ European Commission. (2023). "Transport sector economic analysis". https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/transport-sector-economic-analysis_en (erişim tarihi:04.06.2023).

kesimde yaşayan bireylerin ülkenin geri kalanına erişebilir olması ile ülke içinde nüfus dağılımı daha dengeli bir yapıda olmaktadır¹⁰. Ayrıca ulaştırma, toplumların kültürel birliğinin sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır. Bölgeler arasında örf ve adetlerin değişmesi süreci ile toplumların kaynaşması ve ülkede kültürel açıdan birlik oluşması kazanımları elde edilir¹¹.

Ulaştırma, yalnızca ekonomik işlevlerle sınırlı kalmayıp, çeşitli politik fonksiyonların yerine getirilmesine de katkı sağlamaktadır. Bu işlevlerin başında, kırsal kesim ile kent toplumlarının entegrasyonunu sağlamak gelmektedir. Aynı zamanda, devlet ile toplum arasındaki bütünleşmeyi destekleyerek siyasal birlik bilincinin gelişmesine ve güçlenmesine olanak tanımaktadır. Bu süreç, homojen ve kaynaşmış bir toplum yapısının oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, ulaştırma altyapısı siyasi açıdan devlet mekanizmasının iyileştirilmesine, güvenlik sistemlerinin etkin bir şekilde işlemesine ve diğer altyapı hizmetlerinin yerine getirilmesine hizmet etmektedir. Özellikle, ulaştırma sistemleri, bir ülkenin güvenliğinin sağlanmasında ve savunma mekanizmalarının etkinliğinde kritik bir rol oynamaktadır. Güçlü bir ulaştırma altyapısı olmaksızın ülkelerin savunma sistemlerinin başarılı olması mümkün değildir¹².

Ulaştırma ağları karmaşık yapılar olup insanları, şehirleri ve ülkeleri birbirine bağlamaktadır. Özellikle küreselleşmenin bir sonucu olarak ulaştırma ağları, ekonomik ve ticari ilişkiler ile daha uzak mesafelere ulaşarak üretici ve tüketicileri kenetlemektedir. Bu anlamda özellikle deniz yolu, kara yolu, demir yolu, hava yolu ve boru hatlarına ilişkin altyapı kullanılarak ülkeler ekonomik olarak ticari bağlarını geliştirmektedir. Bu beş temel taşıma modu küresel ya da yerel insan ve eşya akışlarını sağlamaktadır¹³.

Her bir ulaştırma modunun, maliyet, hız, hizmet, güvenilirlik ve güvenlik kriterleri bakımından birbirlerine göre avantajlı veya dezavantajlı olduğu özellikleri mevcuttur. Kara yolu taşımacılığı ulusal ya da uluslararası taşımaların önemli bir parçası konumundadır. Yüklerin kapıdan kapıya teslim edilmesinde hemen hemen zorunlu bir unsurdur. Uzun mesafeli karma taşımalarda limanları, istasyonları veya havaalanlarını son teslimat noktalarına bağlamaktadır. Uluslararası taşımalar açısından bakıldığında yoğun şekilde deniz yolu taşıma sistemleri tercih edilse de yükler başlangıç noktalarından çıkış limanlarına ve varış limanından da nihai teslimat yerlerine kara yolu taşıma sistemleri ile aktarılmaktadır. Bu sebepler kara yolu taşımacılığı ara nakliyat olarak da ifade edilen kapıdan kapıya teslimatlarda başka bir ifade ile kısa mesafeli yerel taşımalarda en uygun çözümü sunmaktadır¹⁴.

¹⁰ Erdoğan, 2016:191.

¹¹ Beşirli, 2016:55.

¹² Ergün, 1978:10.

¹³ Wang vd., 2018:1172.

¹⁴ Long, 2012:131.

Demiryolları hem yük hem de yolcular için kara yoluna önemli bir alternatif olarak taşımacılıkta kullanılmaktadır. Özellikle düşük değerli yüklerin orta mesafelerde taşınmasında uygun maliyetli çözüm sunmaktadır. Demir yolu taşımacılığının en önemli avantajlarından birisi navlun ücretlerinin düşük olmasıdır. Ayrıca demir yolu taşımacılığındaki yakıt tüketimi kara yolunun yirmide biri kadardır. Bu bakımdan demir yolu taşımacılığı daha çevreci bir ulaştırma şeklidir. Fakat ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Altyapı yapım süreci oldukça uzun sürmekte ve büyük miktarda arazi gereksinimi duyulmaktadır¹⁵.

Hava yolu taşımacılığı, diğer taşıma modları kadar köklü bir geçmişe sahip olmamakla birlikte, hız, güvenilirlik ve emniyetiyle uzun mesafeli yolcu taşımacılığında önemli bir ulaşım türü olarak öne çıkmaktadır. Yük taşımaları açısından ise ekonomik değer bakımından pahalı, ağırlık bakımından hafif olan kargoların uzak mesafelere taşınmasında tercih edilmektedir. Bu sayede hava yolu taşımacılığı ürünlerin pazar mesafelerini artırmaktadır¹⁶. Hava kargo ile değer olarak dünya ticaretinin yaklaşık %35'ini oluşturan, yılda 6 trilyon ABD dolarının üzerinde eşya taşımaktadır. Hava yolu taşımacılığının bir diğer avantajı ise coğrafi engellere (dağ, vadi, nehir vb.) takılmadan ulaşım imkânı sağlamasıdır. Bunun yanı sıra yatırım ve uçak maliyetleri oldukça yüksek durumdadır. Bu sebeple büyük yatırımlar gerektirmektedir. Fakat buna rağmen havayollarının ülkeler için artan stratejik önemi sebebiyle hükümetler bu alana önem vermektedirler¹⁷.

Ülkeler arası boru hatları, hidrokarbonları (gaz, ham petrol ve nihai ürünler) bir ülkenin coğrafi sınırları içinde veya ötesinde uzun mesafelere taşımının enerji açısından en verimli, güvenli, çevre dostu ve ekonomik yoludur. Günümüzde birçok ülkenin ihtiyaç duyduğu enerjinin büyük bir miktarı boru hatları ile karşılanmaktadır. Dolayısıyla ülkelerin üretimleri ve ekonomileri bu boru hatlarının kesintisiz işlemesine bağlı durumdadır¹⁸. İlk yatırım maliyetleri yüksek olan boru hatları çevreye duyarlı, doğal koşullardan çok az etkilenmesi ve güvenli olması sebebiyle akışkan yüklerin taşınmasında tercih edilmektedir. Günümüzde sadece enerji kaynaklarının taşınmasında değil temiz içme suyu ve atık su aktarımlarında özellikle şehir alanlarında da kullanılmaktadır¹⁹.

¹⁵ Xukuo ve Qiong, 2013:414.

¹⁶ ICAO. (2005). "The economic & social benefits of air transport ATAG". https://www.icao.int/meetings/wrdss2011/documents/jointworkshop2005/atag_socialbenefitsairtransport.pdf (erişim tarihi: 05.02.2024).

¹⁷ IATA. (2022). "What Types of Cargo are Transported by Air?". <https://www.iata.org/en/publications/newsletters/iata-knowledge-hub/what-types-of-cargo-are-transported-by-air/> (erişim tarihi: 01.04.2023).

¹⁸ Dey, 2004:673.

¹⁹ UDHB. (2013). "11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şûrası". <https://sgb.uab.gov.tr/uploads/pages/11-ulasirma-surasi/11-ulasirma-surasi-sektor-raporlari-boru-hatlari.pdf> (erişim tarihi:05.01.2023).

Ulaştırma faaliyetlerinde taşıma modlarının bir operasyon boyunca birkaçının kullanıldığı karma taşımacılık (multimodal, intermodal, combined) olarak da ifade edilen sistemler de kullanılmaktadır. Karma taşımacılık yöntemleri taşıma modlarının avantajlı yönlerinin bir taşıma süreci içerisinde kullanarak daha verimli bir taşıma gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu sistemin gerçekleşmesinde özellikle konteyner olarak ifade edilen taşıma kapları kullanılmakta; yükler bu kaplar içerisine yerleştirildikten sonra taşıma modları arasında yüke temas edilmeden aktarılması sağlanmaktadır²⁰.

Deniz yolu taşımacılığı çalışmanın ana konusunu oluşturduğundan ilerleyen bölümlerde detaylı olarak açıklanacaktır.

1.2. Deniz Yolu Taşımacılığı

Dünya üzerinde kıtaların coğrafi olarak dağılımı incelendiğinde, birbirinden denizlerle ayrılmış, adeta okyanuslarca hapsedilmiş, büyük adalar şeklinde olduğu görülmektedir. Kıtaların birbirinden büyük denizlerle ayrılması, çok çeşitli noktalar arasında doğal ulaşım ağlarının doğmasına sebep olmuştur. Bu açıdan bakıldığında denizler aslında kıtaları ayırmamış; verimli ve ucuz olan ulaşım altyapısını oluşturmuştur. Dolayısıyla bir engel gibi görünen denizler ülkelere büyük bir imkân sunmaktadır²¹. Günümüz dünya ticaretinin büyük bir bölümünün denizlerden yapıyor olması bu imkana sahip olan ülkeler için önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Günümüzde küresel ticaretin yaklaşık %80’lik kısmı denizler aracılığıyla gerçekleşmektedir²². Bu bakımdan deniz yolu taşımacılığı uluslararası ticaretin bel kemiği olarak görülmektedir.

Tunalı ve Akarçay çalışmalarında deniz yolu taşımacılığı kavramını “yükleme limanından (çıkış limanı) tahliye limanına (varış limanı) kadar olan aşamalarda gemiler ve diğer deniz araçları kullanılarak büyük miktarda kuru, sıvı, gaz ve konteyner içine konulabilen malzemelerin taşındığı; su yolları, okyanus kıyıları ve uluslararası denizlerde gerçekleştirilen ulaşım şekli” olarak ifade etmişlerdir²³. Bir diğer çalışmada ise deniz yolu taşımacılığı Jin vd. tarafından “taşıyıcının bir limandan diğerine göndericinin emanet ettiği malları taşıma sorumluluğunu üstlendiği ve yurt içi limanları, uluslararası limanlar ve iç nehir limanları arasında su yoluyla gerçekleştirilen taşıma faaliyeti” şeklinde açıklanmıştır²⁴. Tanımlardan yola çıkarak deniz yolu taşımacılığının kısaca limanlar arasında su yolu ile yük ve yolcu taşımacılığı olduğu söylenebilir. Deniz taşımacılığı esasen yüklerin su taşıma ağları üzerinden taşınması

²⁰ Vural vd., 2014:77.

²¹ Başer, 2013:61.

²² Usta ve Sarı:2021:32.

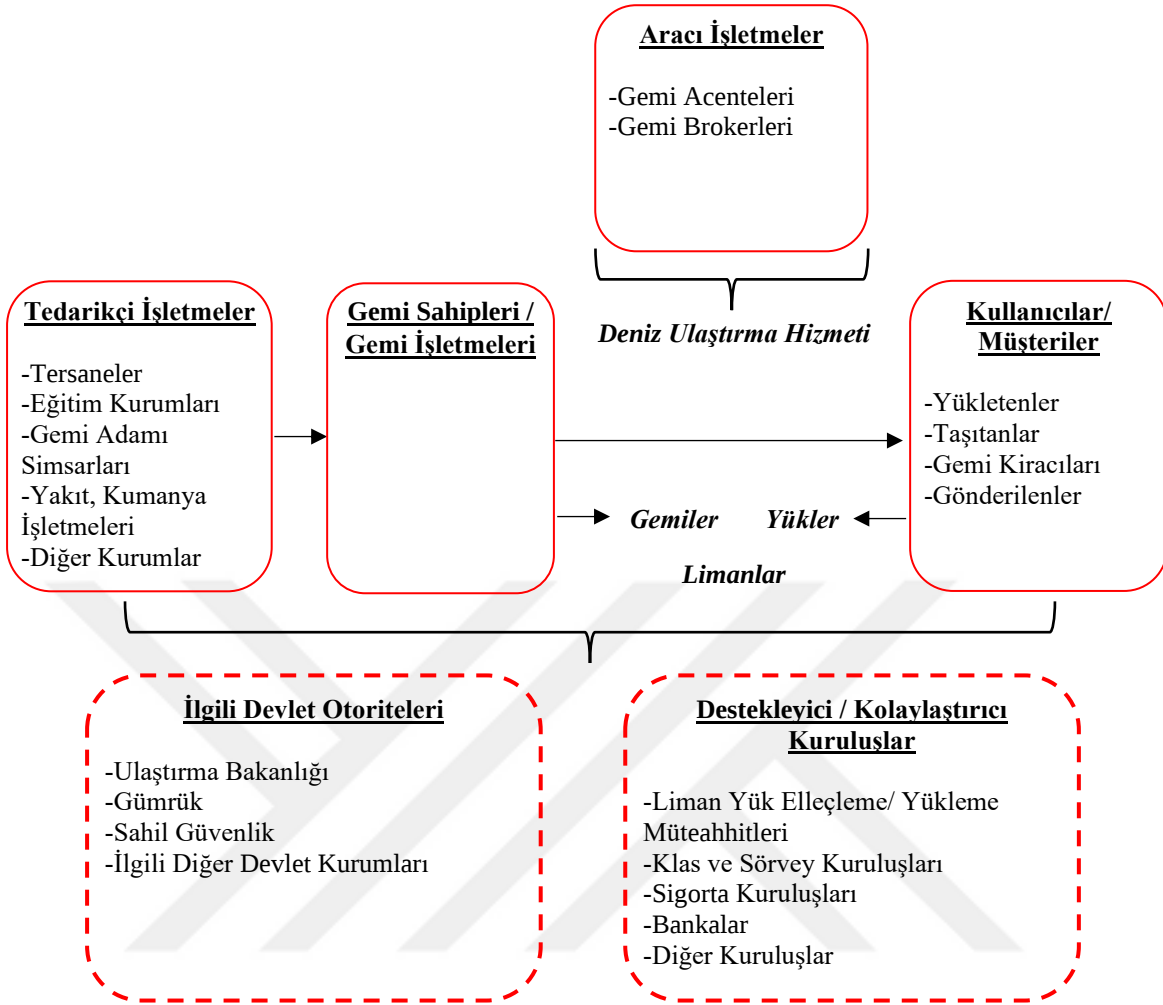
²³ Tunalı ve Akarçay, 2018: 112.

²⁴ Jin vd., 2022:1.

faaliyetidir. Bu ağlardaki bağlantılar ve düğüm noktaları sırasıyla su yolları ve limanlardır. Bu ağlar, kargonun hinterlandlar ve limanlar arasında hareket ettiği intermodal taşımacılık ağları ile tamamlanmaktadır. Daha açık bir ifade ile genellikle kara yolu ulaşım şekli deniz yolunun bir tamamlayıcı olarak yükün üretim ortamından çıkış limanına ve varış limanından sonra ise tüketim noktasına aktarılmasında kullanılmaktadır²⁵.

Deniz yolu taşımacılığının paydaşları Şekil 1.2’de görülmektedir. Deniz yolu taşımacılık sistemi çok sayıda aktörlerin organize bir şekilde çalıştığı çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Bu sistemde tersaneler, eğitim kurumları, gemi adamı eğitimi veren işletmeler, yakıt ve kumanya gibi girdiler sağlayan tedarikçi şirketler yer almaktadır. Gemi sahipleri veya gemi işletmecileri tedarikçilerden çeşitli girdileri sağlayarak taşımacılık hizmeti verirler. Limanlarda yükleme boşaltma faaliyetlerinin yanı sıra konteyner dolum ve boşaltma işlemleri, gümrük işlemleri yapılmaktadır. Yükü gönderen ve alan taraflar da bu sistemin önemli bir parçasıdır. Bu iki taraf arasında aracılık hizmeti sunan broker ve acente işletmelerinin yanında forwarder işletmeleri de sürecin unsurları arasında yer almaktadır.

²⁵ Talley, 2013:710.



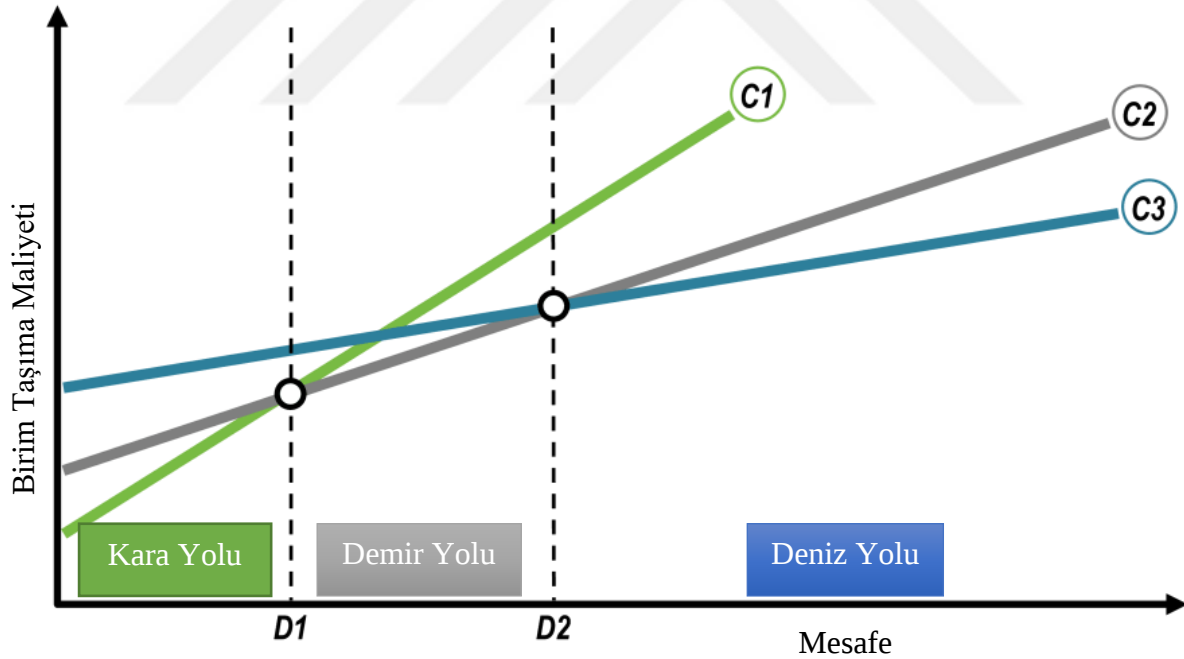
Şekil 1.2. Deniz Yolu Taşımacılığının Paydaşları
Kaynak: Deveci, 2013:24.

1.2.1. Deniz Yolu Taşımacılığın Üstün Yönleri

Deniz yolu taşımacılık sektörü, küresel ticaret açısından hayati bir öneme sahip olup, bu önemin geçmişten günümüze artarak devam ettiği gözlemlenmektedir. Adam Smith 18.yy’da yazdığı “Ulusların Zenginliği” isimli kitabında deniz yolu taşımacılığının her türlü endüstri dalı için kara yolu taşımacılığından daha fazla pazara ulaşım imkânı sağladığını vurgulamaktadır. Uzak pazarlara denizden erişim imkânı sebebiyle deniz kıyılarında çeşitli endüstri dallarının gelişim gösterdiğini ve bu gelişimin çoğu zaman bir süre sonra ülkenin iç kesimlerine doğru yayıldığını ifade etmiştir²⁶. Bu bağlamda deniz yolu taşımacılığı işletmelerin dış pazarlara ekonomik bir şekilde açılma fırsatlarını geliştirmektedir. Bu sebepten dolayı ülkeler deniz yolu alt yatırımlarına önem vermektedir. Liman yatırımları sayesinde bölge etrafında endüstri kuruluşlarının sayıları artış göstermekte ve zaman içerisinde bu endüstri kuruluşları sayıları deniz kıyılarından iç kesimlere doğru bir gelişme sergilemektedir.

²⁶ Smith, 1982.

Taşıma ücretleri uluslararası ticareti etkileyen önemli bir maliyet unsurudur. Ülkelerin sahip olduğu lojistik altyapılarının düzeyi, faaliyette bulunan işletme sayısı, lojistik hizmetlerin kalitesi ve fiyat rekabetleri ödenecek olan taşıma ücretlerine etki etmektedir. Ödenen taşıma bedelleri yoğun rekabetin olduğu küresel ticaret ortamında daha da önem kazanmaktadır. Sonuçta ülkelerin katlanmak zorunda kaldığı yüksek ulaştırma maliyetleri ürünlerin satış fiyatları üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Yapılan çalışmalar nakliye maliyetlerini %10 artırmanın ticaret hacimlerini %20'den fazla azalttığını göstermektedir. Şekil 1.3'te ulaştırma modlarının bir birim yük maliyetlerinin mesafeye göre değişimlerini göstermektedir. Kara yolu taşımacılığı, kısa mesafeler için daha düşük bir maliyete sahiptir. Fakat demir yolu ve deniz yolu maliyetlerinden daha hızlı bir şekilde artış sağlamaktadır. D1 mesafesinden itibaren demir yolu ulaşımı kara yolu taşımacılığına göre daha kârlı olurken, D2 mesafesinden itibaren deniz yolu taşımacılığı daha avantajlı hale gelmektedir. Bu noktalar başa baş mesafeleri olarak adlandırılır. Bu başa baş noktalarının değerleri ülkelere göre değişkenlikler gösterebilmekle beraber deniz yolu taşımalarının uzun mesafelerde en verimli çözüm olduğu açıktır²⁷.



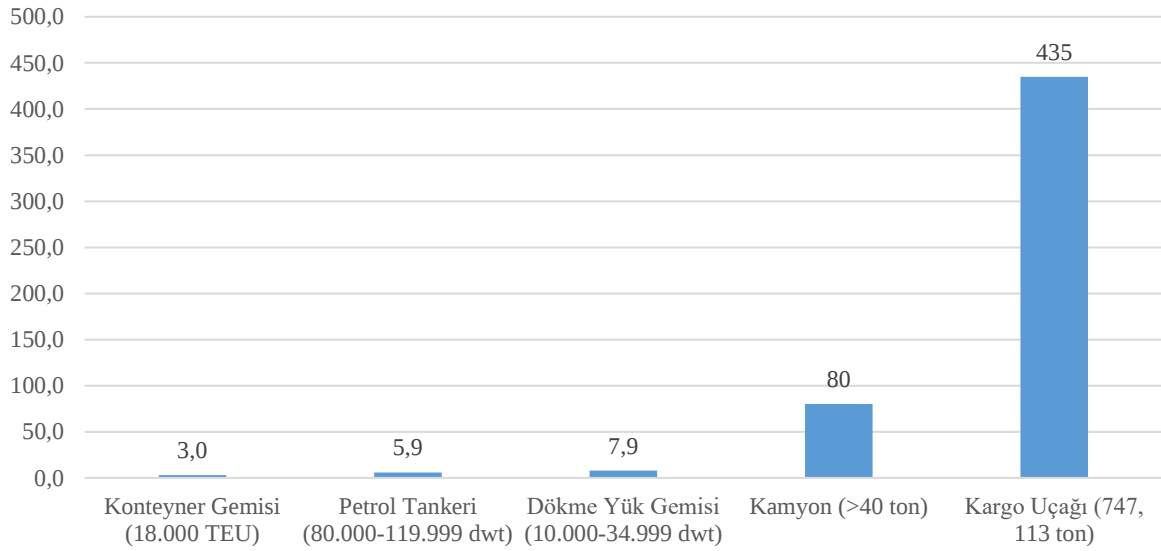
Şekil 1.3. Ulaştırma Modlarının Mesafeye Göre Taşıma Maliyetleri

Kaynak: Rodrigue, 2020:154.

Uluslararası ticaretin giderek artması taşımacılıktan kaynaklanan çevresel kirliliğin daha fazla hissedilmesine neden olmaktadır. Günümüzde tedarik zincirleri içinde ürünler dünyanın farklı bir yerinde üretilmekte, başka bir ülkeye taşınmakta ve daha sonra nihai tüketim

²⁷ Rodrigue, 2020:154.

yerlerine yeniden dağıtılmaktadır. Bu sebeple ulaştırmaya olan ihtiyaç artmakta olup kullanılan ulaşım araçları çevreye önemli zararlar vermektedir. Özellikle CO₂ gibi zararlı gazların salınımı küresel iklim değişikliğini tetiklemektedir²⁸. Şekil 1.4'te bir ton ağırlığındaki yükün bir km uzağa taşınmasında çeşitli ulaşım araçlarının doğaya yaydığı CO₂ miktarları görülmektedir. Deniz yolu taşıtları olan gemiler tek seferde büyük miktarda yükü taşınması sebebiyle ton başına diğer taşıma araçlarına çok az bir miktarda çevreye zarar verdiği görülmektedir.



Şekil 1.4. Taşıma Araçlarının CO₂ Emisyonlarının Karşılaştırılması (gram/ton-km)

Kaynak: Lindstad vd., 2012:386.

Deniz yolu taşımacılığı bir takım altyapı yatırımlarını gerekli kılmaktadır. Özellikle limanlar, deniz yolu taşımacılığı açısından yüklerin elleçlendiği bir aktarma merkezi olarak deniz yolu taşıma sistemi içinde yüksek yatırımlar gerektiren duraklardır. Yüksek yatırım gereksinimine rağmen özellikle gelişmiş ülkelerde liman yatırımları öncelikli projeler arasında yer almaktadır²⁹. Bunun yanında gemi inşa ücretleri de ciddi bir maliyet unsurudur. Bu bakımdan denizcilik sektöründeki oyuncuların sayısı kısıtlı düzeydedir. Fakat deniz yolu taşımacılığında seyahatin su üstünde geçiyor olması sebebiyle otoyol veya demir yolu rayları gibi bir yol altyapısına ilişkin inşa ve bakım gerekmemektedir. Ayrıca ilk yatırım maliyetleri yüksek olarak bilinen liman ve iskelelere yapılan masraflar da uzun süreler boyunca yeterli gelmektedir³⁰.

²⁸ Lindstad vd., 2012:386.

²⁹ Bayraktutan ve Özbilgin, 2013:15.

³⁰ Oğuz ve Oğuz, 2020:68.

1.2.2. Deniz Yolu Taşımacılığın Zayıf Yönleri

Deniz yolu taşımacılığının sahip olduğu birçok avantajın yanın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlı yönler temel olarak hız ve erişilebilirlik sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Deniz yolu taşımacılığında kullanılan gemiler, ortalama olarak 15-20 knot (yaklaşık 25-30 km/saat) hızla seyretmektedir. Bu hız diğer taşıma modlarıyla kıyaslandığında oldukça yavaş kalmaktadır. Deniz yolu taşımalarında seyahat sürelerini artıran tek etken gemilerin seyir hızları da değildir. Taşıma esnasında var olan hava koşulları bu süreyi daha da uzatabilmektedir. Ayrıca limanlarda yaşanan yoğunluk ve liman faaliyetlerindeki yavaşlık gibi durumlar zaman zaman yaşanabilmektedir³¹. Netice de gerek doğal gerekse teknik birtakım sorunlar sebebiyle deniz yolu taşımacılığı oldukça zaman alan bir ulaşım şeklidir.

Deniz yolu taşımacılığı yapısı gereği kapıdan kapıya hizmet verememektedir. Bir fabrikada üretilen ürünler genellikle kara yolu taşıma araçlarına yüklenerek limanlara taşınmaktadır. Çıkış limanında yükler gemilere aktarılmakta ve taşıma mesafesinin büyük bir bölümü denizde gerçekleştirilmektedir. Varış limanında gemiden alınan yükler nihai tüketim noktalarına kadar tekrar farklı bir taşıma moduna ait araç ile nakledilmektedir³². Bu bakımdan deniz yolu taşımacılığı başlangıç ve bitiş noktalarındaki genellikle kısa mesafe taşımaları olarak ifade edilen ara nakliyata gereksinim duymaktadır. Yapılan ara nakliyat ve çift elleçleme gereksinimi deniz yolu taşımacılığındaki önemli maliyet unsurları arasında kabul edilmektedir.

1.2.3. Deniz Yolu Taşımacılığının Tarihsel Gelişimi

Deniz taşımacılığı ile ticaret arasındaki tarihsel ilişki, antik dönemlerden günümüze kadar önemli bir rol oynamıştır. Tarih boyunca deniz taşımacılığı ekonomik büyüme, kültürel iletişim ve coğrafi keşiflerde kritik bir rol oynamıştır³³. Bugün geçmişe dönüp baktığımızda Afrika kıtasına yapılan keşif seferleri ve Amerika kıtasının keşfi gibi önemli birtakım ilerlemeler bir dönüm noktasıdır. Bu dünyaca ünlü büyük deniz keşifleri, insanlık tarihini değiştirmiştir. Özellikle uluslararası deniz ticareti, insanlığın dünyanın birçok yerine yayılmasına yardımcı olmuş ve küresel ekonominin büyümesine destek olmuştur³⁴.

Deniz yolu taşımacılığın tarihsel serüveni incelendiğinde bu ulaştırma yönteminin başlangıcı, insanlığın suyla tanıştığı ilk döneme kadar uzandığı kabul görmektedir. İlk insanlar önce kendini taşıyacak kadar suda batmayan birtakım malzemeleri kullanarak hareket edebilmiş, sonrasında da daha büyük malzemeler ile ağır yükleri taşıyabilmiştir³⁵. Bu kapsamda

³¹ Acar ve Köseoğlu, 2014:239.

³² Paixão ve Marlow, 2002:172.

³³ Topuz, 2010:2.

³⁴ Yang vd., 2011:3.

³⁵ Hüseyinzade, 2006:4.

ağaç kütükleri, su kaynağı üzerinde eşyanın bir noktadan başka bir noktaya iletilmesinin ilk örneğidir. Küçük yükleri taşımak için tek bir kütük yeterliyken daha sonra büyük yükleri taşımak için kütüklerin birbirine bağlanarak taşıma platformlarının oluşturulduğu tahmin edilmektedir. Zamanla, bu salları kullanmak için kürekler geliştirilmiş ve yelken teknolojisinin de etkisiyle bu araçlar daha ileri seviyede kullanılmaya başlanmıştır³⁶.

Deniz yolu taşımacılığının tarihsel öyküsünde Antik Mısır'ın önemli bir yeri vardır. Günümüzden yaklaşık beş bin yıl önce Antik Mısır bulunduğu coğrafyanın en önemli gücü konumuna gelmiştir. Antik Mısır'a ilişkin yapılan araştırmalar ve bulunan arkeolojik kayıtlar bugün bizlere su yolu taşımacılığının onların hayatında çok önemli bir konumda olduğunu kanıtlamaktadır. Bu dönemde Akdeniz ve Kızıldeniz üzerinden uzak halklarla ilişkiler için nehir ve deniz ticareti gerçekleştirildiği düşünülmektedir. Mısırlıların deniz ticaretini benimsemesi, Mezopotamya ve bölgenin önde gelen güçleri ile sürekli iletişim kurmalarına yardımcı olmuş; Doğu Akdeniz'de uzun mesafeli seyahatin başlamasına katkı sağlamıştır. Bu dönemde, çeşitli ürünlerin takası deniz yolu taşımacılığı sayesinde mümkün hale gelmiştir. Ayrıca bugün dahi görenleri hayrete düşüren piramitlerin yapımında Nil Nehri üzerinden yüzlerce km uzaklıktaki taş bloklar gemilerle taşınmıştır³⁷. Ayrıca papirüs elyafı malzemesi kullanılarak deniz ulaşımında adeta bir dönüm noktası olduğu düşünülen yelkenler gemilerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum denizcilik tarihi açısından büyük bir ilerleme sağlamış; rüzgâr gücünden deniz ulaşımında yararlanılmaya başlanmıştır³⁸. Sonraki dönemlerde yelkenli gemiler boyut olarak da gelişmiş ve Avrupalı toplumlar coğrafi keşifleri gerçekleştirmiştir. O dönem için ileri bir teknoloji olarak kabul edilen yelken ve pusula, denizciliğin kıyı sularından uzaklaşıp okyanuslara açılmasına olanak sağlamıştır³⁹.

Şekil 1.5'teki oklarla gösterilen çizgi, deniz ticaretinin ticari merkezinin 5000 yıl boyunca doğudan batıya doğru gerçekleşen gelişimini göstermektedir. Bu hareket M.Ö. 3000'li yıllarda Mezopotamya'dan başlamış ve zamanla Doğu Akdeniz'in önemli ticaret merkezleri olan Sur'a, ardından Rodos'a, Yunan anakarasına ve Roma'ya doğru ilerlemiştir. Venedik (ve daha sonra Cenova) 1000 önce Akdeniz ticaret rotaları sayesinde gelişen kuzeybatı Avrupa şehirleri Köln, Bruges, Antwerp ve Amsterdam arasındaki ticaretin kavşak noktası konumunda Akdeniz'in en önemli denizci kentlerinden birisi olmuştur. Tüm bu süreç içerisinde Hansa kasabaları, Baltık ve Rus bölgeleriyle deniz ticareti gerçekleştirmişlerdir. On yedinci yüzyılda bu iki denizcilik akımı Amsterdam'da ve on sekizinci yüzyılda Londra'da birleşmiştir.

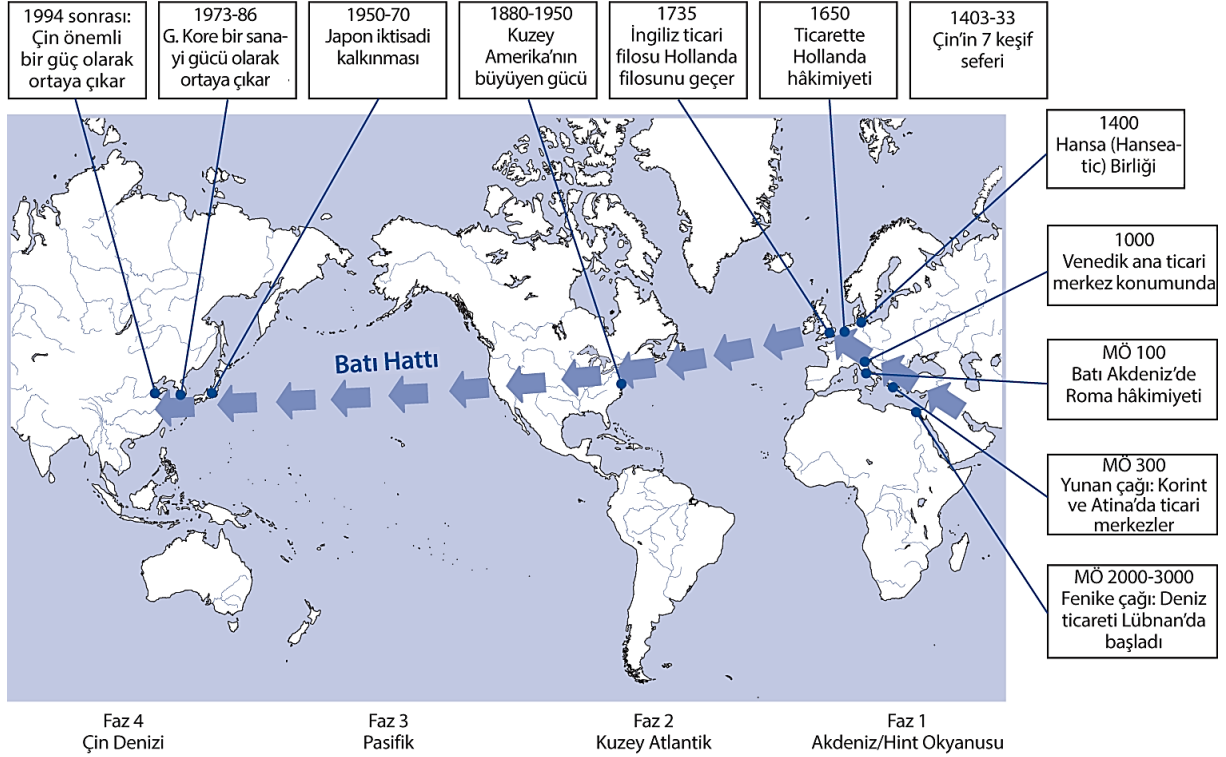
³⁶ Özdemir, 2015:424.

³⁷ Paine, 2014.

³⁸ Saraç, 2017:254.

³⁹ Kılınç, 2021:6.

Günümüzde dahi bu limanların işlek oldukları görülmektedir. 19. yy.'da Batı Hattı, Atlantik'i aşabilen buharlı gemilerin geliştirilmesiyle Kuzey Amerika deniz ticaretinin merkezi konumuna gelmiştir. Son olarak, Japonya, Güney Kore, Çin ve Hindistan, 1900'lerde Pasifik'in batısına doğru büyük bir ticaret atılımı yapmışlar; dünya üretiminde söz sahibi olmaya başlamışlardır⁴⁰.



Şekil 1.5. Batı Hattı: Deniz Ticaret Merkezlerinin 5000 Yılı

Kaynak: Stopford, 2008.

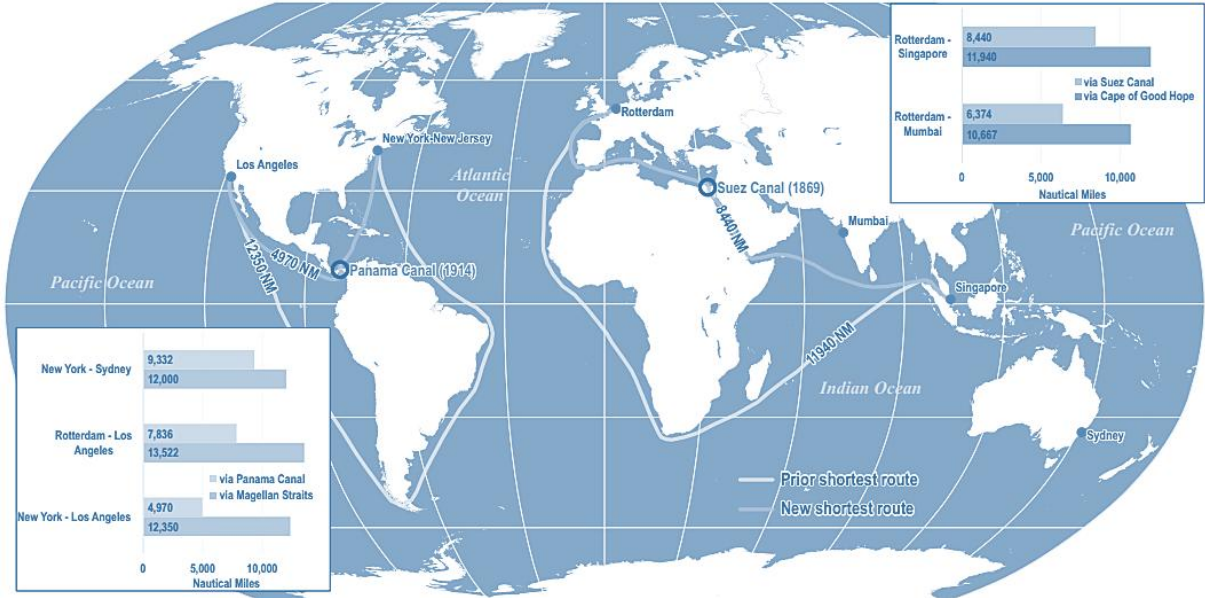
Buhar gücü ile çalışan makinelerin deniz yolu taşımacılığına entegre edilmesi ile 19. yy. ortalarından itibaren deniz ticaret ağları büyük ölçüde genişlemiştir. Hareket gücünü buhardan alan gemiler sayesinde artık rüzgâra olan bağımlılık ortadan kalkmıştır. İlerleyen yıllarda deniz ticareti açısından günümüzde de oldukça önemli bir yere sahip olan Süveyş Kanalı açılmış; 19. yüzyılın ikinci yarısında Asya-Pasifik bölgeleri boyunca deniz ticareti artmıştır. Süveyş Kanalı, Ümit Burnu etrafından dolanan uzun deniz rotasını atlayarak Asya'dan Avrupa'ya olan yolculuğu yaklaşık 6000 km azaltmıştır. Böylece Ümit Burnu rotasına göre %86 oranında mesafe avantajı elde edilmiştir. Böylece Asya ticari olarak daha erişilebilir hale gelmiştir⁴¹.

Denizcilik tarihinde önemi büyük olan bir diğer proje de Panama Kanalı'dır. 1914 yılında tamamlanan Panama Kanalı, Amerika'nın Doğu ve Batı kıyıları arasındaki deniz mesafesini 13.000 km kadar önemli ölçüde kısaltmıştır. Şekil 1.6'da Süveyş Kanalı ve Panama

⁴⁰ Stopford, 2008:6.

⁴¹ Mostafa, 2004:139.

Kanallı'nın küresel deniz taşımacılığındaki konumu görülmektedir. Bu iki kanal projesi de hayata geçtiği günden itibaren deniz yolu taşıma mesafesini ve dolayısıyla taşıma sürelerini önemli ölçüde azaltarak büyük bir ekonomik fayda sağlamaktadır⁴².



Şekil 1.6. Süveyş ve Panama Kanallarının Coğrafi Etkileri

Kaynak: Rodrigue ve Notteboom, 2013.

Şekil 1.7’de denizciliğin 5000 yılının önemli aşamaları özetlenmektedir. İnsan gücü ile hareket eden gemi teknolojisi sonraki aşamada yekencilere, ardından fosil yakıtlı çalışan buharlı gemilere ve ardından da dizel motorlu gemilere doğru bir serüven yaşamıştır. 1950’li yıllarda dünya ekonomisinde yaşanan büyük ilerleme ile denizcilik sektörü de gelişme sağlamış ve gemi türleri çeşitlenmiştir. Günümüzde dökme yük gemi türüyle başlayan süreç, tanker ve konteyner taşımak için tasarlanmış özel gemilerle devam etmektedir⁴³.

⁴² Rodrigue ve Notteboom, 2013.

⁴³ Doğru ve Yorulmaz, 2021:1088.

Tarih	Enerji Kaynağı	Tekne Yapı Malzemesi	Tekne Yapısı	Ana Makine	Tahrik Ünitesi	Seyir Teknolojisi	Dâhili Taşıma	Taşıma Sistemi
M.Ö 5000	İnsan Gücü Rüzgâr	Ağaç, Çivi, Mıh Halat Halat Kıtığı Zift	Çivileme Mıh, Halat Bağlama		Kürek, Yelken	Göksel Seyir ↓ Pusula	Karayolu ↓	Tramp Hattı ↓
≤1780	↓	Bakır Kaplama	↓		Çark	↓	Kanallar ↓	Liner Tramp, Yolcu Taşımacılığı ↓
≤1833	Kömür	Demir	Perçin, Kalafat Teli	1. Buhar Dönemi 2. Buhar Dönemi 3. Buhar Dönemi	Pervane	Sextant	Demir Yolu Kamyon Hava Yolu	
≤1870	↓	Çelik Alüminyum	↓			Radyo		
≤1913	Petrol	Kopolimer	↓	Türbin		Radar		
≤1950	Nükleer		Kaynak	Dizel		Uydu		Konteyner Taşımacılığı
↓	LNG							
≤2000	↓							

Şekil 1.7. M.Ö. 5000 Yılından Günümüze Deniz Yolu Taşımacılığının Gelişimi

Kaynak: Stopford, 2010.

Her ne kadar gemiler ve gemi endüstrisi deniz yolu taşıma sistemlerinin önemli bir parçası olsa da limanlar bu sistem içinde oldukça kritik bir rol oynamaktadır. Deniz limanları tarih boyunca küresel ticaret için önemli bir konumda yer almış ve yakın çevrelerindeki eyalet ve bölgelerin ekonomilerini de etkilemiştir⁴⁴. Limanlar tarihsel gelişim süreçleri içinde çok çeşitli faaliyetlerin gerçekleştirildiği büyük tesisler olsa da en temel işlevleri gemilere yönelik hizmetlerdir. Bu hizmetler deniz yolunun taşıma ve depolama fonksiyonuna hizmet eden faaliyetleri bünyesinde barındırmaktadır. Bunun yanında limanlar, üretim alanlarını desteklemesi sebebiyle ekonomi, üretim ve ticaret sistemlerinin de bir parçasıdır⁴⁵.

Limanların tarihsel gelişimi, elleçledikleri yüklerin çeşidi, limanların geliştirilmesindeki stratejiler, limanda verilen faaliyetler, örgütün yapısal durumuna göre dört aşamada kategorize edilmektedir⁴⁶:

- ✓ Birinci Nesil Limanlar: 1960'lı yıllardan öncesindeki liman faaliyetlerini kapsayan limancılık yaklaşımını ifade etmektedir. Bu zaman diliminde limanlarda sadece gemilere yükleme-boşaltma hizmetleri verilmektedir. Dolayısıyla bu dönemde limanların ticaret merkezi olma gibi bir hedefi bulunmamaktadır.
- ✓ İkinci Nesil Limanlar: Birinci nesil liman faaliyetlerinin yanında "ulaştırma, sanayi ve ticaret merkezleri" olarak görev üstlenmişlerdir. Bu bağlamda limanların

⁴⁴ Brooks vd., 2014:4.

⁴⁵ Koçak ve Kışış, 2015:281.

⁴⁶ Koçak ve Kışış, 2015:282.

işlevlerinde gelişme yaşanmıştır. Bu dönemde limanlar artık daha fazla katma değer üreten faaliyetlere katılmışlardır.

- ✓ Üçüncü Nesil Limanlar: Bu sınıftaki limanlar ilk iki kuşaktaki limanların verdiği tüm hizmetleri bünyesinde barındırmaktadır. İlaveten konteyner taşımacılığı ve bu sistemin önemli bir faaliyeti olan intermodal taşımaya da hizmet verilmektedir.
- ✓ Dördüncü Nesil Limanlar: Bu aşamada limanlar küresel ticaret için önemli bir merkez olarak görülmeye başlanmıştır. Artık limanlar tedarik zincirinin ve ticaretin en önemli halkası durumundadır ve bu sebeple uluslararası rekabetin kritik bir parçası haline gelmişlerdir.

1.2.4. Deniz Yolu Taşımacılığında Mevcut Durum

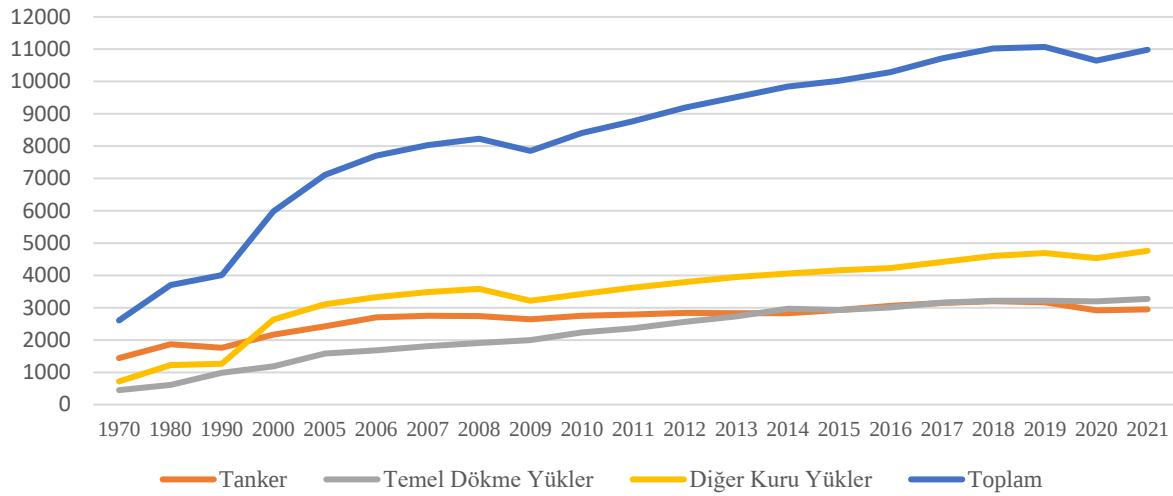
Dünya ticareti geçmişten günümüze önemli ölçüde artmış durumdadır. Özellikle 1950 sonrası dünya ekonomik sisteminde yaşanan liberalleşme ve 80’li yıllardan sonra hızla gelişen ekonomik küreselleşmenin etkisiyle küresel ticarete büyük bir ilerleme sağlanmıştır. UNCAD verilerine küresel mal ticareti 1948 yılında sadece 58 milyar USD civarındaydı. Bu ticaret değeri 1960 yılında yaklaşık 160 milyar USD; 1970 yılında yaklaşık 318 milyar USD; 1980 yılında yaklaşık 2,05 trilyon USD, 1990 yılında yaklaşık 3,5 trilyon USD, 2000 yılında yaklaşık 6,4 trilyon USD, 2010 yılında yaklaşık 15,2 trilyon USD olarak gerçekleşmiştir. Son olarak küresel mal ticareti 2022 yılında yaklaşık 24,9 trilyon USD civarında bir değer ifade etmektedir⁴⁷. Bu istatistik küresel ticaretin artış yönünde muazzam bir gelişim yolcuğu gerçekleştirdiği göstermektedir. Küresel mal ticaretindeki bu devasa artış deniz yolu taşımacılığına olan ilgiyi de beraberinde getirmiştir. Hiç şüphesiz günümüzde bu ticaretin gerçekleşmesinde deniz yolu taşımacılığın büyük bir payı bulunmaktadır. Küresel mal ticaretinin tahmini olarak %80’inin su üstünde gerçekleştiği düşünüldüğünde denizcilik, küresel ekonominin vazgeçilmez bir parçasını oluşturmaktadır⁴⁸.

Şekil 1.8’de yüklemesi yapılan tanker (ham petrol, rafine edilmiş petrol ürünleri, gaz ve kimyasalları içerir), temel dökme yük (demir cevheri, tahıl, kömür, boksit/alümina ve fosfatı içerir), diğer kuru yük (küçük hacimli yükler, konteyner ve diğer genel kargoyu içerir) gruplarına göre uluslararası deniz yolu taşımacılığının gelişimi görülmektedir. Şekil incelendiğinde 1970-2021 döneminde tüm yük gruplarında önemli bir yükseliş gerçekleştiği görülmektedir. Toplam yüklenen kargo değerlerindeki artış geçen yıllar içinde deniz yolu

⁴⁷ UNCAD, 2023.

⁴⁸ Usta ve Sarı, 2021:32.

taşımalarının dünyada ticaretindeki artan önemini ortaya koymaktadır. Yüklenen kargo miktarı 1970’te 2,6 milyar ton iken 2021 yılına gelindiğinde yaklaşık 11 milyar tona ulaşmıştır.



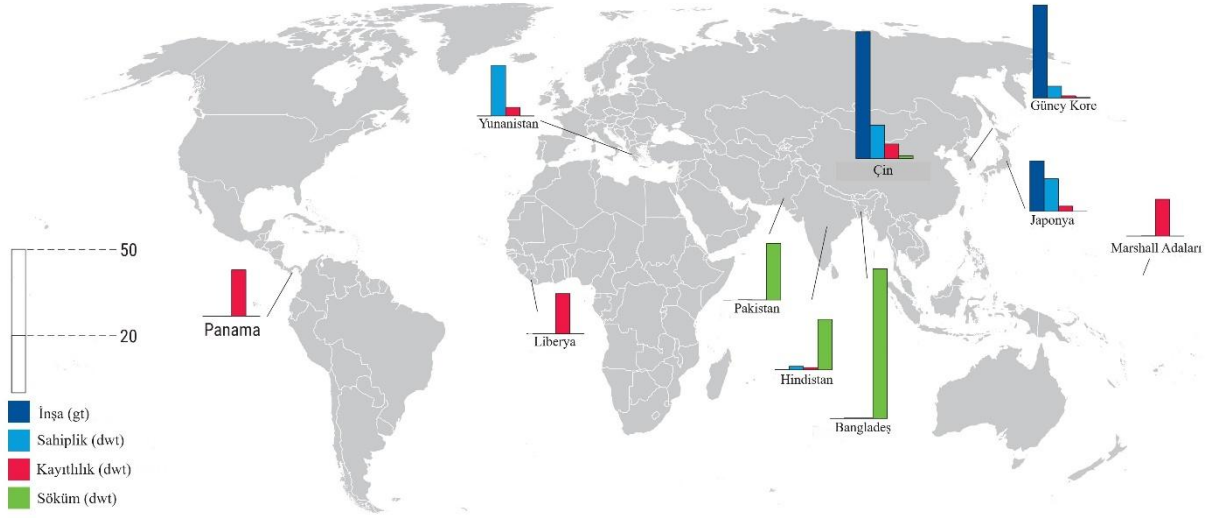
Şekil 1.8.Yük Grubuna Göre Uluslararası Deniz Taşımacılığı (Yüklenen, Milyon Ton)
Kaynak: UNCTAD, 2022a.

Şekil 1.9’da dünya gemi piyasasındaki (inşa, sahiplik, kayıtlılık ve söküm piyasaları) mevcut durum görülmektedir. Günümüzde gemi inşa işinde özellikle Çin, Güney Kore ve Japonya söz sahibi bir konumda yer almaktadır. Gemi inşa işlemi büyük mühendislik ve nitelikli işgücü gerektiren bir endüstridir. Bu endüstri dalında gerçekleştirilen temel faaliyetler gemilerin tasarımı, imalatı ve bakımı, bu gemilerin çoğunda bulunan alt sistemlerin montaj ve üretimi olarak sıralanabilir⁴⁹. Bu bakımdan gemi üretimi uzun süren, maliyetli ve emek yoğun bir alandır. Gemi sahipliliği bakımından Yunanistan merkezli denizcilik şirketleri pazarın önemli aktörleri olarak göze çarpmaktadır. Günümüz gemi piyasasında gemi sahibi işletmeler çoğu zaman bulunduğu ülkelere gemilerini kaydetmemektedirler. Gemi tescilinde Panama, Liberya ve Marshall Adaları gibi küçük ülkeler ön plana çıkmaktadır. Söz konusu bu tür ülkelere denizcilik literatüründe “kolay bayrak ülkeleri” ifadesi kullanılmaktadır. Bu durumun oluşmasında bu tür küçük ülkelerin sağlamış olduğu birtakım avantajların büyük katkısı bulunmaktadır. Kolay Bayrak ülkeleri genellikle diğer ülkelere göre daha düşük kayıt ücretleri ve vergiler talep ederler. Bunun dışında bu ülkelerde düzenlemeler ve denetimler daha azdır. Bu durum gemi sahiplerinin bu bayraklar altında gemilerini işletmelerini daha maliyet etkin hale getirebilmektedir⁵⁰. Denizcilik piyasasının bir diğer unsuru da gemilerin sökümü yani geri dönüşümüdür. Gemiler tuzlu sularda uzun yıllar çalıştıktan sonra söküm işlemine tabi

⁴⁹ Vargas vd., 2020:498.

⁵⁰ Gould, 2021:342.

tutulmaktadır. Bu alanda ucuz işgücüne sahip olan Bangladeş, Pakistan ve Hindistan en önemli ülkeler olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 1.9. 2021 Yılı Gemi İnşası, Sahiplik, Kayıtlılık ve Söküm Durumu
Kaynak: UNCTAD, 2022b.

1.2.5. Deniz Yolu Taşımacılığında Gelecek Beklentileri

Deniz yolu taşıma sistemi uluslararası ticarete eski dönemlerden beri tercih edilmektedir. Günümüz küresel ticaret ortamında da denizcilik, ülkelerin gerek dış pazarlara erişme gerekse ihtiyaç duyulan hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürünlerin dışarıdan temininde en ekonomik çözümleri sunmaktadır. Denizcilik sektörü zaman içinde yaşanan bir dizi değişimden etkilenmiş ve bu değişimlere ayak uydurmuştur. Özellikle ikinci dünya savaşı sonrası dönemde yaşanan temel gelişmeler şunlardır ⁵¹:

- ✓ Siyasi ve jeopolitik dönüşümler,
- ✓ Ticaretin serbestleştirilmesi,
- ✓ Ulaştırma altyapısı ve hizmetlerinin sağlanmasında yasal düzenlemelerin hafifletilmesi ve özel sektörün daha fazla katılımı,
- ✓ Enerji piyasaları ve fiyatlarındaki şoklar,
- ✓ Konteynerizasyon,
- ✓ Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanımı,
- ✓ Dünya ticaretinin ve uluslararası iş bölümünün yoğunlaşması,
- ✓ Üretim ve dağıtım süreçlerinin küreselleşmesi,
- ✓ Daha fazla ekonomik entegrasyon ve karşılıklı bağımlılık,
- ✓ Gelişmiş lojistik hizmetlerinin ve sağlayıcılarının ortaya çıkışı,
- ✓ Taşıma maliyetlerinin düşmesi.

⁵¹ Valentine vd., 2013:1.

Yukarıda belirtilen tüm bu etkenler zaman içinde deniz yolu taşımacılığını dönüştürmeye yardımcı olmuştur. Günümüzde de özellikle iklim krizinin etkilerinin daha fazla hissedilmesi ve teknoloji alanında yaşanan büyük gelişmeler deniz yolu taşımacılık sistemlerinde gelecekte birtakım yeniliklerin yaşanması beklentilerini doğurmuştur.

Deniz yolu taşımacılığı son dönemlerde küresel iklim değişikliği sorunundan kaynaklanan birtakım önlemlerle karşı karşıyadır. Gemiler dizel yakıtlar kullanması atmosfere önemli miktarda karbon ve diğer zararlı gazların salınmasına sebep olmaktadır. Bu bağlamda Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) geleceğe yönelik hedefler belirleyerek gemilerden kaynaklanan çevresel zararları azalma gayretindedir. IMO yapmış olduğu strateji planına göre 2050 yılına kadar belirlediği temel hedefler şu şekildedir⁵²:

- ✓ Yeni gemilerin enerji verimliliğini artırarak gemilerin karbon yoğunluğunu azaltmak;
- ✓ Uluslararası taşımalardan kaynaklanan karbon salınım düzeyini düşürmek;
- ✓ Sıfıra yakın emisyon salınımı sağlayan enerji kaynaklarının, yakıtların ve sera gazı üretmeyen teknolojilerin kullanımını artırmak;
- ✓ Deniz yolu taşımacılığında kaynaklanan emisyonları 2050 yılına kadar sıfıra düşürmek.

IMO belirlediği bu hedefler gerçekleşmesi durumunda gelecekte daha yeşil bir deniz yolu taşımacılığına geçiş sağlanacaktır. Fakat bu hedeflerin gerçekleşmesi amacıyla gemilerde kullanılan yakıtların da daha çevreci olması gerekmektedir. Bu durum sebebiyle daha az zararlı ekolojik yakıtların geliştirilmesi ve bunların ekonomik olarak gemilerde kullanılıp kullanılmaması durumuna göre deniz taşımacılığının geleceği ve özellikle önümüzdeki yıllarda alacağı yönün tayin edilmesi beklenmektedir⁵³.

Teknolojide yaşanan muazzam gelişmeler deniz yolu taşımacılığını da etkilemektedir. Özellikle sensör teknolojisindeki gelişmeler kendi kendini sevk ve idare edebilen taşıma araçlarını mümkün kılmıştır. Kara yolu ulaşım modunda giderek yaygınlaşan otonom taşıtlarının bir nevi deniz yolu versiyonu olan akıllı otonom gemilerin gelecekte yaygın olarak kullanılması beklenmektedir. Otonom gemi olarak ifade edilen taşıtlar insan müdahalesine gerek duymaksızın kendi kendine seyretme kabiliyetine sahip olan ve bunun yanında verilen görevleri yapabilen özerk sistemlerdir. Bu gemiler sensörlerle donatılmış, yapay zekâ algoritmalarıyla çalışan araçlar olduğundan çeşitli karmaşık yapıdaki görevleri yerine

⁵² IMO. (2023). "Initial IMO Greenhouse Gas Emissions Strategy".

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx> (erişim tarihi:19.11.2023).

⁵³ Psaraftis, 2021:538.

getirebilme gücüne sahiptir⁵⁴. Yapılan değerlendirmelerde bu tür deniz araçlarının ekonomik faydalarının yüksek olabileceği vurgulanmaktadır. Yeni nesil otonom gemiler daha az personele ihtiyaç duyduğundan bu gider kalemlerinde iyileşmelerin yaşanması beklenmektedir. Ayrıca bu araçların yakıt maliyetlerini düşüreceği bunun yanında egzoz salınımlarını da önemli ölçüde azaltacağı beklenmektedir. Otonom deniz araçlarının en önemli faydalarından biri de emniyetli olmalarıdır. Bu tür araçlar çevresinde yer alan gelişmiş sensörler vasıtasıyla daha güvenli seyir imkânı sunmaktadır⁵⁵.

Son yıllarda denizcilik sektörüne ilişkin gelecek beklentileri arasında “akıllı liman” uygulamalarının ön plana çıktığı görülmektedir. Akıllı liman kavramı, uluslararası ticaret ve ulaşım sistemlerinde karşılaşılan pek çok sorunun etkili bir şekilde üstesinden gelinmesi için geçerli bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Söz konusu limanlar operasyonel verimliliğini ve genel performansını artırmak amacıyla nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim ve yapay zekâ dahil olmak üzere birçok dijital teknolojiyi içermektedir. Bahsi geçen liman türleri, en son teknolojinin kullanımı ve yaratıcı çözümlerin uygulanmasıyla karakterize edilen daha karmaşık bir yapı olarak kabul edilmektedir. Akıllı limanlar mevcut kaynaklarını etkili bir şekilde yönetme yeteneğine sahiptir. Bu da limanların mevcut performansını geliştirmekte ve daha fazla çıktı elde etmesini sağlamaktadır⁵⁶. Akıllı limanların geliştirilme sürecinde olan fakat ilk örneklerini de görmeye başladığımız yeni nesil limanlardır. Gelecekte bu tür limanların yaygınlaşması beklenmektedir. Çünkü yeni nesil akıllı limanlar sensörler, izleme sistemleri ve veri analitiği gibi akıllı altyapıların entegrasyonu ile liman operasyonlarını optimize edebilir, gerçek zamanlı veri toplama ve paylaşımını iyileştirebilir ve genel verimliliği artırabilirler. Ek olarak, akıllı limanların kirliliği azaltma konusunda yararlı olacağı tahmin edilmektedir⁵⁷.

Deniz yolu taşımacılığının en önemli unsurlarından birisi olan gemilerin boyutları giderek artmaktadır. İşletmelerin daha büyük gemilere yatırım yaparak kargo taşıma kapasitesini artırmayı ve daha yüksek navlun geliri elde ederek deniz taşımacılığının kârlılıklarını artırmayı hedefledikleri görülmektedir⁵⁸. Daha büyük hacimli gemilerle yapılan taşımalarda tek sefer büyük miktarlarda yük nakliyesi yapılabilmektedir. Bu durum nakliyyede ölçek ekonomisi oluşturmaktadır. Başka bir ifade ile tek seferde taşınan yük miktarının artması birim taşıma ücretlerinin düşmesini sağlamaktadır. Bu sebeple deniz yolu taşımacılığı diğer taşıma modlarına kıyasla tek seferde çok yüksek hacimli yüklerin nakliyesinin mümkün kılarak,

⁵⁴ Komianos, 2018:336.

⁵⁵ Yorulmaz ve Karabulur, 2021:45.

⁵⁶ Li vd., 2023:3.

⁵⁷ Yen vd. 2023:2.

⁵⁸ Laine ve Vepsäläinen, 1994:33.

ekonomik çözümler sunmaktadır. Fakat bu durumun gemilerin yanaşacağı limanları etkilemesi ve limanların boyutlarının da zamanla büyüyeceği tahmin edilmektedir⁵⁹.

1.3. Deniz Yolu Taşımacılığının Türleri

Deniz yolu taşımacılığında farklı kriterlere göre taşıma türleri değişkenlik göstermektedir. Şekil 1.10'da da görüleceği üzere kapsadığı coğrafyaya göre deniz yolu taşımacılığı kabotaj ve uluslararası taşımacılık şeklinde iki sınıfa ayrılmıştır. Deniz yolu taşımacılığı modunda yer alan kabotaj taşımaları, tek bir ülkenin toprak sınırları içinde yer alan iki liman arasında deniz yoluyla mal ve kişilerin ulaşımını ifade eder. Ancak deniz kabotajının tanımı ülkeden ülkeye değişkenlik göstermektedir. Uluslararası Hukuk'ta, "Kabotaj" kavramı, kıyı ticareti ile özdeşleştirilir, yani limanlar arasında seyir ve seyahat etme anlamına gelir. Kabotaj kavramı zamanla hukuki bir terim olmanın yanında "kıyı ticareti" veya "kıyı seyrüseferi" veya "kıyı gemi taşımacılığı" olarak da bilinmeye başlanmıştır⁶⁰.

Uluslararası alanda yapılan deniz yolu taşımacılığı kabotaj taşımacılığının aksine ülke sınırlarını aşan bir coğrafyayı kapsamaktadır. Uluslararası deniz yolu taşımacılığı lojistik sektöründe ve literatürde açık deniz taşımacılığı olarak da ifade edilmektedir. Açık deniz taşımacılığı farklı ülke limanları arasında deniz yolu taşıma araçları ile gerçekleştirilen eşya taşımacılığına verilen isimdir⁶¹.

Layner taşımacılığı, düzenli hat taşımacılığı anlamına gelir ve önceden belirlenmiş limanlar arasında, önceden belirlenen sefer tarifelerine uyan, belirli bir program kapsamında çalışan gemilerle mal veya insan hareketini içerir⁶². Layner nakliye şirketleri gemilerini sabit rota ve programlara göre çalıştırır. Güzergahlara ve programlara ilişkin ayrıntılar, deniz taşımacılığı şirketleri tarafından yayınlanır ve nakliyatçıların kullanımına sunulur. Belirli bir hat taşımacılığı güzergahında hizmet vermek üzere konuşlandırılan gemiler, gidiş-dönüş seferler gerçekleştirir. Bu seferlerde uğranacak limanlar belirlenir ve buralarda eşya yüklenip boşaltılabilir. Gemiler tam dolu olmasa bile, belirlenen ve duyurulan varış sürelerine uyulması, operasyonel açıdan büyük önem taşımaktadır. Programdan sapma olması durumunda taşıma şirketleri liman işletmecilerine ceza ödemek zorunda kalabilirler⁶³.

⁵⁹ Tchang, 2020:29.

⁶⁰ Zheng vd., 2014:875.

⁶¹ Öztemiz, 2021:10.

⁶² Deniz Ticaret Odası. (2008). "Kısmen veya Tamamen Deniz Yoluyla Uluslararası Yük Taşınmasına İlişkin Sözleşmeler Hakkında Birleşmiş Milletler Konvansiyonu, Rotterdam Kuralları". https://www.denizticaretodasi.org.tr/Media/SharedDocuments/Rotterdam_Kurallari_Turkce.pdf (erişim tarihi: 20.11.2023).

⁶³ Dulebenets vd., 2021:44.

Tramp taşımacılığı, gemilerin yayınlanmış bir programa göre çalışmadığı ve yük durumuna göre farklı lokasyonlara hizmet edilen, düzensiz deniz yolu yük taşımacılığı türünü ifade etmektedir⁶⁴. Layner taşımacılığında, gemiler bir takvime göre sabit rotalarda seyir yapar. Buna karşılık, tramp taşımacılığı gemileri, tek seferlik spot yüklerin taşınmasına odaklanmaktadır. Tramp taşımacılığı, gemi sahiplerinin kısa vadeli, tek seferlik siparişlerle işletme faaliyetlerini geliştirmeye çalıştığı yüksek belirsizlik derecesi ile iş süreçlerini sürdürdükleri bir taşıma yöntemidir. Değişken navlun fiyatları ve dalgalanan petrol fiyatları, tramp taşımacılığında orta vadeli veya uzun vadeli planlamayı karmaşıktırarak belirsizlikleri artırır⁶⁵.

Deniz yolu taşımacılık süreçlerini etkileyen en önemli unsurların başında taşınan yükün cinsi yer almaktadır. Bu taşımacılık modunda çok çeşitli yükler dünyanın farklı noktalarına ulaştırılmaktadır. Bu esnada taşınan yüke yönelik olarak özellikle gemi türleri ve hatta limanların özellikleri de değişebilmektedir. Günümüzde deniz yolu taşımacılığında gemiler taşınacak yüke göre tasarlanmaktadır. Bunun yanı sıra gemilerden bu yüklerin tahliyesi ya da gemiye yüklenmesi için özel ekipmanlara gereksinim duyulmaktadır. Bu da limanların belli yükler üzerine uzmanlaşmasına neden olmuştur. Uluslararası deniz yolu eşya taşımacılığı taşınmak istenen yükün niteliğine göre dört temel sınıfa ayrılmaktadır⁶⁶.

Kuru dökme yükler kömür, demir cevheri, tahıl, fosfat, alümina ve benzeri emtialar gibi ambalajsız olarak büyük miktarlarda taşınan malları ifade etmektedir. Bu mallar tipik olarak, dünya uluslararası denizler boyunca büyük miktarlarda bu malları taşımak için kullanılan özel dökme yük gemilerine yüklenmektedir⁶⁷. Bu tür yükler genel olarak herhangi bir ambalaja gereksinim duymazlar. Özel olarak imal edilen gemilerin ambarına doğrudan dökme olarak yüklenmekte ve bu şekilde taşınmaktadır.

Sıvı haldeki dökme yükler olan ham petrol veya ham petrol türevi ürünler bu yükleri taşımak için özel olarak imal edilmiş olan tanker gemileriyle taşınmaktadır. Ayrıca doğalgaz sıvılaştırma işlemine tabi tutularak hacmi çok büyük ölçüde küçülmekte; bu sayede deniz yoluyla uluslararası alanda sevkiyatı gerçekleştirilmektedir. Deniz yoluyla taşınan sıvı dökme yükler arasında ayçiçek yağı, palmiye yağı ve meyve suyu gibi gıda ürünleri de yer almaktadır⁶⁸.

Deniz yolu taşımacılığında yaygınlaşmakta olan bir diğer ulaşım yöntemi de Ro-Ro taşımalarıdır. Bu taşıma yöntemi deniz yolu taşımacılığının maliyet avantajıyla kara yolu taşımacılığının erişilebilirlik avantajını bir araya getirmek amacıyla tercih edilmektedir. Ro-Ro

⁶⁴ El Noshokaty, 2013:2.

⁶⁵ Pache vd., 2018:4.

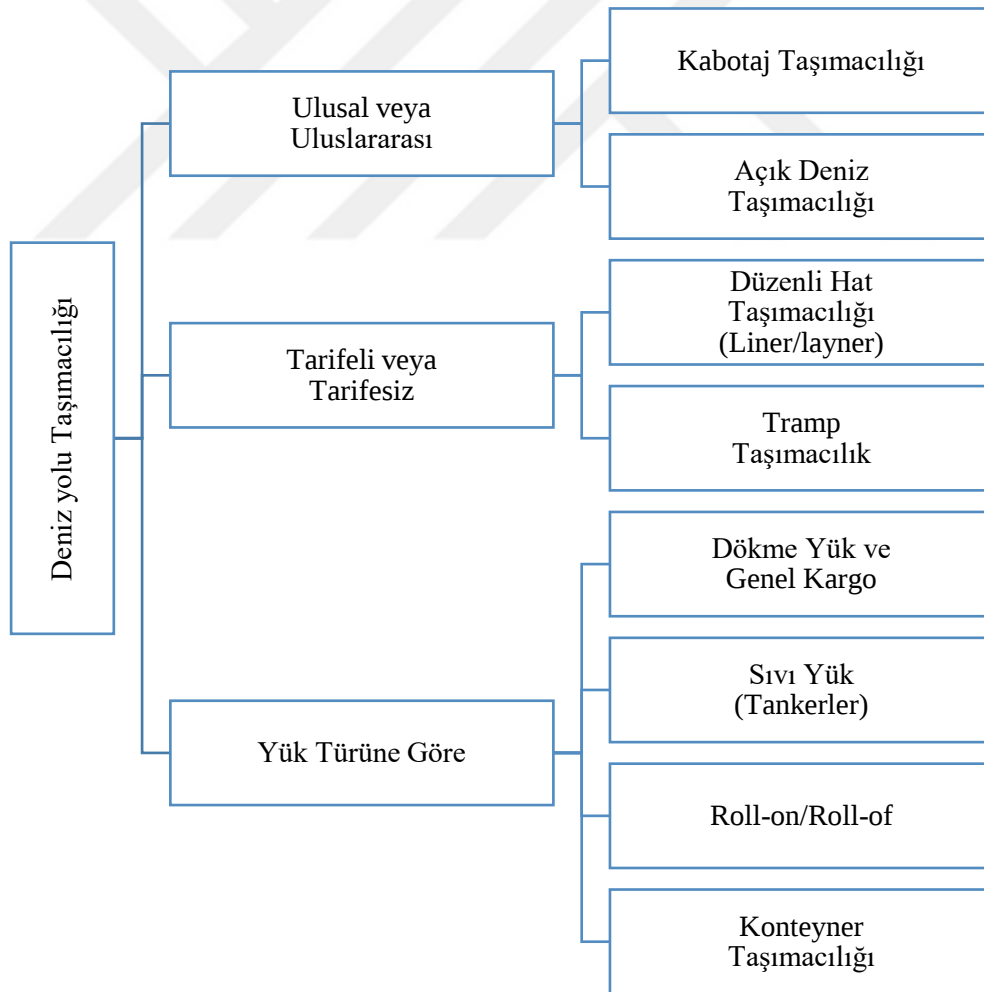
⁶⁶ Karakadılar, 2022:3.

⁶⁷ Marlow ve Song, 2008:2.

⁶⁸ Tarı ve İnce, 2019:2.

taşımacılığı, araba, kamyon ve treyler gibi tekerlekli yüklerin yerleşik rampalara veya kıyı tabanlı rampalara sahip gemilerde taşınmasını ifade eder. “Ro-Ro” terimi, kargo yükleme ve boşaltma yöntemini tanımlayan “roll-on/roll-off” anlamına gelir. Ro-Ro gemileri çok sayıda araç ve diğer yükleri taşımak üzere tasarlanmış olup hem yurt içi hem de uluslararası taşımacılıkta yaygın olarak kullanılmaktadır⁶⁹.

Günümüzde uluslararası taşımacılıkta konteyner adı verilen standart taşıma kaplarının giderek yaygınlaştığı bilinmektedir. Konteyner içindeki eşya, yeniden düzenlemeye/yerleştirmeye gerek kalmadan ilk noktadan hedef noktaya kadar olan süreçte farklı taşıma modlarındaki araçlara (gemi, tren, kamyon) aktarılabilir daha verimli bir şekilde taşınmaktadır. Deniz yolu taşımacılığında bu kapları taşımak için özel olarak imal edilmiş olan konteyner gemileri dünya ticaretinin çok önemli bir parçası konumuna gelmiştir⁷⁰. Çalışmanın ana konusu konteyner taşımacılığı olduğundan ilerleyen kısımlarda konteynerler ve konteyner taşımacılığı hakkında derinlemesine bilgiler verilmiştir.



Şekil 1.10. Deniz Yolu Taşımacılığı Türleri

Kaynak: Yüksel ve Çevik, 2010:45.

⁶⁹ Santos vd., 2002:668.

⁷⁰ Lee ve Song, 2017:2.

1.4. Konteyner Taşımacılığı

Konteyner, kaynak ve perçin kullanılarak bir arada tutturulan, genellikle ahşap zeminine sahip, kullanım amacına göre özel olarak tasarlanmış farklı türleri olmakla beraber genel olarak bir ucunda kapısı bulunan, alüminyum ya da çelikten imal edilmiş taşıma kutularıdır⁷¹. Başka bir ifade ile konteyner, yükleri bünyesinde barındıran, bir taşıma aracından başka bir taşıma aracına aktarılma yeteneğine sahip, ayrıca bu araçlardan kolay bir şekilde ayrılabilen, eşya yüklenmiş haliyle “birim yük” özelliği olan, donanım ve büyüklük bakımından mekanik olarak yüklemeye elverişli durumda bulunan, tekrar kullanabilme özelliği taşıyan taşıma kaplarıdır⁷². Uluslararası ticarete konteyneri değerli kılan faktör bu taşıma kaplarının nasıl kullanıldığıdır. Konteyner, içine konulan yüklerin bir noktadan başka bir noktaya minimum maliyete katlanacak şekilde ulaştırılmasına imkân tanımaktadır. Bu bakımdan dünyanın neresine gidilirse gidilsin gerek deniz yolu gerek kara yolu veya demir yolu taşıma araçları üzerinde çeşitli konteynerler görülmektedir.

Uluslararası ticaretin giderek yaygınlaşmasıyla küresel konteyner kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Önceki bölümde bahsedildiği üzere uluslararası alanda üretilen ürünler ağırlıklı olarak deniz, kara veya demir yolu ulaştırma modlarından biriyle taşınmaktadır. Fakat taşıma modlarının arka arkaya kullanıldığı multimodal ulaştırma teknikleri de lojistik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Konteyner multimodal taşımacılığı, malları bir yerden başka bir yere taşımak için demir yolu, kara yolu, deniz yolu ve hava yolu gibi birden fazla taşıma modunun koordineli kullanımını içeren bir eşya taşımacılığı sistemidir⁷³. Bu sistemde deniz yoluyla ya da demir yoluyla uzun mesafelerde taşınan yükler başlangıç ve bitiş noktalarındaki ara taşıma olarak ifade edilen kapıdan kapıya teslimatlarda kara yoluyla varış noktalarına ulaştırılmaktadır. Bu süreç içerisinde özellikle aktarma işlemlerinde konteynerler, taşımanın daha ekonomik ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca konteyner multimodal taşımacılığı, çoklu taşıma modlarını kullanarak eşya taşımacılığının süresini, maliyetini ve kalitesini iyileştirerek önemli ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bu sebeple konteyner, uluslararası ticarete yaygın olarak kullanılan önemli bir ekipmandır. Uluslararası standartlara sahip olan bu taşıma kutuları küresel ticareti kolaylaştırmakta ve daha ekonomik hale getirmeye yardımcı olmaktadır⁷⁴.

⁷¹ Levinson, 2016:1.

⁷² Çancı ve Erdal, 2003:247.

⁷³ Hao ve Yue, 2016:383.

⁷⁴ Öçal, 2023:342.

1.4.1. Konteyner Taşımacılığının Tarihsel Gelişimi

Tarihsel açıdan bakıldığında konteyner kullanımının geçmişi aslında çok eskiye dayanmamaktadır. 1950’li yılların ortalarına kadar olan süreç içerisinde uluslararası alanda eşyalar dökme yük ya da genel kargo gemileriyle taşınmaktaydı. Bu sistemde eşyalar ya dökme olarak ya da kutu, çanta, varil gibi ürüne göre değişen ambalajlar içinde gemi ambarlarında limanlar arasında ulaştırılmaktaydı. Fakat bu şekilde yapılan taşımalarda eşyalar yükleme ve boşaltma süreçlerinde hasar görme riskleriyle karşı karşıya kalmakta, bu işlemler sırasında zaman kaybı yaşanmaktaydı. Sonuç olarak taşıma maliyetleri yüksek düzeydeydi. Bu durum uluslararası ticareti olumsuz yönde etkilemekteydi⁷⁵.

1950’li yılların ortasına kadar yaşanan zorluklar lojistik sektöründe çözüm arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Bu zamana kadar bir takım çözüm girişimleri denenmiş ve sektörel bazlı uygulamalar görülmüştür. ABD ordusu İkinci Dünya Savaşı esnasında ihtiyaç duyulan malzemeleri daha hızlı taşımak amacıyla 8'6"x6'3"x6'10" ebatlarında metal taşıma kutuları kullanmıştır⁷⁶. Konteyner taşımacılığı tarihi açısından bakıldığında önemli olarak görülen başka bir girişimde ABD’li bir nakliyecisi olan Malcolm McLean’ın uygulamasıdır. Bu girişim kamyon ve trenlerle taşınabilecek daha büyük konteynerlerin kullanılmasına yöneliktir. Malcolm McLean’ın uygulamaya koyduğu sistemde mallar ya üretildiği noktada ya da limanlarda konteynerlere konulmakta ve gemilere yüklenmektedir. Varış limanına gelen konteynerler kara yolu taşıma araçlarına yüklenerek varış noktalarına taşınmaktadır. İkinci alternatif olarak liman sahasında konteyner içindeki mallar buradan alınarak kamyonlara yüklenmektedir. Bu girişimlerin 1950’li yılların ortalarına kadar başarıyla uygulandığı görülmektedir⁷⁷. Nisan 1956 tarihinde bir vinç 58 alüminyum kamyon gövdesini Newark - New Jersey’e yanaşmış olan eski bir tanker gemisinin güverte kısmına yerleştirmiştir. “Ideal-X” isimli bu gemi yükünü daha sonra Houston’a ulaştırmıştır. Burada kamyon kasalarını bekleyen araçlar taşınan bu metal kutuları gidecekleri yere ulaştırmışlardır. Sonralarda deniz yolu- kara yolu bağlantılı bu ulaştırma sistemi bir devrimin başlangıcı olarak nitelendirilmektedir⁷⁸. Sadece konteyner taşımak için tasarlanan ilk gemi ise yine 1956 yılında tankerden dönüştürülen ve 60 adet konteyner taşıma kapasitesine sahip “Maxton” isimli gemidir⁷⁹. “Ideal-X” ve “Maxton” gemileriyle taşınan konteynerler nakliyede devrim yaratmış ve konteynerler kullanımı

⁷⁵ ARKAS. (2023). “A Turning Point in International Transportation: The Invention of The Container”. <https://arkasnews.com/eng-uluslararasi-tasimaciligini-donum-noktasi-konteynerin-icadi/> (erişim tarihi:29.11.2023)

⁷⁶ Tomlinson, 2009:3.

⁷⁷ Levinson, 2016:24.

⁷⁸ Rodrigue, 2020.

⁷⁹ İnanlı ve Yorulmaz, 2021:464.

uluslararası ticarete o kadar yaygın hale gelmiştir ki günümüzde özellikle deniz yolu taşımalarında bir eşya konteynere konulabilecek özellikle ise ilgili eşya genellikle konteyner içerisinde varış noktalarına ulaştırılmaktadır⁸⁰.

Konteynerlerin bu kadar yaygınlaşmasının en önemli sebeplerinden birisi ebat bakımından standart yapıda olmalarıdır. 1950'li yılların ikinci yarısından itibaren söz konusu metal taşıma kaplarının dünyada giderek yaygınlaşması beraberinde birtakım karmaşık durumların ortaya çıkmasına getirmiştir. Bu durumun oluşmasının temel sebebi konteyner ebatlarının belli standart ölçülerde üretilmemesinden kaynaklanmaktadır. Uluslararası Standart Örgütü (ISO) bu karmaşıklığı ortadan kaldırmak amacıyla birtakım standartlar oluşturmuştur. 1961 yılında kurulan ve o tarihten beri konteynerler üzerine çalışmalar yapan olan ISO/TC 104 komitesi, konteynerlerin neredeyse her yönünü (boyutları, istiflenebilirliği, terimleri ve onları gemi güvertelerine veya kamyon römorklarına sabitleyen twistlock'ları) standartlaştırmıştır⁸¹. 1963 yılında, ISO ilk “Uluslararası Konteyner Standartları” düzenlemesini yayınlamıştır. Bu standartlar, “10, 20, 30 ve 40 fit konteynerler” için geçerlidir. Bu çalışmalar daha sonra konteynerlerin farklı yönlerine de odaklanmıştır. Yapılan önemli çalışmalar arasında ISO R-668 konteynerlerin sınıflarını ve boyutları tanımlamakta; ISO R-79 tanımlama işaretlerini belirlemekte ve ISO R-1161 konteynerlerle ilişkilendirilen uygulamaları ve süreçleri standartlaştırmak için köşe bağlantıları hakkında düzenlemeye bulunmaktadır⁸². Bu sayede ülkeler arasındaki standart farklılıklarının giderilmesi noktasında önemli ilerlemeler sağlanmıştır.

1.4.2. Konteyner Taşımacılığının Üstün Yönleri

Konteyner kullanımı 1950'lilerden sonra standardizasyonun yakalanmasıyla beraber küresel çapta artış göstermiştir. Konteyner kullanımının avantajlı yönleri şu şekilde sıralanabilir⁸³:

- ✓ Standardizasyon: Konteyner taşıma kapları deniz yolu, kara yolu, demir yolu taşıma araçları aracılığıyla dünyanın her yerinde aktarılabilen malzemelerdir. Konteynerler özellikle ISO girişimleri sonucunda dünya genelinde belli bir standart yapıya ulaşmıştır. Bu standart özellikler konteynerlerin ebatlarının dışında numaralandırma sistematüğini de içermektedir. Her bir konteynerin benzersiz bir numarası

⁸⁰ MCContainers. (2023). “The ABC of Loading Freight Containers”. <https://mccontainers.com/blog/the-abc-of-loading-freight-containers/> (erişim tarihi:01.12.2023).

⁸¹ ISO. (2017). “Boxing clever – How standardization built a global economy”. <https://www.iso.org/news/ref2215.html> (erişim tarihi:01.12.2023).

⁸² Mutlu, 2015:64.

⁸³ Rodrigue, 2020; Topuz ve Ersoy, 2023: 612.

bulunmaktadır. Bu da onu bir taşıma ünitesi olarak küresel çapta yönetilmesini ve takip edilmesini sağlamaktadır.

- ✓ Esneklik: Konteynerler dünya üzerinde üretilen çok çeşitli malzemeleri taşımak amacıyla kullanılır. Bu malzemeler üretim girdisi olan ham maddeler, hazır parçalar, yarı mamuller veya nihai ürün gibi çok geniş bir yelpazede yer almaktadır. Ayrıca taşınan tüm bu eşyalar özellik bakımından kuru yük, sıvı, soğuğa duyarlı ya da tehlikeli madde olabilir. Tüm bu eşyaları taşımak amacıyla imal edilmiş çeşitli konteynerler bulunmaktadır.
- ✓ Maliyet: Konteyner kullanımının getirmiş olduğu en önemli faydalardan birisi standartlaşmayla sağlanan maliyet avantajıdır. Konteynerler kullanımının ölçek ekonomisi yaratması ulaştırma maliyetlerini düşürücü bir etkiye sahiptir. Uzun mesafelerde demir yolu veya deniz yoluyla taşınan konteynerler kapıdan kapıya teslimatlarda kara yolu taşıma araçlarına aktararak nihai tüketim noktalarına ulaştırılmaktadır.
- ✓ Hız: Standart yapıda olan konteynerler limanlarda yükleme ve boşaltma esnasında özel olarak imal edilmiş aktarma vinçleri ile hızlı bir şekilde gemilere yüklenmekte ya da gemilerden boşaltılmaktadır. Bu aktarma avantajı sayesinde konteyner taşımacılığı içeren ulaştırma yöntemleri daha kısa sürede tamamlanmaktadır.
- ✓ Depolama: Konteynerler, belirli bir düzende üst üste yerleştirilebilme özellikleri sayesinde liman sahalarında istiflenebilir. Bu düzen, birim alan başına daha fazla yükün etkin bir şekilde depolanmasına olanak tanır.
- ✓ Koruma: Konteynerler, taşımacılık ve depolama süreçlerinde içerdikleri yükleri dış etkenlere karşı korumak için özel olarak tasarlanmış, dayanıklı ve sağlam yapıya sahip taşıma kaplarıdır. Sağlam çelik malzemeden üretilen bu yapılar hem fiziksel darbelere hem de olumsuz hava koşullarına karşı yüksek direnç gösterir. Ayrıca, sızdırmazlık özellikleri sayesinde yüklerin nem, toz ve benzeri çevresel faktörlerden etkilenmesini engeller. Böylece, taşınan ürünlerin güvenliğini en üst seviyede sağlamak için ideal bir çözüm sunar.
- ✓ Gizlilik: Konteyner içerisine yükler konulduktan sonra kapıları kilitlenir ve mühür yerleştirilir. Bu sayede taşıyıcı konteyner içeriğini bilemez. Bu konteynerler gümrüklerde veya varış noktalarında açılır. Bu özellikten dolayı konteyner taşımacılığında daha az kayıp ve hırsızlık olaylarına rastlanır.

1.4.3. Konteyner Taşımacılığının Zayıf Yönleri

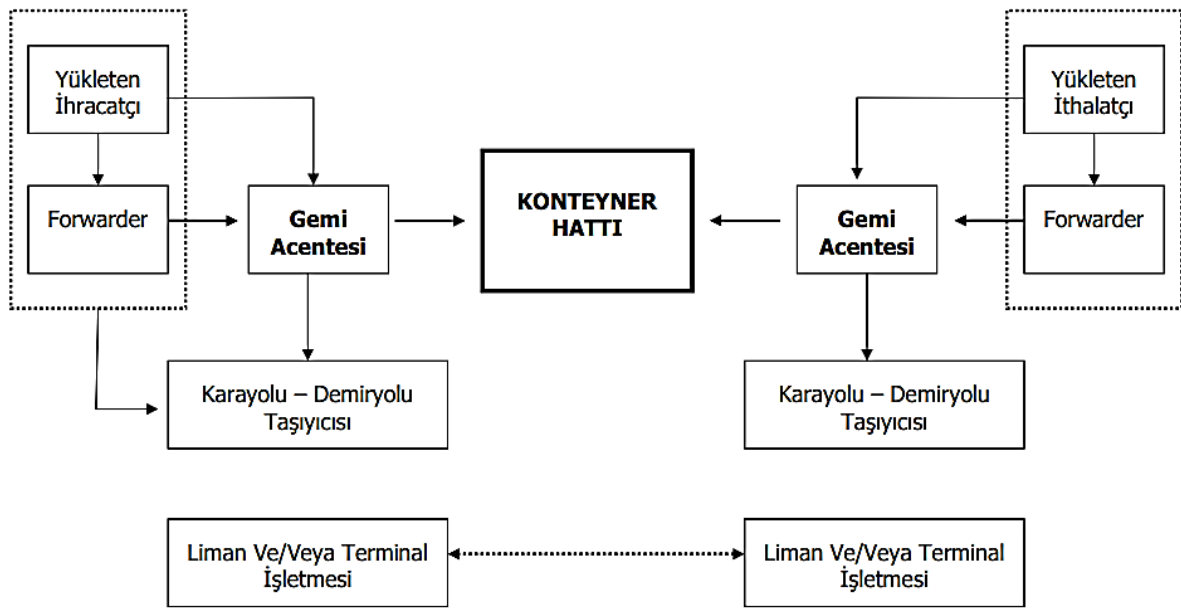
Konteyner taşımacılığına yönelik bazı eleştiriler de yapılmaktadır. Öncelikle konteyner terminalleri oldukça geniş alana ihtiyaç duyarlar. Bunun yanı sıra konteyner taşımacılığında kullanılan elleçleme ekipmanları ve terminal inşa maliyetleri oldukça yüksek finansal kaynak ihtiyacı oluşturur. Yapılan bir diğer eleştiri de küresel ticaretteki dengesizliğin bir sonucu olarak bir ülkeye dolu olarak gönderilen konteynerin boşaltıldıktan sonra dönüş yükü bulamaması sebebiyle boş olarak farklı bir ülkeye taşınmasıdır. Büyük konteyner gemilerinde üst üste istiflenen konteynerlerin denizlerde taşınması esnasında kötü hava koşulları nedeniyle denizde kaybolması durumları da yaşanabilmektedir⁸⁴.

1.5. Konteyner Taşımacılık Sisteminin Paydaşları

Küresel konteyner taşımacılığı, uzun mesafeleri kapsayan ve geniş ölçekli bir tedarik zincirinin temel parçası olarak görülmektedir. Konteyner içine yerleştirilen eşyalar farklı taşıma araçlarıyla (gemiler, trenler ve kamyonlar) taşınır ve başlangıçtan hedefe kadar olan tüm tedarik zinciri boyunca çeşitli elleçleme ekipmanları ve tesisler (terminaller, vinçler, treylerler, vagonlar, kaldırıcılar ve depolar) tarafından işlenir. Konteynerler bu süreç içerisinde başlangıç noktasından hedef noktasına kadar olan aşamalarda bir dizi işletme tarafından çeşitli işlemlere tabii tutulur. Bu bağlamda konteyner taşımacılığı temel olarak gönderen, alıcı, konteyner hat operatörü, freight forwarder, liman/terminal operatörü, iç taşıyıcı ve intermodal terminal/depo operatörü gibi birkaç ana paydaştan oluşmaktadır⁸⁵. Şekil 1.11’de deniz yolu konteyner taşımacılık sistemi içerisinde yer alan paydaşlar ve iş akışı görülmektedir.

⁸⁴ Menon, H. (2021). “Advantage and Disadvantages of Containerization”.
https://www.marineinsight.com/maritime-law/advantage-and-disadvantages-of-containerization/#Disadvantages_of_Containerization (erişim tarihi:01.12.2023).

⁸⁵ Song, 2021:2.



Şekil 1.11. Deniz Yolu Konteyner Taşımacılığının Paydaşları

Kaynak: Gönel, 2007:61.

1.5.1. Gönderen, Yük Sahipleri, İhracatçılar

Konteyner taşımacılığında “gönderen” taraf, kişi veya kuruluş olarak bir eşyanın başlangıç noktasında yer alan ve taşıma işlemini başlatan konteyner taşıma zincirinin üyesidir. Konteyner taşımacılığında taşıma sürecinin sorunsuz bir şekilde gerçekleşmesinde gönderenin önemi büyüktür. Bu bağlamda gönderen taraf birtakım sorumlulukları yerine getirmek durumundadır. Bu sorumluluklar genel olarak aşağıdaki şekilde sıralanabilir⁸⁶:

- ✓ Eşyanın paketlenmesi: Gönderici, malların nakliye sırasında hasar görmemesi için uygun şekilde paketlemekle ve konteyner içinde güvenli bir şekilde sabitlemekle sorumludur.
- ✓ Gerekli evrakların hazırlanması/ belgelendirme: Gönderici, genellikle konşimento ve diğer ilgili sevkiyat belgeleri de dahil olmak üzere, taşıyıcıya veya taşıma operatörüne doğru ve eksiksiz bir şekilde belgelerin sağlanmasından sorumludur.
- ✓ Düzenlemelere uygunluk: Gönderen gümrük düzenlemeleri, güvenlik standartları ve taşınan malların niteliğine ilişkin her türlü özel gereklilik dahil olmak üzere, malların taşınmasıyla ilgili tüm düzenleme ve gereksinimlere uymalıdır.
- ✓ Taşıyıcıya zamanında teslimat: Gönderici, malların nakliye aracına veya gemiye yüklenmesi için kararlaştırılan süre içerisinde ve belirlenen yerde taşıyıcıya veya taşıma operatörüne teslim edilmesinden sorumludur.

⁸⁶ Khandan ve Falhi, 2023:47.

- ✓ Özel gereksinimlerin bildirilmesi: Malların herhangi bir özel elleçleme veya taşıma gereksinimleri varsa, gönderici bu gereksinimleri taşıyıcıya veya taşıma operatörüne önceden bildirmekle sorumludur.
- ✓ Sigorta ve risk: Gönderici, taşıma sözleşmesinin özel şartlarına bağlı olarak, taşıma sırasında malın sigorta kapsamını düzenlemekten ve kendi kontrolündeki faktörlerden dolayı meydana gelen hasar veya kayıplardan sorumlu olabilir.

1.5.2. Alıcı, İthalatçı

Konteyner taşımalarında “gönderilen” ya da başka bir ifade ile “alıcı” taraf eşyanın taşıma sonunda teslim edileceği kişi ya da kuruluşu ifade etmektedir. Alıcı taraf konteyner taşımalarının sorunsuz bir şekilde ilerlemesinde önemli bir konumda bulunmakla beraber bazı sorumlulukları da yerine getirme durumundadır. Konteyner taşımacılığında alıcının temel sorumluluklarından bazıları şunlardır⁸⁷:

- ✓ Konşimento ibrazı: Alıcı, malları teslim almak için taşıyıcı tarafından düzenlenen konşimentoyu ibraz etmelidir. Konşimento, gönderici ile taşıyıcı arasındaki taşıma sözleşmesinin bir kanıtı olarak işlev görmektedir.
- ✓ Muayene: Alıcı, malları teslim almadan önce taşıyıcıyla birlikte muayene etmelidir. Söz konusu eşyanın sözleşmede belirtilen koşullarda olup olmadığını anlamak bakımından önemli bir sorumluluktur.
- ✓ Navlun ve masrafların ödenmesi: Sözleşmede öngörülmüşse navlun ve demuraj gibi olası masrafların ödenmesinden alıcı sorumludur. Bu mali yükümlülükler, alıcının konteyner taşımacılığındaki önemli sorumluluklarının bir parçasıdır.

1.5.3. Konteyner Sahipleri

Uluslararası taşımacılıkta göndericilerin kendi konteynerine sahip olması genellikle söz konusu değildir. Bu kapsamda gönderilmek istenen yüke uygun bir konteyner çoğunlukla kiralama şirketlerinden ya da konteyner hattı işletmecilerinden temin edilmektedir. Konteynerlerin çok az bir kısmı da gönderen tarafa aittir. MSC ve MAERSK gibi nakliye şirketleri genellikle kullandıkları nakliye konteynerlerine sahiptirler. Triton gibi konteyner kiralama şirketleri konteyneri dünya çapında nakliye şirketlerine kiralamak amacıyla inşa etmektedirler. Bu şirketler dünyanın çeşitli lokasyonlarında konteyner terminallerine sahiptirler. İhtiyaç halinde burada bekleyen konteynerler göndericilere ya da konteyner hat

⁸⁷ Masters, S. (2014). “Responsibilities of the Carrier, Shipper and Consignee”. https://www.academia.edu/6585887/Roles_and_Responsibilities_of_the_Carrier_Shipper_and_Consignee (erişim tarihi:09.12.2023).

işletmecilerine kiralanmaktadır. Bunun dışında konteynerlerin küçük bir kısmı göndericilerin kendilerine aittir. Bu işletmeler düzenli ihracat faaliyetleri veya ürünlerini paketlemek ve depolamak için özel konteynerlere ihtiyaç duyan şirketlerdir⁸⁸.

1.5.4. Konteyner Hat Operatörleri

Konteyner hatları, standart konteynerlerdeki malların gemilerle limanlar arasında taşınmasını sağlayan hizmetleri sunan şirketlerdir. Bu şirketler, dünya çapındaki limanlar arasında konteynerleri taşıyan büyük gemiler işletirler ve ülkeler arasındaki mal hareketini kolaylaştırarak küresel ticarete önemli bir rol oynarlar⁸⁹. Konteyner hat operatörlerinin gerçekleştirdiği faaliyetler temel olarak şunlardır⁹⁰:

- ✓ Malların/ konteynerlerin taşınması: Konteyner taşımacılık hatları, farklı ülkeler ve kıtalar arasında geniş bir yelpazede yer alan çok çeşitli tür ve ebattaki malları taşırlar.
- ✓ Sabit rotalar ve programlar: Bu operatörler genellikle sabit rotalarda ve önceden belirlenmiş programlara göre çalışırlar. Böylece yük sahipleri tedarik zincirlerini etkili bir şekilde planlayabilir ve yönetebilirler.
- ✓ Lojistik yetenekler: Konteyner taşımacılık hatları, sıkıntısız ve güvenilir bir teslimat sağlamak için iç taşımacılık ve yük takip sistemleri gibi bütünleşmiş lojistik hizmetleri sunarlar.
- ✓ Liman işlemleri: Verimli liman işlemleri, konteyner taşımacılık hatları için beklemeleri en aza indirmek ve yükün zamanında yüklenmesini ve boşaltılmasını sağlamak için gerekli önlemleri alırlar.

Tablo 1.1’de dünyanın en büyük konteyner taşıma kapasitesine sahip hat operatörleri görülmektedir. Bu konteyner hat operatörleri kaynaklarını paylaşarak daha geniş coğrafyaya hizmet vermeyi amaçlamışlar ve ittifak anlaşmaları imzalamışlardır. Bu kapsamda üç büyük denizcilik ittifakı günümüzde faaliyetlerini sürdürmektedir. 2M ittifakı küresel konteyner taşımacılığının en büyük oyuncu olan MSC ve MAERSK şirketlerinden oluşmaktadır. 2015 yılında kurulan ittifak anlaşmazlıklar sebebiyle sona ermiş ve 2025 yılında söz konusu iki şirket taşımacılığını tamamen ayıracağını ilan etmişlerdir. Ocean Alliance ittifakı ise 2017 yılında kurulmuştur. Bu ittifak içinde CMA- CGM, COSCO Grubu, OOCL ve Evergreen şirketleri yer almaktadır. THE Alliance ittifakında ise Hapag Lloyd, NYK, Yang Ming, MOL, K-Line ve

⁸⁸ Samuels, C. (2019). “Who Owns Shipping Containers”.<https://traderiskguaranty.com/trgpeak/who-owns-shipping-containers/#:~:text=If%20you%20are%20using%20a,the%20side%20of%20the%20container> (erişim tarihi:13.01.2024).

⁸⁹ Panayides ve Lambertides, 2011:504.

⁹⁰ Hsu ve Ho, 2021:33.

HMM operatörleri yer almaktadır. Nakliye ittifakları taşıyıcıların kaynaklarını bir araya toplamalarına ve müşteri tabanlarını artırmalarına yardımcı olmaktadır⁹¹.

Tablo 1.1. Dünyanın En Büyük Konteyner Hat Operatörleri

Sıralama	Operatör	TEU	Pazar Payı (%)
1	MSC	5.652.728	19,90
2	MAERSK	4.139.473	14,60
3	CMA-CGM Group	3.588.350	12,60
4	COSCO Group	3.088.778	10,90
5	Hapag-Lloyd	1.965.776	6,90
6	ONE (Ocean Network Express)	1.799.828	6,30
7	Evergreen Line	1.644.883	5,80
8	HMM Co Ltd	783.732	2,80
9	Yang Ming Marine Transport Corp.	708.591	2,50
10	ZIM	619.349	2,20

Kaynak: Alphaliner, 2024.

1.5.5. Forwarder İşletmeleri

Deniz yolu konteyner taşımacılığının önemli bir parçası olan “forwarder işletmeleri” yük sahipleri ile hat operatörleri arasında aracılık yapan kuruluşlardır. Yük sahipleri sahip oldukları ürünleri deniz yoluyla taşımak amacıyla genellikle forwarder şirketleri ile iletişime geçmektedir. Deniz yolu konteyner taşımacılığının %80’lik kısmı forwarderler aracılığıyla gerçekleştirildiği tahmin edilmektedir⁹².

Forwarder işletmeleri deniz yolu konteyner taşımacılığından yük sahipleriyle hat operatörleri arasında aracılık etme işlevinin yanı sıra; evrak hazırlama (dokümantasyon), gümrük işlemleri, sigortalama, elleçleme, yük rezervasyonu ve depolama gibi faaliyetleri koordine etmektedir⁹³. Bu kapsamda forwarder işletmelerinin deniz yolu konteyner taşımacılığı süreçlerinin sorunsuz bir şekilde ilerlemesi açısından çok sayıda faaliyeti uzmanlıklarını da kullanarak yerine getirdikleri söylenebilir.

1.5.6. Konteyner Terminalleri

Konteyner kullanımının limanlarda önemli bir artış sergilemesi, liman işletmelerinin konteyner taşımacılığına özgü ilave hizmetler sunmasını da beraberinde getirmiştir. Günümüzde çoğu limanda konteyner taşımacılığına özgü hizmetler sunmak amacıyla gerekli alan ve ekipmanlardan oluşan özel istasyonlar yer almaktadır. Bu alanlarda konteyner dolum

⁹¹ XChance. (2023). “What are shipping alliances?”. https://www.container-xchange.com/blog/shipping-alliances/#impact_of_shipping_alliances_on_global_container_market (erişim tarihi:14.01.2024).

⁹² Polat ve Merdivenci, 2019:115.

⁹³ Van den Berg ve De Langen, 2017:151.

ve boşaltımından, tartı, temizleme, muayene ve numune alma gibi çok sayıda hizmet müşterilere sunulmaktadır. Ayrıca çeşitli ülkelerde sadece konteyner yüklerine hizmet veren limanların da yer aldığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında konteyner kapları ve limanların uluslararası taşımacılığın ayrılmaz bir parçası olduğunu söylemek mümkündür⁹⁴.

Şekil 1.12’de en yoğun 100 konteyner terminalinin dünya üzerinde dağılımı, TEU bazında elleçleme miktarları ve 2021 yılına göre değişim yüzdeleri görülmektedir. Özellikle dünyanın önemli üretim merkezlerinde çok sayıda konteyner terminalinin yer aldığı göze çarpmaktadır. Sadece Çin’de 25 adet büyük konteyner terminalinin yer alması bu alanların ülke ticaretlerindeki önemini vurgulamaktadır. Çin dışında Amerika, Avrupa ve Akdeniz bölgelerinde bu tesislerin yoğun şekilde kümелendikleri gözlenmektedir. Üretilen ürünlerin dünya pazarlarına hızlı ve verimli bir şekilde ulaştırılmasında bu tesislerin büyük önemi bulunmaktadır. Kuzey Amerika ticaret ve tüketim hacminin büyük olduğu bir bölgedir. 11 limanın yer alması ve %15,5’lik bir artış oranı, bölgenin yoğun tüketici talebini yansıtmaktadır. Kuzey Amerika’daki büyük limanlar, geniş demografik yapısı ve güçlü ekonomisiyle, dünya çapında ticaret ağlarının önemli bir parçasıdır. Küresel üretim merkezi olarak Çin, 25 limanla ve %6,0 artışla dünya ticaretinin merkezi durumundadır. Çin’deki limanların yoğunluğu, ülkenin üretim kapasitesini ve ihracat odaklı ekonomisini göstermektedir. Ülkenin sahip olduğu bu limanlar Asya- Pasifik bölgesinde ve ötesinde ticaret ağları için hayati öneme sahiptir. Asya’nın diğer kısımları da 25 liman ve %6,9 artış ile önemli bir ticaret hacmine ev sahipliği yapmaktadır. Burada Güney Kore, Japonya, Hindistan gibi ekonomik olarak büyük ve nüfus yoğunluğu yüksek ülkeler ön plana çıkmaktadır. Kuzey Avrupa’da 10 limanın bulunması ve %5,1 artış, bu bölgenin ticaretteki etkin rolünü ve Avrupa’nın ekonomik gücünü yansıtmaktadır. Kuzey Avrupa limanları, özellikle Rotterdam, Antwerp ve Hamburg gibi, uluslararası ticarete önemli aktarım ve dağıtım merkezleri olarak işlev görmektedir. Akdeniz bölgesindeki 11 liman ve %7,1’lik artış, bu bölgenin coğrafi konumunun önemini vurgulamaktadır. Süveyş Kanalı’nın Avrupa ile Asya arasındaki ticaretteki stratejik konumu, Akdeniz limanlarını önemli hale getirmektedir. Okyanusya ve Afrika’da ikişer adet büyük limanın varlığı küresel ticarete mütevazı bir konuma işaret etse de bu bölgeler önemli büyüme potansiyeli taşımaktadır.

⁹⁴ Sarıoğlu ve Özdemir, 2018:804.



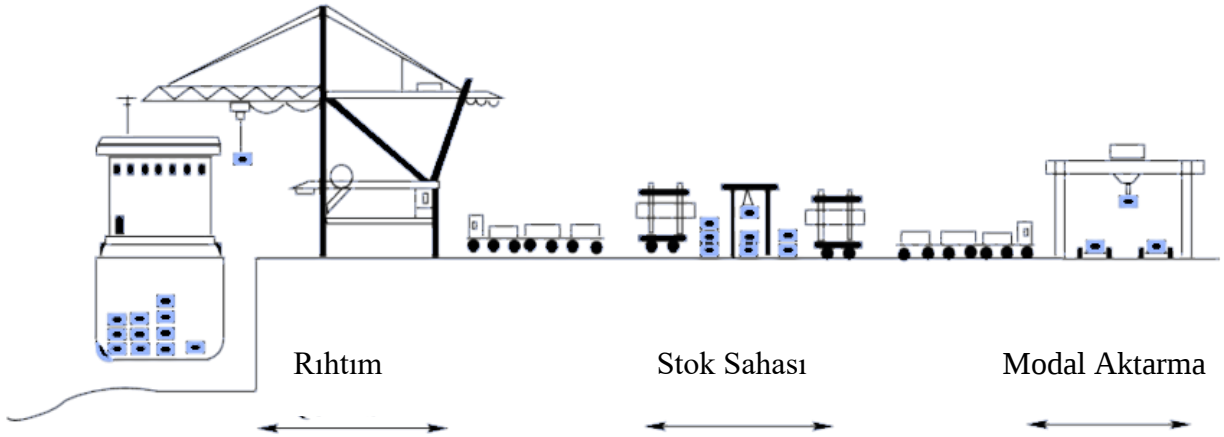
Şekil 1.12. Dünyanın En Yoğun 100 Konteyner Limanı
Kaynak: Lloyd's List, 2022.

Konteyner limanları, uluslararası taşımacılık sisteminin en önemli bileşenlerinden biri olarak, farklı taşıma modları arasında aktarma merkezi işlevi görmektedir. Bu limanlar, konteynerlerin deniz yolundan kara veya demir yolu taşımacılığına ya da tam tersi yönde etkin bir şekilde aktarılmasını sağlayarak ticaretin kesintisiz devamını mümkün kılar. Özellikle uluslararası ticaret akışlarında, konteyner limanları, lojistik süreçlerin optimize edilmesi ve malların zamanında teslimatı açısından kritik bir role sahiptir. Bu nedenle, konteyner limanları sadece birer yükleme ve boşaltma alanı değil, aynı zamanda küresel taşımacılığın kilit bağlantı noktalarıdır⁹⁵.

Şekil 1.13'te klasik bir konteyner terminalinin iş akış süreçleri görülmektedir. İthalat işlemlerinde gemi uygun bir rıhtıma yanaşır. Rıhtımda yer alan konteyner yükleme- boşaltma vinçleri limana indirilmesi gereken konteynerleri gemiden indirir. Daha sonra terminal içerisinde konteynerler uygun stok sahalarına nakledilir. Burada konteynerler gümrük işlemleri bitene kadar bekletilir. Daha sonra uygun araçlara (kara yolu veya demir yolu) aktarılarak varış noktalarına doğru gönderilir. İhracat işlemlerinde ise bu sürecin tam aksi yönde akışı söz konusudur⁹⁶.

⁹⁵ Vis ve Koster, 2003:1.

⁹⁶ Monaco vd., 2009:13.



Şekil 1.13. Konteyner Terminali İş Akışı

Kaynak: Monaco vd., 2009:13.

1.5.7. Uluslararası Düzeyde Düzenleyici ve Denetleyici Kuruluşlar

Uluslararası konteyner taşımacılığı, küresel ticaretin temel taşı olup, çeşitli düzenleyici ve denetleyici kuruluşlar tarafından yönlendirilmektedir. Bu kuruluşlar, taşımacılığın güvenli, verimli ve çevre dostu bir şekilde gerçekleştirilmesi için standartlar oluşturmakta ve uluslararası iş birliğini teşvik etmektedir. Bu bağlamda, en önemli kurumlardan biri Birleşmiş Milletler'e bağlı olarak faaliyet gösteren IMO'dur. Bu kurum, deniz taşımacılığında güvenliği artırmak, çevresel etkileri en aza indirmek ve gemi operasyonlarını standartlaştırmak amacıyla küresel ölçekte bağlayıcı düzenlemeler geliştirmektedir. Özellikle Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi ve Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesi Hakkında Uluslararası Sözleşme gibi önemli düzenlemeler, konteyner taşımacılığında uluslararası güvenliği sağlamaya yönelik temel çerçeveyi çizmektedir⁹⁷.

Konteyner taşımacılığının teknik standartları ISO tarafından belirlenmektedir. ISO, konteynerlerin ölçüleri, dayanıklılığı ve teknik özellikleri konusunda küresel normlar oluşturarak, taşıma süreçlerinin uyumlu ve etkin bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle ISO 668 standardı, konteynerlerin boyutları ve sınıflandırılmasıyla ilgili temel kriterleri belirleyerek, farklı taşımacılık modları arasında entegrasyonu kolaylaştırmaktadır⁹⁸. Diğer yandan, uluslararası ticaretin etkinliğini artırmak ve gümrük süreçlerini standardize etmek amacıyla faaliyet gösteren Dünya Gümrük Örgütü (WCO), taşımacılık faaliyetlerinde sınır geçişlerini hızlandıran düzenlemeler geliştirmektedir. WCO tarafından yönetilen Harmonize Sistem Nomanklatürü, taşınan malların sınıflandırılmasında kullanılan küresel bir

⁹⁷ IMO. (2024). "Introduction to IMO". <https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx> (erişim tarihi:19.12.2024).

⁹⁸ ISO. (2024). "Freight containers". <https://www.iso.org/sectors/transport/freight-containers> (erişim tarihi:01.10.2024).

standart olup, konteyner taşımacılığının daha düzenli ve takip edilebilir hale gelmesini sağlamaktadır⁹⁹.

Küresel lojistik zincirinde önemli bir rol oynayan bir diğer kuruluş ise Uluslararası Taşıma İşleri Organizatörleri Federasyonu (FIATA)'dır. FIATA, lojistik sektöründeki profesyonellerin yetkinliklerini artırmaya yönelik eğitim programları ve standartlaştırılmış belgeler sunarak, denizyolu konteyner taşımacılığının daha verimli bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, taşımacılık operasyonlarını kolaylaştırmak ve sektör paydaşları arasında iş birliğini geliştirmek amacıyla çeşitli uluslararası forumlar ve çalıştaylar düzenlemektedir¹⁰⁰.

Uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen standartlar ve uygulamalar, konteyner taşımacılığının güvenli, sürdürülebilir ve kesintisiz bir şekilde işlemesine olanak tanımaktadır. IMO, ISO, WCO ve FIATA gibi kuruluşların yürüttüğü çalışmalar, küresel tedarik zincirinin aksamadan sürdürülmesi ve uluslararası taşımacılık süreçlerinin daha etkin hale getirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kuruluşların sağladığı düzenlemeler ve denetimler sayesinde, konteyner taşımacılığı daha güvenilir bir altyapıya kavuşmakta ve küresel ticaretin sürdürülebilirliği sağlanmaktadır.

1.6. Konteyner Taşımacılık Ağları

Dünya ticaretinin büyük bir kısmı deniz yolu taşıma modu kullanılarak limanlar arasında gerçekleştirilmektedir. Konteyner taşıma kaplarının dünya geneline yayılması ile bu standart kaplara yönelik hizmetler sunan özel limanlar ya da liman bölümleri ülkelerin önemli yatırımları arasında yer almaktadır. Dünya pazarlarına etkili ve verimli bir şekilde ulaşımda, konteyner terminalleri ve bu terminaller arasında hizmet veren konteyner gemileri, denizcilik ağlarının temelini oluşturmaktadır. Bu ağların ülkelerin ekonomik kalkınmalarında hayati önemi bulunmaktadır¹⁰¹.

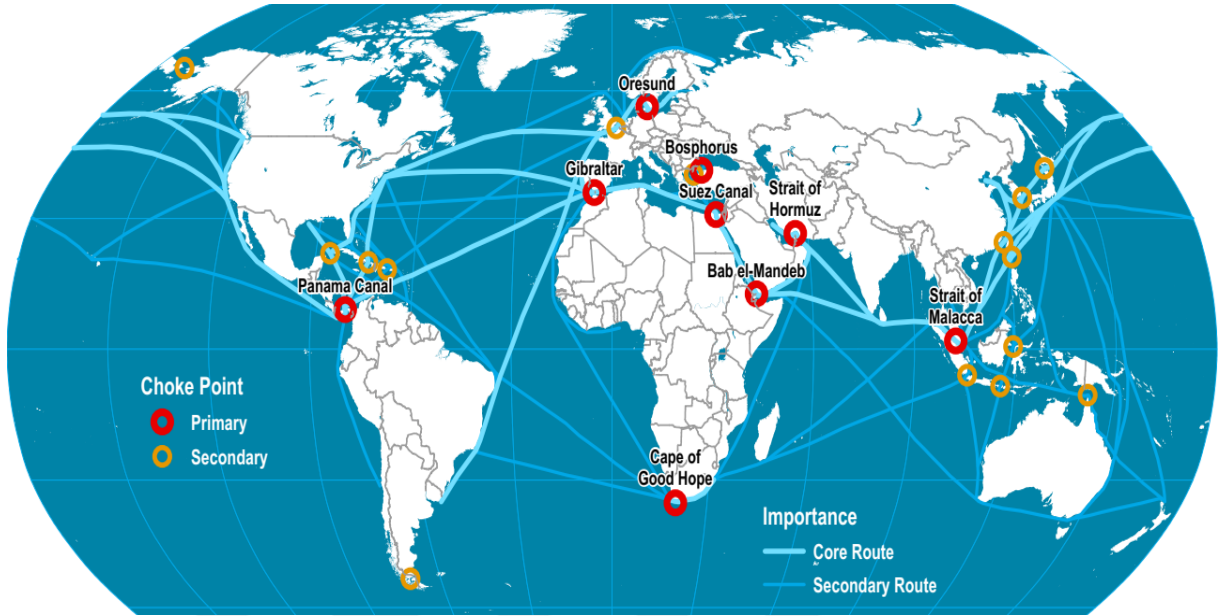
Şekil 1.14'te küresel konteyner nakliye rotaları görülmektedir. Konteyner taşımacılık ağları uluslararası ticaretin kolaylığı ve küresel olarak ürünlerin taşınması konusunda kritik bir rol oynamaktadır. Küresel olarak ürünlerin akışı bu ağ üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu yapıda önemli konteyner terminallerine sahip olan ülkeler küresel taşıma ağlarının lider ülkeleri konumundadır. Uğrak limanlara sahip olan bu ülkeler ürünlerini daha ucuza hedef pazarlara

⁹⁹ WCO. (2024). "Discover the WCO", <https://www.wcoomd.org/en/about-us/what-is-the-wco/discover-the-wco.aspx> (erişim tarihi: 14.10.2024).

¹⁰⁰ FIATA. (2024). "Who we are". <https://fiata.org/about/> (erişim tarihi: 12.10.2024).

¹⁰¹ Kang vd., 2022:1.

ulaştırmaktadır. Bu sayede uluslararası ticarete söz sahibi olan ülkeler, ekonomik olarak büyük gelişim sergilemektedir.



Şekil 1.14. Küresel Deniz Yolu Taşımacılığında Ana Rotalar ve Geçişler

Kaynak: Notteboom vd., 2022.

Deniz taşımacılığı için kullanılabilecek potansiyel olarak sonsuz sayıda deniz taşımacılığı rotası olmakla beraber temel olarak birkaç ana rota küresel akışın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Küresel deniz yolu taşımacılığında yoğun olarak kullanılan rotalar şu şekilde özetlenebilir¹⁰²:

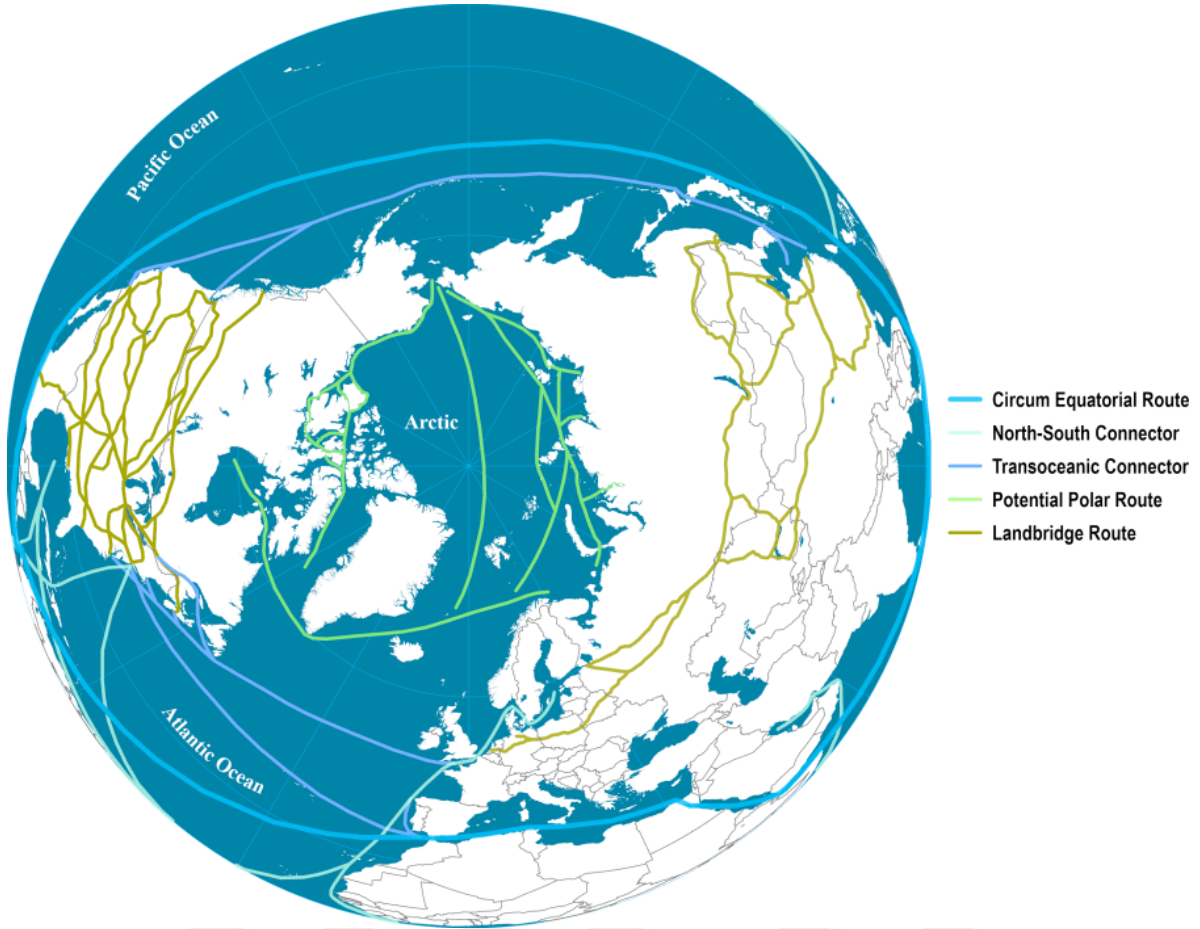
- ✓ Trans- Pasifik Rotası: Bu rota, başta Çin, Japonya ve Güney Kore olmak üzere Doğu Asya'daki limanları, Los Angeles ve Long Beach gibi Kuzey Amerika'nın Batı Kıyısındaki limanlara bağlar. Küresel ticaretin önemli bir bölümünü karşılayan en yoğun nakliye rotalarından biridir.
- ✓ Asya- Avrupa Rotası: Bu rota, Şanghay, Singapur ve Busan dahil olmak üzere Asya'daki büyük limanları, Rotterdam, Hamburg ve Felixstowe gibi Avrupa'daki limanlara bağlar. Asya ve Avrupa arasında hareket eden mallar için önemli bir ticaret yoludur ve üretilen malların ve hammaddelerin nakliyesi bu hat üzerinden gerçekleşir. Günümüzde yoğun gemi hareketinin olduğu çok önemli bir koridordur.
- ✓ Trans- Atlantik Rotası: Bu rota, Kuzey Amerika'daki New York, Norfolk ve Savannah gibi limanları Antwerp, Southampton ve Bremerhaven gibi Avrupa'daki limanlara bağlar. Çeşitli endüstrileri ve ticaret sektörlerini destekleyerek Kuzey Amerika ile Avrupa arasında mal ve emtia nakliyesini sağlar.

¹⁰² NPP. (2023). "Main Container Shipping Routes Busiest Map". <https://npp-co.com/learning/main-container-shipping-routes-busiest-map-2/> (erişim tarihi:30.01.2024).

- ✓ İç Asya Rotası: Asya'nın çeşitli limanlarını birbirine bağlayan su yolları ağını ifade eder. Bu, özellikle Güneydoğu Asya, Çin ve Hindistan gibi önemli Asya ülkelerinin birbirleriyle ticaret yapmasını kolaylaştırır.
- ✓ Hint Okyanusu Rotası: Bu rota, Orta Doğu (Dubai, Jebel Ali), Güney Asya (Mumbai, Colombo) ve Doğu Afrika (Mombasa, Durban) dahil olmak üzere Hint Okyanusu bölgesindeki limanları birbirine bağlar. Bu bölgeler arasında hareket eden mallar için önemli bir ticaret yolu görevi görerek ekonomik kalkınmayı ve uluslararası ticareti desteklemektedir.

Şekil 1.15'te görüleceği üzere dünya üzerinde konteyner gemilerinin geçişlerini sağlayan bazı önemli kanallar bulunmaktadır. Bu kanalların kullanıma açılmasıyla beraber konteyner gemilerinin boyutları artırılarak daha uzak mesafeli rotalar oluşturulmuştur. Şekil 1.15'te görülen bu rotalar temel olarak doğu-batı yönünde ilerleyen ekvatorial rota ile kuzey-güney rotasından oluşmaktadır. Günümüzde yoğun olarak kullanılan ve dünyanın çevresini deniz yolu ile dolaşmanın en kısa yolu, Panama Kanalı, Cebelitarık Boğazı, Süveyş Kanalı ve Malakka Boğazı'nı kullanan ekvatorial rotadır. Kuzey-Güney Bağlantısı, Güney Amerika/Kuzey Amerika, Afrika/Avrupa ve Avustralya/Asya gibi hammaddelere (petrol, mineraller, tarım ürünleri) yönelik mevcut ticari ilişkileri yansıtmaktadır. Transokyanus Bağlantıları, büyük okyanuslar boyunca bir dizi limanı birbirine bağlayan sistemlerdir. Üç ana transokyanus bağlantısı olup bunlar TransPasifik, Asya-Avrupa (Hint Okyanusu üzerinden) ve Transatlantik'tir. Asya'nın (özellikle Çin'in) endüstrileşmesi, Asya-Avrupa ve TransPasifik bağlayıcılarını önemli hale getirmiştir. Kutup Rotaları olarak adlandırılan başka bir kavram da Doğu Asya, Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'yı (hem doğu hem de batı kıyıları) bağlamak için deniz yolu dolaşım rotalarını kullanma düşüncesidir. Özellikle kutuplarda yaşanan erime ve buzul kayıpları yeni rotaların oluşmasına imkân sağlasa da gelecekte bu potansiyel rotalar için bir risk söz konusudur¹⁰³.

¹⁰³ Notteboom, T. ve Rodrigue, J. P. (2009). "Port hinterlands, regionalization and corridors. Port Economics, Management and Policy". <https://porteeconomicsmanagement.org/pemp/contents/part2/port-hinterlands-regionalization/> (erişim tarihi:01.06.2022).



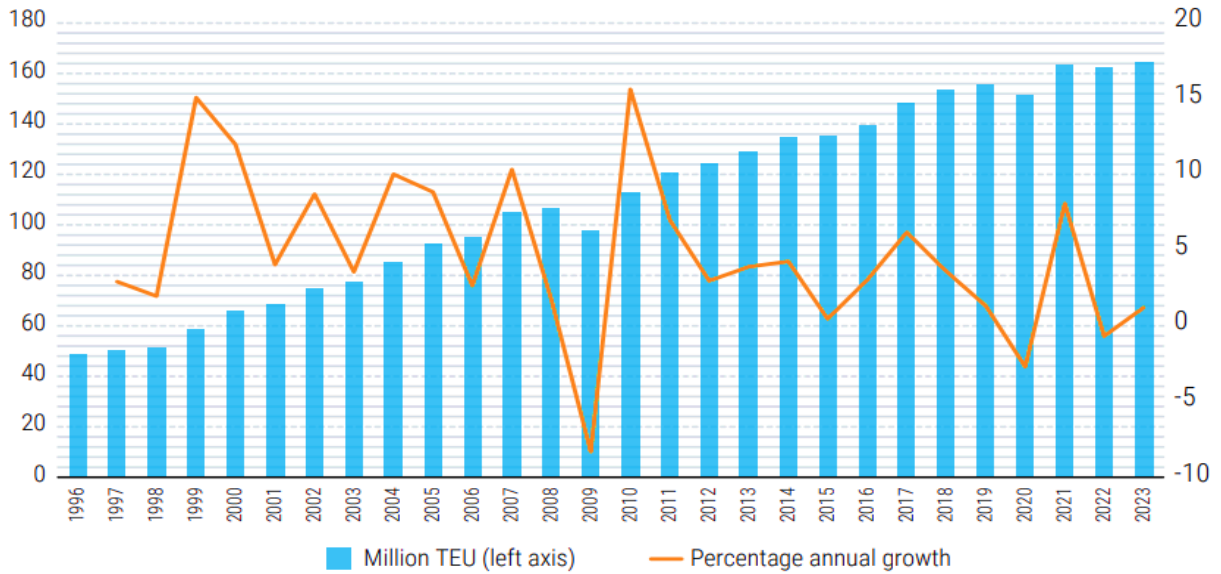
Şekil 1.15. Küresel Deniz Yolu Konteyner Dolaşım Halkaları

Kaynak: Notteboom ve Rodrigue, 2009.

1.7. Konteyner Taşımacılığında Gelecek Beklentileri

Küresel ticaretin önemli bir parçası olan deniz yolu taşımacılığı ve özellikle konteyner taşımacılık sistemi çeşitli krizlerle karşı karşıya kalmıştır. Pandemi krizinin dünya ekonomisini olumsuz yönde etkilemesi sebebiyle oluşan belirsizlik ortamı konteyner taşımacılığını ve buna ilişkin gelecek beklentilerini değiştirmiştir. Şekil 1.16'da deniz yolu konteyner taşımacılığının gelişimi görülmektedir. Konteynerle taşınan yükler 2022'de bir önceki yılın olumlu gidişatından farklı olarak %3,7'lik bir düşüşle karşılaşmıştır. Zayıflayan küresel ekonomik büyüme, tüketici harcamalarını etkileyen yüksek enflasyon, Ukrayna'daki savaştan kaynaklanan aksaklıklar ve Çin'deki sıkı COVID-19 kontrol önlemleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörler bu gerilemeye katkıda bulunmuştur. Bu etkiler konteyner taşımacılığının küresel ekonomik dalgalanmalara karşı duyarlılığının bir göstergesi niteliğindedir. Geleceğe yönelik beklentilere baktığımızda UNCTAD'ın 2023 öngörülleri konteynerli ticarete toparlanma beklentisi ile %1,2'lik bir büyüme öngörmektedir. 2024'ten 2028'e kadar olan orta vadeli görünüm ise daha da iyimser olup yıllık ortalama büyüme oranının %3'ü aşması

beklenmektedir¹⁰⁴. Gelecekte konteyner ticaretinin dünya genelinde gelişim sergileyeceği beklentisi sektörde hakimdir.



Şekil 1.16. Küresel Konteynerli Ticaret, 1996–2023

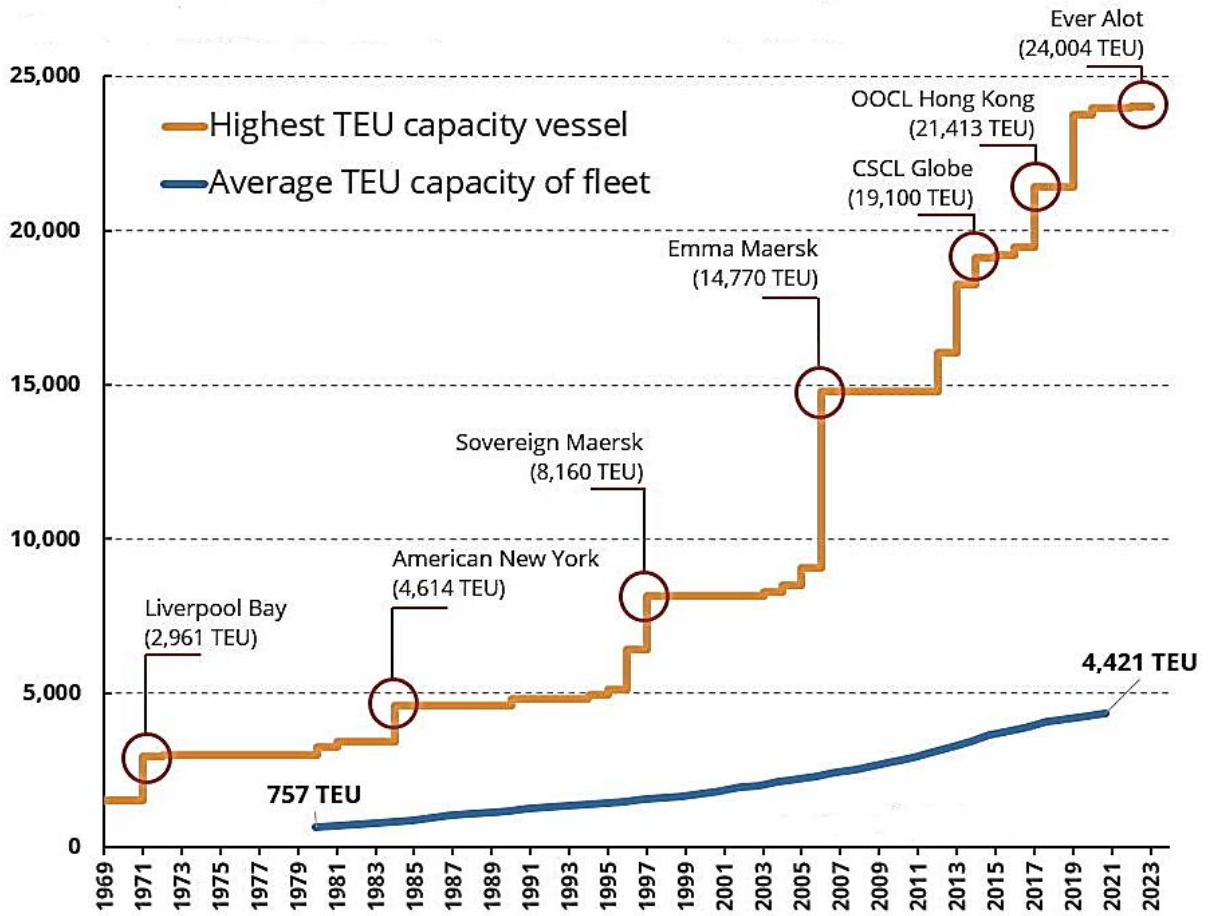
Kaynak: Logistics eLearning, 2023.

Konteyner taşımacılığının bu kadar yaygınlaşmasının en temel sebeplerinden birisi olarak gemi boyutlarının giderek artması ve bu sayede ölçek ekonomisi yaratmasıdır. Şekil 1.17’de konteyner gemilerinin zaman içerisindeki gelişimi görülmektedir. İlk konteyner gemisi sınırlı sayıda konteyner taşıyabilir iken günümüzde 20000 TEU’dan daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olan gemiler limanlar arasında eşya taşımaktadır¹⁰⁵. Tüm bu gelişim konteyner taşımacılığında maliyetleri daha fazla düşürmeye yönelik arayışların bir sonucudur. Çünkü gemi boyutları arttıkça yakıt ve mürettebat açısından daha düşük birim maliyetler elde edilir. Ayrıca yaratılan ölçek sayesinde konteyner başına daha düşük sera gazı salınımı emisyonu sağlanmış olur. Bu faydalar sebebiyle konteyner hat operatörleri ittifaklar kurarak daha büyük gemilerle ortak taşıma planlaması yapmaktadır. Aynı rotada küçük boyutta iki gemi sevk etmek yerine daha büyük tek bir geminin tüm ülkü götürmesi operatörler açısından önemli bir maliyet avantajı yaratmaktadır. Gelecekte konteyner gemi kapasitelerinin 50000 TEU’ya kadar çıkması beklenmektedir. Fakat daha büyük gemi boyutları birtakım zorlukları beraberinde getirmektedir. Şekil 1.14 ve Şekil 1.15’te de görüleceği üzere yoğun olarak kullanılan konteyner rotaları üzerinde bazı önemli kanal ve boğazlar yer almaktadır. Malakka Boğazı, Panama Kanalı ve Süveyş Kanalı gibi bazı dar ve sığ su yolları fiziksel engel teşkil etmektedir. Bu kanallardan günümüz koşullarında her gemi geçiş yapamamaktadır. Artan gemi

¹⁰⁴ UNCTAD, 2023.

¹⁰⁵ Logistics eLearning. (2023). “The Evolution of Container Ships and Their Sizes” <https://logisticselearning.com/largest-container-ships/> (erişim tarihi:05.02.2024).

boyutları sebebiyle devasa gemilerin bu dar boğazlardan geçişi ya mümkün olmayacak ya da geçiş sırasında karaya oturma gibi birtakım riskler oluşacaktır¹⁰⁶.



Şekil 1.17. Konteyner Gemilerinin Gelişimi

Kaynak: Logistics eLearning, 2023.

Gemi boyutlarının artışıyla alakalı tek problem bu kanallardan geçişten ibaret değildir. Daha büyük gemiler konteyner terminallerinin alt yapılarını geliştirmeye zorlayacaktır. Ayrıca limana yanan bu devasa gemilerin yükleme ve boşaltmaları için daha gelişmiş daha hızlı ekipmanlar gerekecektir. Bu sebeplerle gelecekte konteyner gemi boyutlarının 50000 TEU'ya kadar artacağı fakat daha fazlasının pek mümkün olmadığı düşünülmektedir¹⁰².

Konteyner taşımacılık sisteminin en önemli parçalarından birisi de konteyner terminalleridir. Çok sayıda faaliyetin yapıldığı bu tesislerin gelecekte verimlilik ve hıza yönelik olarak şekillenmesi beklenmektedir. Yakın gelecekte akıllı konteyner terminallerinin dünya genelinde daha da yaygınlaşması sektörün en önemli beklentisi olarak görülmektedir. McKinsey tarafından lojistik profesyonelleri arasında yapılan bir ankete göre yakın gelecekte yeni liman projelerinin yarısından fazlasının yarı veya tam otomatik olması beklenmektedir.

¹⁰⁶ Saxon S. ve Stone, M. (2017). "Container shipping: The next 50 years".

https://www.hktdc.com/resources/New_Corporate_Site/almc2018/1543288787953_Steve-Saxon.pdf (erişim tarihi:04.02.2024).

Günümüzde önemli terminal operatörleri bu alanda yatırımlarını artırmaktadır. Yapılan önemli yatırımlara örnek olarak DP Word şirketi London Gateway operasyonlarında dünyanın en büyük gemiden kıyıya vinçlerinden 12'si kullanmaktadır. Bu vinçler uzaktan çalıştırılabilir ve insansızdır yani otonom özelliktedir. Bu akıllı elleçleme ekipmanları dışında tesiste sensörler ve otomatik kameralarla donatılmış 60 otomatik istifleme vinci, günde yaklaşık 1800 kamyonun yükleme ve boşaltma işlemlerini gerçekleştirmektedir¹⁰⁷.

UNCTAD yayınlamış olduğu raporda denizcilik sektörüne ilişkin trend ve beklentileri içeren bazı saptamalara vurgu yapmıştır. İlgili raporda deniz yolu konteyner taşımacılığına ilişkin gelecek beklentileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir¹⁰⁸:

- ✓ Deniz ticaret hacmindeki büyüme: Ticaret hacimlerinin geçmiş yıllara kıyasla daha yavaş da olsa artmaya devam etmesi öngörülmektedir. Bu büyüme, küresel ekonomik aktivite ve deniz taşımacılığı hizmetlerine yönelik artan talep ile desteklenmektedir. Bu kapsamda deniz yolu taşımacılığı küresel büyümenin önemli bir parçası olmaya devam edecektir.
- ✓ Karbondan arındırma ve sürdürülebilirlik çabaları: Denizcilik endüstrisi, karbon emisyonlarını azaltma ve sürdürülebilir uygulamaları benimseme yönündeki acil ihtiyaçla karşı karşıyadır. Buna alternatif yakıtların ve enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerin benimsenmesinin yanı sıra çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmeyi amaçlayan düzenleyici değişiklikler de dahildir. Bu bağlamda konteyner gemilerinin daha çevre dostu yakıt kullanması, yeni nesil çevreye daha az zarar veren motor teknolojilerine geçilmesi beklenmektedir.
- ✓ Dijitalleşme ve verimlilik: Sektörün operasyonel verimliliği artırmak, liman performansını iyileştirmek ve deniz ticareti ile taşımacılığın kolaylaştırılmasını kolaylaştırmak için dijital teknolojileri daha da entegre etmesi beklenmektedir. Bu beklenti kapsamında evrak işlerini azaltmak ve işlem hızını artırmak için elektronik konşimentoların ve diğer dijital çözümlerin benimsenmesinin hızlanacağı vurgulanmaktadır.
- ✓ Yasal ve düzenleyici gelişmeler: Devam eden yasal ve düzenleyici değişiklikler kirliliğin önlenmesi, güvenlik ve uluslararası deniz ticaretinin kolaylaştırılması konularına odaklanarak deniz konteyner taşımacılığı sektörünü şekillendirmeye devam edecektir.

¹⁰⁷ DP Word. (2023). "Port Of The Future". <https://www.dpworld.com/insights/expert-opinions/port-of-the-future> (erişim tarihi: 08.02.2024).

¹⁰⁸ UNCTAD. (2023). "Review Of Maritime Transport", https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023_en.pdf (erişim tarihi:04.02.2024).

- ✓ Kapasite ve verimliliğe yapılan yatırımlar: Limanlar, otomasyon ve kolaylaştırılmış prosedürler yoluyla kapasiteleri genişletmeye ve operasyonları modernleştirmeye giderek daha fazla yatırım yapmaktadır. Gelecekte akıllı liman uygulamalarının artması beklenmektedir.

Özetle bu eğilimler deniz yolu konteyner taşımacılığının değişen küresel manzaraya uyum sağlaması, büyümeyi sürdürülebilirlikle dengelemesi, teknolojik gelişmeleri benimsemesi, çevresel etkileri azaltması gereken bir geleceğe işaret etmektedir.



İKİNCİ BÖLÜM

KOMPLEKS AĞ ANALİZİ

Bu bölümde, karmaşık sistemler ve kompleks ağ analizi yöntemi kapsamlı bir şekilde açıklanacaktır. İlk olarak ağ bilimi ele alınarak bu disiplinin temel prensipleri ve uygulama alanları açıklanacaktır. Ardından, ağ biliminin tarihsel gelişimi incelenecek ve bu alandaki önemli kilometre taşları vurgulanacaktır. Temel kavramlar bölümünde, çizge teorisi, çizge türleri, düğüm ve kenar gibi ağların yapı taşları detaylandırılacaktır. Ağ verisi ve ağ analizinde kullanılan ölçütler açıklanarak, komşuluk matrisi, bağlantı listeleri, komşuluk listesi gibi verilerin nasıl işlendiği ve analiz edildiği gösterilecektir. Yoğunluk, ağ büyüklüğü, uzaklıkla ilgili kavramlar, derece dağılımı ve merkezilik ölçütleri gibi ağ analizinde önemli olan metrikler üzerinde durulacaktır. Ayrıca, ağlarda topluluk yapıları incelenecek ve bu yapıların ağların dinamikleri üzerindeki etkileri tartışılacaktır. Bölümün son kısmında, ağ oluşum modelleri ele alınarak, tek modlu ve iki modlu ağ modelleri, rassal ağ modeli, küçük dünya ağ modeli ve ölçekten bağımsız ağ modeli gibi farklı ağ yapılandırmaları ve bunların özellikleri detaylandırılacaktır.

2.1. Karmaşık Sistemler ve Ekonomik Kompleksite

Karmaşık sistemler, çok sayıda birbirine bağlı bileşenin bir araya gelerek dinamik, öngörülemez ve genellikle kendiliğinden organize olan davranışlar sergilediği yapılar olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik sistemler, bireyler, firmalar, pazarlar ve kurumlar gibi heterojen aktörlerin birbiriyle etkileşim içerisinde bulunduğu geniş ağları içermektedir. Bu bağlamda, karmaşık sistemler yaklaşımı, ekonominin yalnızca bireysel kararların toplamı olarak değil, bu kararlar arasındaki etkileşimlerin yarattığı kolektif sonuçlar ışığında değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır¹⁰⁹.

Karmaşık sistemlerin temel özellikleri, bu sistemleri daha basit yapılardan ayıran belirleyici niteliklere işaret etmektedir. Bu sistemlerin en yaygın ve önemli özellikleri şunlardır¹¹⁰:

- ✓ Karmaşık sistemler, birbirine bağlı çok sayıda bileşenden oluşmakta ve bu bileşenler arasında yoğun etkileşimler bulunmaktadır.
- ✓ Doğrusal olmayan dinamiklere sahiptirler; bu durum, küçük değişikliklerin büyük ve öngörülemez sonuçlara yol açabilmesine neden olmaktadır.

¹⁰⁹ Eren ve Uysal, 2017:146.

¹¹⁰ O'Sullivan, 2004:285; Baggio vd., 2010:805.

- ✓ Her bir bileşen, sistemin genel işleyişinden habersiz bir şekilde yalnızca yerel bilgilere tepki vermektedir.
- ✓ Genellikle dengeden uzak bir yapıya sahiptirler ve sürekli değişen çevresel koşullara uyum sağlamaktadırlar.
- ✓ Geçmiş bağımlılığı taşımaktadırlar; geçmişte yaşanan olaylar, sistemin mevcut ve gelecekteki davranışlarını doğrudan etkilemektedir.

Ekonomik kompleksite, ekonomik olguların anlaşılmasında sistem teorisi ve dinamik modellerin kullanımını giderek daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Karmaşıklık yaklaşımı, ekonomik sistemlerin doğrusal olmayan dinamikleri, belirsizlikleri ve ortaya çıkan özellikleri ile şekillendiğini vurgulamaktadır. Bu perspektif, sistemlerin yalnızca bireysel unsurlar üzerinden değil, unsurlar arasındaki etkileşimler bağlamında bütüncül bir şekilde ele alınması gerektiğini savunmaktadır¹¹¹.

Geleneksel neoklasik ekonomi, genellikle indirgemeci bir yaklaşım benimseyerek ekonomik süreçleri rasyonalite ve denge çerçevesinde ele almaktadır. Buna karşın, kompleksite iktisadı, ekonomiyi sürekli değişim, adaptasyon ve evrim süreci içerisinde yer alan dinamik bir sistem olarak değerlendirmektedir. Bu bağlamda ekonomi statik bir denge noktasında değil, sürekli yenilenen ve gelişen bir yapı olarak analiz edilmektedir¹¹².

Neoklasik ekonomi, bireylerin tam bilgiye sahip olduğunu ve bu bilgi doğrultusunda rasyonel kararlar aldığını varsaymaktadır. Ayrıca, ekonomik süreçlerin nihai olarak dengenin sağlanmasına yönelik işlediği kabul edilmektedir. Ancak, kompleksite iktisadı bu varsayımları hem teorik hem de ampirik düzlemde sorgulamaktadır¹¹³. Kompleksite iktisadına göre, heterojen bireyler sınırlı bilgiye sahip olup sürekli değişen çevresel koşullara uyum sağlamak için öğrenme ve adaptasyon süreçlerini kullanmaktadır. Bu bağlamda, geçmişteki olayların ve sistemde izlenen yolun mevcut ekonomik yapılar üzerindeki etkisine vurgu yapılmaktadır¹¹⁴. Geçmiş bağımlılığı, kompleksite iktisadı tarafından sıklıkla vurgulanan ve neoklasik ekonomi tarafından genellikle göz ardı edilen bir boyut olarak karşımıza çıkmaktadır¹¹⁵.

Kompleksite iktisadının analitik çerçevesi, klasik matematiksel modellerin sınırlarını aşmakta ve yeni yöntemlerin kullanımını gerektirmektedir. Bu kapsamda, ajan bazlı modelleme, doğrusal olmayan dinamikler ve simülasyon teknikleri kompleksite iktisadının temel araçları arasında yer almaktadır. Ajan bazlı modeller, ekonomik sistemlerdeki bireylerin karar alma süreçlerini ve bu süreçlerin sistem üzerindeki etkilerini simüle ederek, kolektif

¹¹¹ Arthur vd., 2020:15.

¹¹² Gintis, 2006:1018.

¹¹³ Eser, 2016:20.

¹¹⁴ Eren ve Uysal, 2017:141.

¹¹⁵ Hommes, 2013:7.

davranışların nasıl ortaya çıktığını anlamada etkili bir yöntem sunmaktadır. Bu yaklaşımlar, neoklasik ekonomi tarafından benimsenen temsilci ajan modeli ve tam bilgi varsayımlarından önemli ölçüde ayrılmaktadır¹¹⁶.

Ağ bilimi, ekonomik karmaşıklığın anlaşılmasında temel bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem yalnızca bireysel aktörlerin davranışlarını değil, bu aktörler arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin kolektif sonuçlarını da incelemektedir. Ekonomik ağların yapısını, organizasyonunu ve dinamiklerini anlamak için doğrusal olmayan modellerin kullanımı teşvik edilmekte ve bu yöntem kompleksite iktisadının analitik araçlarından biri olarak öne çıkmaktadır¹¹⁷. Bir sonraki başlık altında ağ bilimi ve analizi konusunda detaylı bilgi verilmiştir.

2.2. Ağ Bilimi

İnsanlar günümüz dünyasında ağlarla dolu bir çevrede yaşam sürmektedirler. Bu ortam içinde insanlar hem bir biyokimyasal reaksiyonlar ağının karmaşık ürünü, hem de çeşitli türden sosyal ilişkiler ağının bireysel düğümleridir¹¹⁸. Gerçek yaşamda veya sanal dünyada karmaşık ağlarla ilgili pek çok örnek bulunmaktadır. Her gün kullandığımız internet ağı, makinelerin ve yönlendiricilerin optik fiber gibi fiziksel araçlarla birbirine bağlı olduğu bir ağıdır. İnternet'teki makineler ve yönlendiriciler düğümleri oluştururken iletim ortamı, karmaşık ağlardaki gibi bağlantılar veya kenarlar olarak işlev görür. World Wide Web (www) içindeki farklı web siteleri bir ağı oluşturur. Beynimizdeki nöronların da bir ağı bulunmaktadır. Bir organizasyondaki insanlar da bir ağ yapısında görevler üstlenmektedir. Besin ağları, hastalıklar, metro, uluslararası ticaret, terörizm ve virüsler dahi karmaşık ağlara örneklerdir¹¹⁹. Bu ağlar doğadaki birçok yapıyı veya sistemi tanımlamaktadır.

Ağ kavramı üzerinde literatürde kesin olarak uzlaşılmış bir tanım yer almamakla beraber çeşitli yazarlar tarafından yapılan bazı tanımlar bulunmaktadır. Baggio vd. ağı, düğümler ve bu düğümler arasında bağlantıları ifade eden yapıyı tanımlamak için kullanmışlardır¹²⁰. Başka bir tanımda ise ağ, Newman tarafından birbirleri arasında ilişkileri olan köşeler ve bu köşeler arasındaki kenar adı verilen bağlantılardan oluşan kümeler olarak ifade edilmiştir¹²¹. Gürsakal vd. ise ağı, fiziksel bir nesneden daha farklı bir şey olarak, bir karmaşık sistemin, sistemi oluşturan parçaların ve bu parçalar arasındaki etkileşimlerin görsel gösterimi olduğunu

¹¹⁶ Eser, 2021:119.

¹¹⁷ Soyuyiğit vd., 2020:274.

¹¹⁸ Boccaletti vd., 2006:176.

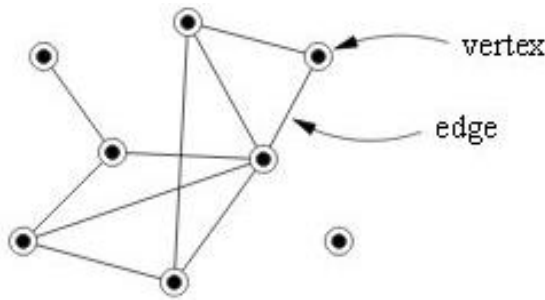
¹¹⁹ Sharma ve Ahuja, 2014:31.

¹²⁰ Baggio vd., 2010:803.

¹²¹ Newman, 2003:168.

vurgulamışlardır¹²². Sonuç olarak ağ, düğümleri ve bu düğümler arasındaki bağlantıları içeren bir yapı olup çeşitli sistemlerin parçalarını ve bu parçalar arasındaki etkileşimlerin görsel bir gösterimini oluşturur.

Şekil 2.1’de sekiz düğüm (köşe, vertex) ve bu düğümler arasındaki ilişkileri ifade eden, on kenardan (bağlantı, edge) oluşan basit bir ağ yapısı görülmektedir. Şekildeki basit ağ yapısında yuvarlaklarla gösterilen düğümler arasında eğer bir ilişki söz konusu ise bu iki düğüm bir çizgi ile birbirine bağlantı yapılarak gösterilmiştir. Bu görsel yapısı karmaşık sistemlerin daha anlaşılır olarak gösterilmesine yardımcı olmaktadır.



Şekil 2.1. Ağ Yapısı Örneği
Kaynak: Newman, 2010:1.

Ağlar gerçek dünyada çok çeşitli türlerde karşımıza çıkmakta olduğundan şekilde görselleştirilen yapıdaki düğümler ve kenarlar farklı ilişkileri ifade edebilir. Ağ Bilimi uzmanları, gerçek dünya ağlarını biyolojik, fiziksel ve sosyal alanlarda üç ana sınıfa ayırmışlardır¹²³:

- ✓ **Biyolojik ağlar:** Bu kategoride hastalık bulaştıran ağlar, ekolojik ağlar (besin zincirleri gibi), metabolik ağlar, topluluk ağları (böcek toplulukları, hayvan sürüleri) ve gen ağları gibi biyolojik sistemlere ait ağlar bulunmaktadır.
- ✓ **Fiziksel ağlar:** Enerji şebekeleri, telekomünikasyon ağları, küresel bilgi ağları, ulaşım ağları ve elektronik finansal işlem ağları gibi fiziksel alanda faaliyet gösteren ağlar bu kategoride yer alır.
- ✓ **Sosyal ağlar:** Sosyal alanda ise yakın ilişki ve tanışıklık ağları, haber ağları, bilgi değişim ağları, grup oluşturma ağları, arz zincirleri, iş ağları ve sosyal hizmet ağları gibi çeşitli sosyal ilişkilere dayalı ağlar öne çıkar.

Ağ bilimi, karmaşık ağların özelliklerini, yapılarını ve dinamiklerini inceleyen; biyolojik, teknolojik ve sosyal alanlardaki farklı türdeki ağları matematik, istatistik, fizik, sosyal ağ analizi, bilgi bilimi ve bilgisayar bilimi yöntemleriyle analiz ederek, bu bağlantılı

¹²² Gürsakal vd., 2008: 2.

¹²³ Gürsakal vd., 2014: 464.

sistemlerin davranışını ve özelliklerini anlamayı amaçlayan çok disiplinli bir alandır. Bu bağlamda, ağların organizasyonunu ve evrimini yönlendiren temel prensipleri ortaya çıkarmak ve bu ağı sistemleri hem teorik hem de pratik yöntemlerle inceleyip modellemek, alanın başlıca hedefini oluşturur¹²⁴.

Gürsakar, ağ biliminin amaçlarını şu şekilde sıralamaktadır¹²⁵:

- ✓ Ağların mimarisi ile fonksiyonları arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak,
- ✓ Çok büyük ağların modellenmesi ve analizi için gerekli araçların ve kavramların üretilmesini hedeflemek,
- ✓ Ağların tasarımı ve sentezleri için gerekli tekniklerin üretilmesini amaçlamak,
- ✓ Ağların direncinin ve güvenliğinin analiz edilmesini sağlamak,
- ✓ Ağlarla ilgili ölçümlerin ve deneylerin yapılmasını desteklemek,
- ✓ Ağ bilimi ile ilgili gerekli matematiksel yapının geliştirilmesini hedeflemek,
- ✓ Ağlar içindeki darboğazların belirlemek.

Kompleks ağ kavramı, karmaşık sistemlerin ağ teorisi çerçevesinde incelenmesinde kullanılan bir kavramdır. Kompleks ağlar, birçok bileşenin birbirine bağlı olduğu ve genellikle karmaşık etkileşimlerin bulunduğu yapıları ifade eder. Bu ağlar genellikle gerçek dünya sistemlerini temsil etmek için kullanılır ve birçok farklı disiplinde başta bilgisayar bilimi, sosyoloji, ekonomi ve biyoloji gibi alanlarda incelenir. Günümüz dünyasında giderek artan bir şekilde, karmaşık sistemlerin dünyasında yaşadığımızı söylemek mümkündür. Dünyamızın iklimi, ekoloji, küresel ekonomi veya her gün kullandığımız internet yapıları çok sayıda düğüm ve bunlar arasındaki çok sayıda bağlantıdan oluşan karmaşık sistemlerdir¹²⁶.

2.3. Ağ Biliminin Tarihsel Gelişimi

Ağ bilimi, kökenleri 1700'lere dayanan eski bir disiplindir. Rusya'nın Königsberg şehrinde (bugünkü Kaliningrad) İsveçli matematikçi Leonard Euler, Pregel Nehri üzerindeki köprülerle ilgili bulmacayı kullanarak bir ağ görseli oluşturmuş ve ağ biliminin temelini atmıştır. Bir yarışmada duyurulan bulmacada, katılımcılardan her köprüyü bir kez geçip başlangıç noktasına dönmeleri istenmiştir. Euler, bu durumu dört adayı ve yedi köprüyü düğüm ve kenarlar olarak kullanan bir grafikte matematiksel bir problem haline getirmiştir. Her köprüyü tam olarak bir kez geçtikten sonra başlangıca dönmek mümkün olmadığı için Euler, bu durumu açıklığa kavuşturmak için graf teorisini kullanmıştır. Bu, graf teorisinin gelişiminde

¹²⁴ Börner vd., 2007:2.

¹²⁵ Gürsakar, 2007:145.

¹²⁶ Homer-Dixon, 2011:2.

kullanarak sadece beş adımda birbirleriyle iletişim kurabileceğini öne sürmüştür¹²⁸. Altı derecelik ayrılma, dünya üzerindeki önemli özellikleri ortaya çıkarmak için bir ağ bakış açısının kullanışlı olabileceğine dair önemli katkı sağlamıştır. Karinthy bu yaklaşıma göre dünya nüfusu arttıkça insanlar arasındaki erişim bağlarının gelişeceğini vurgulamıştır¹²⁹. Daha sonra Stanley Milgram “küçük dünya ağları” kavramını bir deney ile açıklamış ve insanların “altı adımlık ayrılma” olarak bilinen kısa bir tanıdık zinciri aracılığıyla birbirine bağlı olduğunu bulmuştur. Stanley Milgram’ın “altı adımlık ayrılma” deneyi, ilk bakışta oldukça basit görünse de geriye döndüğünde ağ bilimi için bir dönüm noktası olarak değerlendirilmektedir. Milgram’ın deneyinde Nebraska ve Kansas’tan gelen gönüllülere, Cambridge, Boston ve Massachusetts’te yaşayan bir alıcıya mektup yazmaları istenmiştir. Mektupların çoğu kaybolmasına rağmen, hedef adreslere ulaşan mektuplar için aracı sıçramaların ortalaması 5,2 olup, iki ile on arasında değişmektedir. Milgram, sosyal dünyanın fiziksel dünyadan çok daha küçük olduğunu çünkü konumlarına bakılmaksızın iki yabancıyı birbirine bağlamak için sadece altı sıçramanın yeterli olduğunu düşünmüştür¹³⁰.

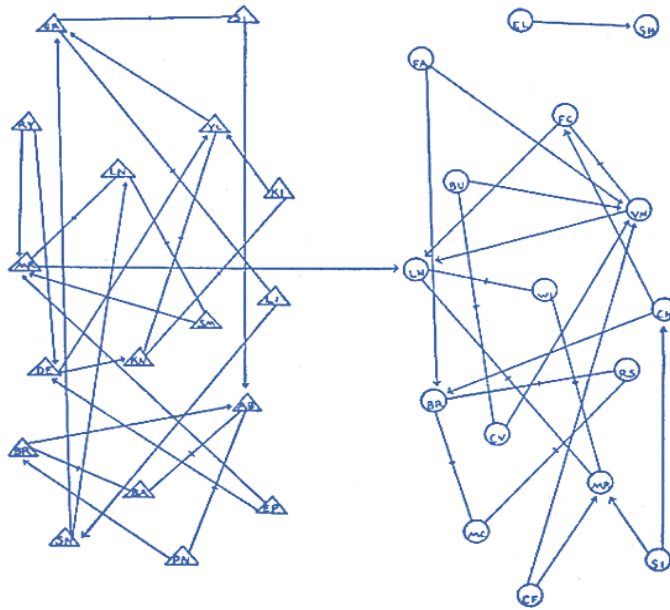
Psikiyatrist ve sosyolog J.L. Moreno, 20. yüzyılın başlarında yapmış olduğu çalışmalarla sosyal ağ araştırmalarının temelini atan öncülerdendir. Moreno sosyogram fikriyle bir topluluğun üyeleri arasındaki etkileşimleri görselleştirmiştir. Şekil 2.3’te de bir örneği görülen bu görselleştirme insanları veya organizasyonları temsil eden düğümlerin ve bu düğümleri birbirine bağlayan bağlantıların yer aldığı bir tür ağ diyagramıdır. Moreno’nun katkılarıyla bir sosyogram oluşturarak bir ağ içindeki etkileşim ve bilgi akışını incelenebileceği ve ağ içindeki önemli kişileri veya alt grupların belirlenebileceği fikri ortaya çıkmıştır. Moreno’nun kaleme almış olduğu “Who Shall Survive” isimli kitabından, bir okulda yer alan sınıftaki erkekler (üçgenler) ve kızlar (daireler) arasındaki arkadaşlık ilişkini gösteren ve elle çizilmiş olan sosyogramı Şekil 2.3’te görülmektedir. Bu görsele bakarak sağ üst kısımda bulunan iki kız öğrencinin diğer gruptan izole olduğu görülmektedir. Moreno’nun bu analizinin sonucunda belirtilen iki öğrencinin okuldan kaçacağı öngörülmüş ve sonuç da öngörülen şekilde gerçekleşmiştir¹³¹.

¹²⁸ Bereha vd., 2020:734.

¹²⁹ Demiral, 2020:412.

¹³⁰ Lewis, 2011: 4

¹³¹ Altınay, 2023:2.



Şekil 2.3. Moreno'nun Sosyogram Gösterimi

Kaynak: Moreno, 1934.

1950'li yıllarda ünlü Macar matematikçiler, Paul Erdős ve Alfred Rényi “rassal ağ” kavramını literatüre kazandırarak ağ bilimi konusunda önemli atılım sağlamışlardır. Erdős-Rényi rassal ağ modeli sabit bir olasılıkla iki düğümün birbirleri ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bir rassal ağ, sabit bir olasılıkla düğüm çiftleri arasında bağlantılar kurulduğunda oluşur. Sosyal ağ analizinde, rassal ağ modeli istatistikteki normal dağılıma benzer. Analitik rassal ağ, istatistikteki normal dağılım gibi çeşitli ağ türlerini tanımlamak ve bu ağların rassal ağdan ne kadar farklı olduğunu belirlemek için belirli bir dayanak noktası oluşturur¹³².

Ağ bilimi 1940-1970 yılları arasında popülerliğini yitirmiş ve karanlık dönemini yaşamıştır. Bu süreçte de çeşitli çalışmalar yapılmış olsa da bilim camiasında ses getiren çalışmalar yapılamamış, bilim insanları arasında bir sinerji yaratılamamıştır. İlerleyen yıllarda Harrison White, Harvard Üniversitesi'ndeki öğrenci ekibiyle birlikte, ağ analizinde kullanılan sistematik analiz yöntemlerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Harvard Devrimi olarak bilinen bu girişim, bugün sosyal bilimler alanında kullanılan analiz yöntemlerinin çoğunun temelini atmıştır. Bu gelişmeyle ağ analizi yöntemi tekrar gözde bir yöntem olmuş ve günümüzde de ilgi gören bir metot olarak sosyal bilimler alanında tercih edilmektedir¹³³.

Mark Granovetter 1973 yılında yaptığı çalışma ile insanların sosyal etkileşimleri hakkında temel gerçekleri ortaya koyan bir ağ modeli oluşturmuştur. Granovetter'ın “zayıf bağlar teorisi” basit bir soru olan “İnsanlar nasıl iş buluyor?” ile ortaya çıkmıştır. Bu soruya

¹³² Erdős ve Rényi, 1960.

¹³³ Eroğlu, 2020:3.

verilen şaşırtıcı cevap, insanların yakın arkadaşları yerine zayıf bağlara sahip tanıdıklar aracılığıyla iş bulabilecekleri olmuştur. Bu keşif, bilginin sosyal ağlar üzerinde nasıl etkili bir şekilde iletilmiş olabileceğinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamıştır. Mark Granovetter, 1973'te toplumu birbirini tanıdığı sayısız bağlantıya sahip kümeler olarak tanımlayarak “küçük dünya ağları” kavramına katkıda bulunmuştur¹³⁴. Zamanla küçük dünya ağları kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve bu ağların özelliklerini açıklamak için çeşitli modeller önerilmiştir. Çalışmalar, etkileşimler daha yüksek dereceden olsa bile küçük dünya ağlarının belirgin kümeleme özellikleri ve küçük ortalama yol uzunlukları sergilediğini göstermiştir. Bu bulgular karmaşık ağların ve bunların çeşitli alanlardaki uygulamalarının daha iyi anlaşılmasına yol açmıştır¹³⁵.

Barabási ve Albert, 1999'da ortaya koydukları “tercihli bağlantı” modelleri ile “ölçekten bağımsız ağlar”ın ortaya çıktığını keşfetmişlerdir. Bu ağların derece dağılımlarının kuvvet yasasına uygun olduğunu ve bu özelliklerin sosyal ağların ortak bir özelliği olduğunu tespit etmişlerdir. Daha sonra bu model, “Barabási-Albert” modeli olarak adlandırılmaya başlanmıştır. Bu modelde Paul Erdős ve Alfred Rényi'nin savunduğu gibi ağlar rassal değildir. Barabási ve Albert'e göre bu tür ağlarda birkaç düğüm çok sayıda bağlantıya, çok sayıda düğüm ise az sayıda bağlantıya sahiptir. Ağlarda da bağlantılar açısından “zengin daha zengin olur” kuralı geçerlidir¹³⁶. Barabási, daha sonraki popüler bilim kitabı olan “Linked: How everything is connected to everything else and what it means” (Bağlantılı: Her şeyin her şeyle nasıl bağlantılı olduğu ve bunun ne anlama geldiği) adlı kitabında benzer görüşleri açıklamıştır¹³⁷.

Genel olarak bilim insanları ağ biliminin tarihsel gelişimini üç döneme ayırmaktadırlar. Ağ biliminin gelişim evreleri şu şekilde özetlenmektedir¹³⁸:

- ✓ Ağ öncesi dönem (1736-1966): Bu dönem, ağ biliminin temellerinin atıldığı ve matematiksel temellerin oluşturulduğu bir zaman dilimini kapsar. Bu dönemde, Leonhard Euler'in 1736'da “Königsberg Köprüleri” problemi üzerine yaptığı çalışmalar, graf teorisi alanında önemli bir adım olarak kabul edilir. Euler'in bu çalışması, ağların matematiksel olarak nasıl modellenebileceğini ve analiz edilebileceğini göstermiştir.
- ✓ Mezo-ağ dönemi (1967-1998): Bu dönem, ağ biliminin daha geniş bir bilimsel disiplin haline gelmeye başladığı ve sosyal ağlar, iletişim ağları gibi uygulamalara

¹³⁴ Granovetter, 1973:1360.

¹³⁵ Karaca ve Bacık, 2023:392.

¹³⁶ Barabási ve Albert, 1999.

¹³⁷ Barabási, 2003.

¹³⁸ Unutulmaz ve Dulupçu, 2021:267.

odaklandığı bir zaman dilimini kapsar. Bu dönemde, Stanley Milgram'ın “altı adımlık ayrılma” deneyi, insanların birbirlerine ne kadar yakın bağlantılarla bağlı olduğunu göstererek ağ bilimine büyük bir ivme kazandırmıştır.

- ✓ Modern dönem (1998 – Günümüz): Bu dönem, ağ biliminin kendi bilimsel disiplini haline gelmeye başladığı ve büyük veri analizi, karmaşık ağlar, ölçeksiz ağlar gibi konuların ön plana çıktığı bir zaman dilimini kapsar. Bu dönemde, Barabási-Albert modeli gibi önemli teoriler geliştirilmiş ve ağların evrimi ve yapısal özellikleri daha detaylı bir şekilde incelenmeye başlanmıştır.

2.4. Temel Kavramlar

Bu kısımda ağ bilimine ilişkin temel kavramlar ve bunların ne anlam ifade ettiğine ilişkin detaylı bilgiler sağlanacaktır.

2.4.1. Çizge Teorisi

Çizge (graph) Teorisi, geçmiş 1700'lere İsveçli matematikçi Leonard Euler'e kadar uzanan nesnelerin birbirleriyle ilişkilendirildiği bir matematiksel disiplindir¹³⁹. Bu yaklaşım olasılık teorisi, küme teorisi, matris teorisi ve grup teorisi ile yakından ilişki olup sayısal analizlere dayanmaktadır. Çizge Teorisi bilgisayar ağları, ulaşım sistemleri ve sosyal ağlar gibi farklı alanlarda uygulamaları olan matematiksel bir disiplindir. Bu teori varlıklar arasındaki ilişkiler veya bağlantılarla gerçek dünya sistemlerini modelleme ve analiz etme çerçevesi sunar. Ulaşım sistemlerinde de Çizge Teorisi altyapıları modellemek için kullanılmaktadır. Burada köşeler konumları (kavşaklar veya istasyonlar gibi) temsil ederken, kenarlar fiziksel bağlantıları (yollar veya demir yolu hatları gibi) temsil eder. Bu modelleme yaklaşımı trafik akışını inceleme, rotaları optimize etme ve sistemin genel bağlantısını anlama imkânı sağlamaktadır.

2.4.1.1. Çizge Türleri

Ağ, düğümler ve bu düğümler arasındaki ilişkileri temsil eden bağlantılar olan kenarlardan oluşan bir yapıdır¹⁴⁰. Çizge ise ağların matematiksel olarak karşılığını ifade eden kavramdır. Bir çizgenin matematiksel olarak gösterimi $G = (V, E)$ şeklindedir. Çizgenin (G) formüle edilmiş gösteriminde yer alan (V) ifadesi düğümleri, (E) ise kenarları temsil etmektedir¹⁴¹.

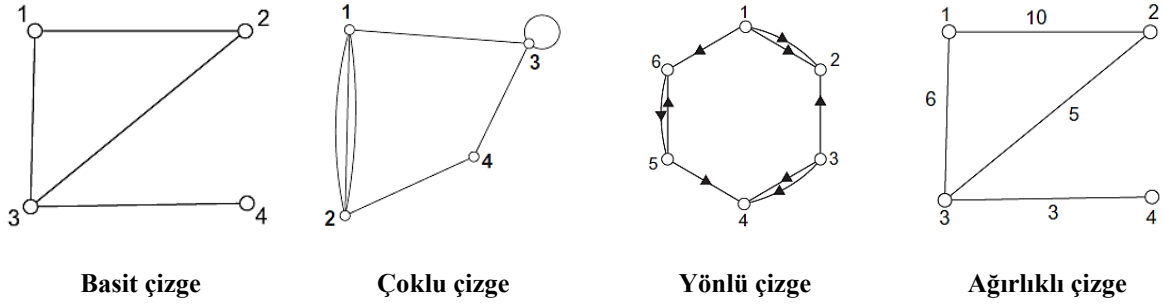
¹³⁹ Demiral, 2020:41.

¹⁴⁰ Baggio vd., 2010:803.

¹⁴¹ Lezoray ve Grady, 2012:1.

Şekil 2.4’te gösterilen çizge örnekleri, çizge teorisi kavramlarının temel türlerini görselleştiren bir dizi örnekten oluşmaktadır.

- ✓ Basit çizge: Bu yapının en önemli özelliği herhangi iki düğüm arasında yalnızca bir tane kenar bulunmasıdır. Yani iki düğümü birleştiren birden fazla çizgi bulunmaz. Ayrıca düğümleri kendi kendine (self-loop) bağlayan döngüler de bulunmamaktadır. Bir şehir haritasında iki yer arasında sadece tek bir yol olması ve bu yolların hiçbirinin dairesel bir yol olmaması gibi düşünülebilir. Ya da farklı şehirleri birbirine bağlayan bir demir yolu hattı basit bir çizgenin örneği olabilir.
- ✓ Çoklu çizge: Bu yapı birbirine bağlı düğümlerden oluşur ancak basit çizgelerin aksine, iki düğüm arasında birden fazla kenar olabilir. Bu yapı gerçek hayatta aynı iki nokta arasında birden fazla yol, uçuş hattı ya da iletişim kanalı olabileceği durumları modeller. İki şehir arasında farklı havayolları tarafından işletilen birden fazla uçuş varsa bu durum çoklu çizge ile temsil edilebilir. Her bir uçuş hattı iki şehri birleştiren ayrı bir kenar olarak düşünülebilir. Bu tür çizgeler, birden fazla bağlantıyı veya etkileşimi olan kompleks sistemleri anlamak ve göstermek için kullanılır.
- ✓ Yönlü çizge: Üçüncü diyagramdaki “yönlü çizge” bazen yönlendirilmiş graf olarak da bilinir ve düğümleri birbirine bağlayan kenarların bir yönü olduğu çizge türüdür. Yani bu kenarlar bir başlangıç ve bir bitiş düğümüne sahiptir ve bu ilişkinin tek yönlü olduğunu göstermektedir. Bu tür çizgeler sadece bir yönde hareket eden veya akış gösteren durumları ifade etmek için kullanılır. Mesela bir sosyal ağda bir kişinin başka birine takip isteği göndermesi ama karşı taraftan bir karşılık olmaması durumu bu çizge ile temsil edilebilir. Her kenar ok şeklinde çizilir ve bu okun yönü çizgede ilişkinin yönünü göstermektedir. Bu ilişkilerin asimetrik doğasını (her iki yönde eşit olmadığını) görselleştirmemizi sağlar.
- ✓ Ağırlıklı çizge: Son diyagramda görülen “ağırlıklı çizge” basit bir ifade ile düğümler arasındaki kenarların her birine bir ağırlık atanmış olduğu çizge türüdür. Ağırlıklar genellikle kenarların üzerinde bulunan sayılarla ya da kenar kalınlıkları ağırlığa göre düzenlenerek gösterilir. Bu ağırlıklı çizge yapısı çeşitli özellikleri temsil edebilir. Lojistik şirketlerinin en düşük maliyetle mal taşınması ya da internet servis sağlayıcılarının veri paketlerini en hızlı nasıl ileteceğini hesaplaması gibi durumlarda bu tür çizgeler kullanılabilir. Her kenarın ağırlığı o kenarın bağlantı kurduğu düğümler arasındaki ilişkinin “maliyetini” yansıtarak, çizge üzerinde karar verme ve analiz yapma süreçlerini rehberlik edebilir.



Şekil 2.4. Çeşitli Çizge Örnekleri

Kaynak: Kutnar ve Marusic, 2009: 2.

Şekil 2.4'te tanıtılan her çizge türü farklı türdeki veri ilişkilerini ve etkileşimleri temsil etmek için çizge teorisindeki farklı yapıları ortaya koymaktadır. Çizgelerin bu çeşitliliği onların gerçek dünya problemlerinin modellenmesinde ne kadar esnek ve güçlü araçlar olduğunu göstermektedir. Her bir çizge türü belirli problemleri çözmek veya verileri analiz etmek için özelleştirilebilir ve bu da onları bilimsel ve mühendislik uygulamalarında önemli bir araç kılmaktadır.

2.4.1.2. Düğüm ve Kenar

Düğüm ve kenarlar çizge teorisinde kullanılan temel bir kavram olarak karşımıza çıkar ve bu teori içerisinde bir çizgenin yapısını oluşturan en temel yapıtaşlarıdır. Düğüm, çizge üzerinde genellikle bir nokta veya küçük bir daire şeklinde görselleştirilir ve bu görsel temsil, çizgedeki bir varlık, konum veya noktayı ifade eder. Çizgedeki diğer temel bileşen olan kenarlar ise bu düğümleri birbirine bağlayarak düğümler arasındaki ilişkileri, yolları veya etkileşimleri somut bir şekilde göstermektedir. Bu bağlamda düğümler çizgede bir nevi bağlantı noktaları olarak işlev görür ve çizgenin matematiksel veya görsel gösteriminde herhangi bir varlığın, konumun veya durumun somut bir temsilini sağlar. Bu somut temsiller, çizge üzerindeki düğümler arasında kurulan kenarlar vasıtasıyla birbirleriyle bağlantılı haldedir ve bu bağlantılar, çizgenin temsil etmeye çalıştığı sistem veya ağın iç yapısındaki ilişkileri, etkileşimleri veya bağlantı yollarını açıkça ortaya koyar. Dolayısıyla düğümler ve bu düğümleri birbirine bağlayan kenarlar, çizge teorisinde incelenen sistemlerin veya ağların anlaşılması ve analiz edilmesi sürecinde merkezi bir rol oynar¹⁴².

Tablo 2.1'de çeşitli ağ yapılarında düğüm ve kenarların nasıl tanımlandığı ve temsil edildiği görülmektedir. Ağ teorisinin temel kavramlarından olan düğüm ve kenarlar, farklı ağ türlerindeki özel elemanlar ve ilişkileri modellemek için kullanılmaktadır. Tablo 2.1'de sunulan örnekler, deniz yolu taşımacılığında beyin yapısına kadar geniş bir yelpazede ağ modellerini

¹⁴² Jia vd., 2023:2

kapsamaktadır. Deniz yolu taşımacılığı ağı, liman ve rıhtımları düğüm olarak kullanırken, bu limanlar arasındaki deniz güzergahlarını kenarlarla temsil eder. Bu model, deniz taşımacılığının karmaşıklığını ve çeşitli lokasyonlar arasındaki bağlantıları açıkça ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, hava yolu taşımacılığı ağı, hava alanlarını düğüm olarak kabul eder ve uçuş bağlantılarını kenarlarla ifade eder. Bu kapsamda hava yolu şebekesinin geniş kapsamını ve farklı destinasyonlar arasındaki uçuş yollarını anlamak için etkili bir yöntemdir. Demir yolu taşımacılığı, istasyonları düğüm olarak, seferleri ise kenar olarak kullanarak, tren hatlarının nasıl planlandığını ve işletildiğini göstermektedir. Sokak planları, kavşakları düğüm ve yolları kenar olarak kullanarak, şehir içi ulaşım ağlarının nasıl yapılandırıldığını açıklar. Beyin ağı, nöronları düğüm ve sinapsları kenar olarak modelleyerek, beyindeki kompleks sinyal iletim mekanizmalarını temsil eder. Karınca kolonisi ağı, kavşakları düğüm ve feromon izlerini kenar olarak kullanarak, karıncaların yiyecek kaynaklarına nasıl ulaştığını ve bu bilgiyi nasıl paylaştığını göstermektedir. Telefon aramaları ağı ise, insanların birbiriyle nasıl iletişim kurduğunu ve sosyal bağlantıların nasıl oluştuğunu modelleyen sosyal bir ağ olarak tanımlanabilir.

Tablo 2.1’de belirtilen çeşitlilik, düğüm ve kenar kavramlarının farklı ağ türlerinde nasıl uyarlandığını göstermektedir. Her bir ağ modeli ilgili ağın temel özelliklerini, dinamiklerini ve etkileşimlerini anlamak için özelleştirilmiş düğüm ve kenar tanımlamaları kullanır. Bu tanımlamalar, ilgili alanlardaki araştırmacıların ve uygulayıcıların ağ yapılarını daha iyi anlamalarını, analiz etmelerini ve optimize etmelerini sağlar. Ağ teorisi, bu nedenle karmaşık sistemlerin anlaşılması ve modellemesi için güçlü bir araçtır ve farklı disiplinlerdeki uygulamalar arasında köprüler kurar.

Tablo 2.1. Çeşitli Ağlarda Yer Alan Düğüm ve Kenar Örnekleri

Ağ	Düğüm	Kenar	Açıklama
Deniz Yolu Taşımacılığı	Limanlar	Taşıma Hatları	Deniz yolu taşımacılığı ağı, deniz taşımacılığındaki farklı lokasyonları (limanlar, rıhtımlar) düğümlerle temsil eden ve bu lokasyonlar arasındaki deniz güzergahlarını kenarlarla birleştiren bir ağ modelidir.
Hava Yolu Taşımacılığı	Hava Alanı	Uçuşlar	Hava yolu taşımacılığı ağı, hava taşımacılığındaki ana noktaları temsil eden düğümler (hava alanları) ve bu noktalar arasındaki uçuş bağlantılarını ifade eden kenarlardan oluşan bir modeldir.
Demir Yolu Taşımacılığı	İstasyonlar	Seferler	İki istasyon arasında planlanmış bir tarife üzerinden çalışan trenler bu ağı oluşturur.

Tablo 2.1. (Devamı)

Ağ	Düğüm	Kenar	Açıklama
Sokak Planları	Kavşaklar	Yollar	Kavşaklar arasında yer alan yol bağlantılarından oluşan ağdır.
Beyin	Nöronlar	Synapses	Nöronların her biri girişlerden (dendritler olarak adlandırılır) ve çıkışlardan (akson olarak adlandırılır) oluştuğu düşünülebilir. Sinapslar, nöronlar arasında elektriksel sinyaller taşırlar.
Karınca Kolonisi	Kavşaklar	Feromon İzleri	Yiyecek kaynaklarını diğer karıncalara bildirmek için karıncalar, diğer karıncalar tarafından alınabilen bir kimyasal olan feromonları üretir. Feromonlar birlikte yolları oluştururlar.
Telefon Aramaları	Numara	Çağrı	Telefon görüşmeleri ağları, genellikle bilgi alışverişi yapan insan çiftlerini yansıtır ve teknik olarak sosyal bir ağdır.

Kaynak: Van Steen, 2010.

2.4.2. Ağın Verisi

Ağ analizi, karmaşık ilişki yapılarını ve etkileşim ağlarını anlamada kritik bir rol oynar. Bu analiz bireyler, nesneler veya kavramlar arasındaki bağlantıları ve etkileşimleri matematiksel ve görsel yöntemlerle inceleyerek yapısal dinamikleri, ağ içindeki önemli aktörleri ve bilgi, kaynak veya hastalık gibi unsurların nasıl yayıldığını anlamamıza yardımcı olur. Ağ verisi, bu analiz sürecinin temelini oluşturur ve ağın nasıl temsil edileceğini belirler. Temel ağ verisi temsilleri arasında komşuluk matrisi, bağlantı listesi ve komşuluk listesi bulunur. Bu temsiller, ağın matematiksel modellemesinde ve görselleştirilmesinde kullanılır. Araştırmacılara ağın yapısını ve etkileşimlerini detaylı bir şekilde inceleme fırsatı sunar.

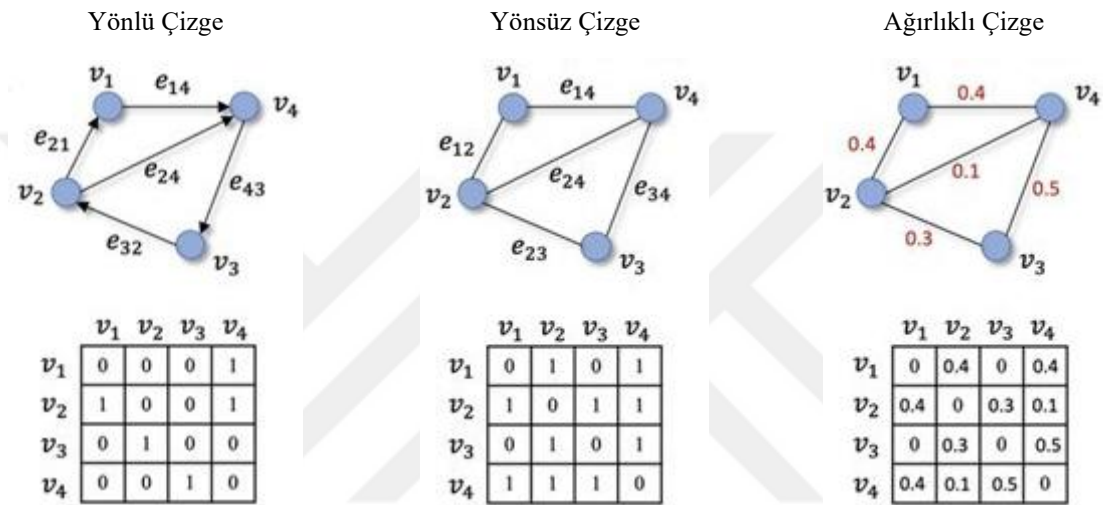
2.4.2.1. Komşuluk Matrisi

Komşuluk matrisi (Adjacency Matrix), graf teorisi ve ağ analizinde, düğümler arasındaki bağlantıların varlığını ve özelliklerini ifade etmek için kullanılan bir matematiksel yapıdır. Bu matris ağın topolojisini, yani düğümler arası ilişkileri ve bağlantıların yapısını temsil eder. Komşuluk matrisi hem yönsüz hem de yönlü grafiklerde kullanılabilir ve ağırlıklı veya ağırlıksız bağlantıları gösterecek şekilde genişletilebilir.

Bir çizgenin $G = (V, E)$ olmak üzere, V düğüm kümesini ve E kenar kümesini temsil ettiğini varsaydığımızda V kümesinde n adet düğüm varsa, bu grafın komşuluk matrisi (A) $n \times n$ boyutlarında bir kare matristir. Matrisin her satırı ve sütunu, grafın düğümlerine

karşılık gelir. Matrisin i satırı ve j sütunundaki değer a_{ij} , i ve j düğümleri arasında bir kenarın varlığını (genellikle 1 ile) veya yokluğunu (0 ile) göstermektedir¹⁴³.

Ağırlıksız bir çizgede komşuluk matrisindeki değerler yalnızca 0 veya 1'dir. $a_{ij} = 1$, i ve j düğümleri arasında bir bağlantının olduğunu; $a_{ij} = 0$, bağlantının olmadığını göstermektedir. Yönsüz çizgelerde komşuluk matrisi simetrik bir yapıdadır çünkü i düğümünden j düğüme olan bağlantı, j düğümünden i düğüme olan bağlantıyla aynı değere sahiptir. Ağırlıklı çizgelerde a_{ij} değeri, i ve j düğümleri arasındaki kenarın ağırlığını (maliyet, uzaklık, kapasite vb.) temsil eder. Bağlantı yoksa $a_{ij} = 0$ değeri alır¹⁴⁴.



Şekil 2.5. Çeşitli Çizgelerin Komşuluk Matrisi Gösterimleri

Kaynak: Xu, 2021:829.

2.4.2.2. Bağlantı Listeleri

Kenar listesi (Edge List) bir ağın veya çizgenin kenarlarını temsil etmek için kullanılan bir veri yapısıdır. Bu yapı ağdaki her bir kenarı genellikle bir kenarın uç noktalarını temsil eden düğüm çiftleri olarak listeler. Bağlantı listesi hem yönsüz hem de yönlü grafiklerde kullanılabilir ve gerektiğinde kenar ağırlıklarını da içerebilir. Temel bir bağlantı listesi her bir kenar için kenarın bir ucu ve diğer ucu olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Yönlü grafiklerde bu uç noktalar arasındaki sıra kenarın yönünü belirtir. İsteğe bağlı olarak her kenara ait bir ağırlık değeri de eklenerek kenarın ağırlığını temsil edebilir¹⁴⁴. Düğüm listesi (Node List) ise graf teorisinde ve ağ analizinde kullanılan başka bir veri yapısıdır. Bu yapı bir ağdaki düğümleri içeren bir listeyi ifade eder. Bir düğümün diğer düğümlerle olan bağlantılarını liste şeklinde

¹⁴³ Mukherjee ve Mukherjee, 2014:58.

¹⁴⁴ Atan, 2022:7.

gösteren bir yapıdır. Bu yapılar aşağıdaki Tabloda 2.2’de yer alan basit bir liste formatında ifade edilebilir¹⁴⁵.

Tablo 2.2. Bağlantı Listeleri Gösterimi

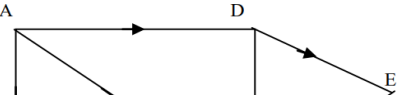
Kenar Listesi	Düğüm Listesi
<i>Kaynak</i> → <i>Hedef</i>	<i>Kaynak</i> → <i>Hedef</i>
<i>Kenar 1: Düğüm A</i> → <i>Düğüm B</i> , <i>Ağırlık</i> = <i>w1</i>	<i>Düğüm A</i> → <i>Düğüm B</i> , <i>Düğüm C</i> , <i>Düğüm E</i>
<i>Kenar 2: Düğüm C</i> → <i>Düğüm D</i> , <i>Ağırlık</i> = <i>w2</i>	<i>Düğüm C</i> → <i>Düğüm A</i> , <i>Düğüm B</i> , <i>Düğüm D</i>
⋮	⋮
<i>Kenar N: Düğüm X</i> → <i>Düğüm Y</i> , <i>Ağırlık</i> = <i>wN</i>	<i>Düğüm N</i> → <i>Düğüm X</i> , <i>Düğüm Y</i> , <i>Düğüm Z</i>

Kaynak: Nourian ve Bai, 2021:22.

2.4.2.3. Komşuluk Listesi

Komşuluk listesi (adjacency list), graf teorisi ve ağ analizi alanlarında kullanılan bir veri yapısıdır ve bir çizgenin veya ağın düğümleri arasındaki ilişkileri temsil etmek için tercih edilen bir tekniktir. Temel olarak her bir düğüm için o düğüme doğrudan bağlı olan diğer düğümlerin bir listesini tutar. Bu yapı hem yönsüz hem de yönlü grafikler için uygundur. Komşuluk listesi yapısı her bir düğüm için bir kaynak- hedef çiftleri koleksiyonu olarak düşünülebilir. Burada “kaynak” grafin her bir düğümünü temsil ederken, “hedefler” ise o kaynak düğüme doğrudan bağlı olan diğer düğümlerin listesidir¹⁴⁶.

Tablo 2.3. Yönlü Bir Çizgenin Komşuluk Listesi Gösterimi

Çizge (G)	Komşuluk Listesi	
	Kaynak	Hedef
	→	
	A	B, C, D
	B	C
	C	
	D	C, E
	E	C

Kaynak: Singh ve Sharma, 2012:180.

2.4.3. Ağ Analizinde Kullanılan Ölçütler

Ağ analizi yaklaşımında önemli ve temel adımların başında söz konusu ağ yapısının görsel olarak ortaya konulması yer almaktadır. Bu sayede okurlar ağın yapısını anlamakta; görsele bakarak bu ağın önemli düğümlerini belirleyebilmekte ve düğümler arasındaki bağlantılar hakkında bilgi sahibi olabilmektedirler. Fakat çok fazla sayıda düğüm ve bu

¹⁴⁵ Nourian ve Bai, 2021:22.

¹⁴⁶ Singh ve Sharma, 2012:180.

düğümlemler arasında yoğun bağlantıya sahip olan karmaşık ağlarda sadece görsele bakarak bu ağın dinamiklerini anlamak mümkün olmayabilir. Bu kapsamda ağın yapısının matematiksel birtakım yöntemlerle incelenmesi daha doğru sonuçlar verebilir. Ağ istatistikleri araştırmacı okurlara ağın genel durumu hakkında bilgi sağlar. Aynı zamanda farklı ağlarla karşılaştırma yapılabilir ve ağın tarihsel değişimi bu yöntemlerle değerlendirilebilir.

2.4.3.1. Yoğunluk

Kompleks ağ analizinde kullanılan temel ölçütlerden biri “yoğunluk” tur. Yoğunluk, bir ağdaki potansiyel maksimum kenar sayısına kıyasla ağın gerçekte ne kadar çok kenara sahip olduğunun bir göstergesidir. Bu bağlamda yoğunluk hesaplaması mevcut bağlantı sayısının ağın potansiyel tüm bağlantı sayısına bölünmesiyle yapılır¹⁴⁷.

Matematiksel olarak ifade edildiğinde yönsüz bir ağın yoğunluğu aşağıdaki şekilde ifade edilir¹⁴⁸:

$$D = \frac{E}{\left(\frac{N(N-1)}{2}\right)} \text{ yada } D = \frac{2E}{N(N-1)} \quad (2.1)$$

Burada E ağdaki kenarların toplam sayısını, N ise düğümlerin toplam sayısını temsil eder. Yönsüz bir ağda her bir kenar iki düğüm arasındaki bağlantıyı temsil eder ve bu kenar her iki yönde de geçerli olduğu için düğümler arasındaki bağlantıyı aslında iki kez temsil eder. Bu Kapmamda potansiyel bağlandığı sayısını ikiye bölmek gerekmektedir. Böylece yoğunluk hesaplaması yapılırken ağın gerçek bağlantı yoğunluğu daha doğru bir şekilde ifade edilmiş olur.

Yönlü bir ağda ise yoğunluğun matematiksel gösterimi aşağıdaki formül ile ifade edilir:

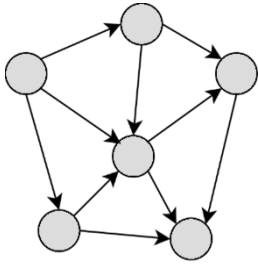
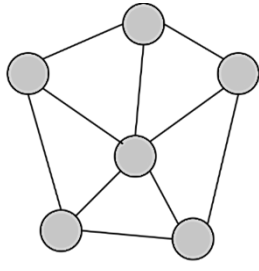
$$D = \frac{E}{N(N-1)} \quad (2.2)$$

Burada E ağdaki kenarların toplam sayısını, N ise düğümlerin toplam sayısını temsil eder.

¹⁴⁷ Gençler, 2017:30.

¹⁴⁸ Codal ve Coşkun, 2016:147.

Tablo 2.4. Yönlü ve Yönsüz Ağların Yoğunluğu

Yönlü Ağ	Yönsüz Ağ
	
Düğüm Sayısı 6, Kenar Sayısı 10, Yoğunluk Değeri:0,33	Düğüm Sayısı 6, Kenar Sayısı 10, Yoğunluk Değeri:0,66

Kaynak: Codal ve Coşkun, 2016:147.

Yoğunluk kavramı ağın bağlantı düzeyinin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Her düğümün diğer tüm düğümlerle doğrudan bağlantılı olduğu tamamen bağlantılı bir ağda yoğunluk 1'e eşittir. Bu durum her mümkün bağlantının gerçekleştiği anlamına gelir ki bu, sosyal ağlarda herkesin birbirini tanıdığı veya ulaşım ağlarında her noktadan her noktaya doğrudan bir yolun olduğu durumları ifade eder. Yoğunluğun düşük olduğu ağlar ise daha az bağlantılıdır; yani düğümler arasında potansiyel bağlantıların sadece küçük bir kısmı gerçekleşmiştir¹⁴⁹.

Yoğunluk değeri, ağın yapısını ve işlevini anlamada önemlidir. Yüksek yoğunluklu ağlar genellikle daha dayanıklıdır çünkü bir düğümün çıkarılması ağı hızla parçalamaz. Ancak, yüksek yoğunluklu ağlar aynı zamanda yayılma veya bulaşıcı etkiler için de daha fazla risk taşır. Çünkü herhangi bir bilgi veya hastalık bu tür ağlarda çok daha hızlı yayılabilir. Öte yandan düşük yoğunluklu ağlar daha az dayanıklı olabilir ama bilgi veya hastalığın yayılması da daha yavaş olur¹⁵⁰.

Yoğunluk ayrıca ağın optimizasyonu için de önemli bir faktördür. Mesela bir şirket kendi iç iletişim ağını değerlendirirken, çok düşük bir yoğunluk iletişimin yetersiz olduğuna işaret edebilir ve bu durum iş birliğinin veya bilgi akışının iyileştirilmesi gerektiğini gösterebilir. Tersine çok yüksek bir yoğunluk gereksiz yere fazla bağlantının olduğunu ve belki de bazı bağlantıların kaldırılarak etkinliğin artırılabilirliğini göstermektedir. Sonuç olarak yoğunluk, ağın yapısal özelliklerini değerlendirme ve çeşitli dinamiklerini anlama açısından kritik bir ölçüttür. Ağ analizinde yoğunluğun hesaplanması ağın mevcut durumunu anlamak ve gelecekteki değişiklikler için stratejiler geliştirmek adına önemli bir adımdır.

¹⁴⁹ Demirgil, 2018:47.

¹⁵⁰ Kadushin, 2012: 29.

2.4.3.2. Ağ Büyüklüğü

Ağın büyüklüğü bir ağ içinde bulunan düğüm sayısı ile ilgili bir kavramdır. Bu ölçüt ağların yapısal karmaşıklığını belirlemede kritik bir rol oynar. Düğümlerin sayısı ağın ne kadar karmaşık olduğunu ve bu karmaşıklığın ağın analiz edilmesi ve yönetilmesi üzerindeki etkilerini doğrudan etkiler. Çok sayıda düğüm içeren ağlar daha karmaşık yapılar oluşturur ve bu durum ağın istenen özelliklerini açığa çıkarmayı zorlaştırabilir. Diğer yandan, düğüm sayısının az olması modellemeye çalışılan sistemin gerçek özelliklerini yansıtmayan yani eksik bir ağ yapısına yol açabilir¹⁵¹.

Bir ağın büyüklüğü $S = n$ formülü ile basitçe ifade edilmektedir. Burada S ağın büyüklüğünü ve n ise ağdaki düğüm sayısını göstermektedir¹⁵².

2.4.3.3. Ağlarda Uzaklıkla İlgili Kavramlar

Ağlarda kullanılan uzaklıkla ilgili kavramlar, ağın topolojik yapısını ve düğümler arası ilişkileri anlamada kritik öneme sahiptir. Ağ analizi ve graf teorisinde, düğümler arası ilişkileri ve ağın yapısal özelliklerini tanımlamak için kullanılan bir dizi temel kavram bulunmaktadır. Bu kavramlar, yürüyüş, patika, döngü, iz, jeodezik uzaklık, dış merkezlilik ve çap gibi farklı türdeki uzaklıklar ve yolları ifade eder. Her biri, ağın topolojik yapısını ve düğümler arası etkileşimleri anlamada özgün bir rol oynar. Bu kavramların detaylı bir incelemesi, matematiksel ifadelerle birlikte aşağıda sunulmuştur.

2.4.3.3.1. Yürüyüş

Yürüyüş (Walk) bir grafın düğümleri ve kenarları üzerinden geçen, başlangıç ve bitiş düğümleri arasındaki bir dizi adımdan oluşur. Yürüyüşler basit yürüyüşlerden çeşitli türlerde döngüler içerebilen rastgele yürüyüşlere kadar çeşitlilik göstermektedir. Yürüyüşler ağın topolojik yapısını ve düğümler arası ilişkileri anlamada temel bir araçtır. Bir yürüyüşün formal tanımı bir başlangıç düğümünden başlayıp ardışık kenarlar üzerinden geçerek bir bitiş düğümünde sonlanan bir düğüm-kenar dizisidir¹⁵³. Matematiksel olarak bir yürüyüş aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$W = v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, e_k, v_k \quad (2.3)$$

¹⁵¹ Hanneman ve Riddle, 2005:103.

¹⁵² Mutlu, 2013:8.

¹⁵³ Izquierdo, L. R. ve Hanneman, R. A. (2006). "Introduction To The Formal Analysis Of Social Networks Using Mathematica". <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/> (erişim tarihi:01.09.2024).

Burada vi düğümleri ve ei kenarları ifade eder. Bu ifade yürüyüş sırasında bir düğümün veya kenarın birden fazla kez ziyaret edilebileceğini belirtir. Bu da yürüyüşleri ağların incelenmesinde esnek bir araç haline getirir¹⁵⁴.

2.4.3.3.2. Patika

Patika (Path) graf teorisinde ve ağ analizinde başlangıç düğümünden başlayıp bitiş düğümünde sonlanan ve her düğümün yalnızca bir kez ziyaret edildiği özel bir yürüyüş türüdür. Patika bir ağ içerisindeki iki nokta arasındaki bağlantıyı gösteren temel bir kavram olup çoğu zaman ağdaki en etkin iletişim yolu olarak kabul edilir¹⁵⁵. Matematiksel olarak bir patika aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$P = v_1, v_2, \dots, v_n \quad (2.4)$$

Burada vi ve $vi + 1$ arasında bir kenar mevcuttur ve $i < n$ için hiçbir vi düğümü tekrarlanmaz. Bir patikanın uzunluğu, genellikle içerdiği kenar sayısı veya bu kenarların ağırlıklarının toplamıyla ölçülür. Ağırlıksız grafiklerde, patikanın uzunluğu basitçe kenar sayısına eşittir; ağırlıklı grafiklerde ise, uzunluk kenar ağırlıklarının toplamıdır.

2.4.3.3.3. Döngü

Döngü (Cycle) graf teorisinde ve ağ analizinde başlangıç ve bitiş noktası aynı olan ve en az bir kenarın birden fazla geçilmeden bir dizi düğümden oluşan kapalı bir yürüyüş türüdür¹⁵⁶. Döngüler bir ağ içindeki tekrar eden veya geri dönen yolları temsil eder ve ağın karmaşıklığı, bağlantınlılığı ve potansiyel geri besleme mekanizmaları hakkında bilgi sağlar. Döngüler kendiliğinden döngüler (self-loop) olarak da bilinen tek düğümlü döngülerden, ağın farklı bölümlerini kapsayan geniş döngülere kadar çeşitlilik göstermektedir¹⁵⁷. Matematiksel olarak bir döngü aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$C = v_1, e_1, v_2, e_2, \dots, v_k, e_k, v_1 \quad (2.5)$$

Burada $v_1 = v_k + 1$ olup, vi düğümleri ve $ei = (vi, vi + 1)$ kenarları temsil eder ve $i < k$ için hiçbir vi düğümü (başlangıç ve bitiş dışında) tekrarlanmaz. Döngünün uzunluğu içerdiği kenar sayısı ile ölçülür ve en az 1'dir. Bir döngüde en az bir kenarın olması gerekir ve bu da en basit döngünün iki düğümlü bir döngü olduğu anlamına gelir; self-looplar bu tanımın dışındadır çünkü tek bir düğüm üzerinden geçerler.

¹⁵⁴ Hanneman ve Riddle, 2005:103.

¹⁵⁵ Wasserman ve Faust, 1994:106.

¹⁵⁶ Giscard ve Wilson, 2018:3.

¹⁵⁷ Zhang ve Deng, 2021:2.

2.4.3.3.4. İz

İz (Trail), graf teorisinde ve ağ analizinde kullanılan bir diğer önemli kavramdır. Başlangıç ve bitiş düğümleri arasında her kenarın en fazla bir kez geçildiği bir dizi düğüm ve kenardan oluşur. İzler patikalardan farklıdır. Çünkü patikalarda her düğüm yalnızca bir kez ziyaret edilirken, izlerde düğümler tekrar edebilir; ancak her kenar benzersizdir ve yalnızca bir kez kullanılabilir. Bu izin ağ üzerindeki farklı düğümleri birden fazla kez ziyaret etmesine izin verdiği ancak her bir kenarı sadece bir kez geçtiği anlamına gelir¹⁵⁸. İzler, ağdaki özgün kenarları takip ederek belirli görevleri gerçekleştirmek veya analizler yapmak için kullanılır. İz (Trail) kavramı matematiksel olarak, bir başlangıç düğümünden v_1 bir bitiş düğümüne v_k kadar, her kenarın yalnızca bir kez geçildiği, ancak düğümlerin birden fazla kez ziyaret edilebileceği bir yol olarak tanımlanır. Matematiksel ifade ile bir iz (I) şu şekilde gösterilir.

$$I = (v_1, e_1, v_2, e_2, \dots, e_k - 1, v_k) \quad (2.6)$$

Burada v_i ve $v_i + 1$ arasındaki her e_i kenarı benzersizdir (yani, her e_i kenarı izde yalnızca bir kez geçilir), ancak v_i düğümleri dizide birden fazla kez tekrar edebilir. Bir izin uzunluğu, içerdiği benzersiz kenarların sayısıyla belirlenir ve bu, $k - 1$ olarak ifade edilir, burada k izdeki düğüm sayısını temsil eder.

2.4.3.3.5. Jeodezik Uzaklık

Jeodezik uzaklık, graf teorisinde iki düğüm arasındaki en kısa yolun uzunluğunu ifade eder ve ağın bağlantılılığı ve etkinliği hakkında temel bilgiler sunar¹⁵⁹. Bu kavram ağırlıksız grafiklerde geçilen kenar sayısına, ağırlıklı grafiklerde ise bu kenarların ağırlıklarının toplamına dayanır¹⁶⁰. Jeodezik uzaklık, $d(u, v)$ ile gösterilen, iki düğüm u ve v arasındaki en kısa patikanın uzunluğudur. Matematiksel olarak, eğer P , u ve v arasındaki bir patika ise ve $w(P)$ bu patikanın uzunluğunu (ağırlıklı grafiklerde kenar ağırlıklarının toplamı, ağırlıksız grafiklerde geçilen kenar sayısı) ifade ederse jeodezik uzaklık şu şekilde tanımlanır.

$$d(u, v) = \min_{P \in P(u, v)} w(P) \quad (2.7)$$

Burada $P(u, v)$, u ve v arasındaki tüm olası patikaların kümesidir.

2.4.3.3.6. Dış Merkezlilik

Dış merkezlilik (Eccentricity), bir ağdaki belirli bir düğümün diğer tüm düğümlere olan jeodezik uzaklıklarının maksimum değeri olarak tanımlanır. Bu kavram bir düğümün ağdaki en uzak noktaya ne kadar “uzak” olduğunu göstermektedir ve ağın yapısını anlamada önemli bir

¹⁵⁸ Wasserman ve Faust, 1994:106.

¹⁵⁹ Knoke ve Yang, 2019:45.

¹⁶⁰ Newman, 2010:60.

ölçüttür¹⁶¹. Dış merkezlilik bir düğümün ağ içindeki konumunu ve erişilebilirliğini değerlendirmede kullanılır ve merkeziyet analizinin temel bir bileşenidir¹⁶². Matematiksel olarak, bir düğüm v 'nin dış merkezliliği $e(v)$, şu şekilde ifade edilir.

$$e(v) = \max_{u \in V} d(v, u) \quad (2.8)$$

Burada $d(v, u)$, v ve u arasındaki jeodezik uzaklığı ve V , grafın düğüm kümesini ifade eder. Başka bir deyişle $e(v)$, düğüm v 'den grafın herhangi bir diğer düğümüne olan en uzun yoldur.

2.4.3.4. Derece Dağılımı

Ağların derece dağılımı, bir ağdaki düğümlerin bağlantı sayılarını temsil eden önemli bir ölçüdür. Bu ölçüm ağ teorisinde ağın genel yapısını ve karmaşıklığını anlamamıza yardımcı olan temel bir rol oynar. Derece dağılımını temsil etmek için genellikle bir oransal dağılım tablosu kullanılır. Eğer $P(d)$, bir düğümün derecesinin d olma oranını ifade ediyorsa, derece dağılımını gösteren matematiksel formül şu şekildedir.

$$P(d) = \frac{N_d}{N} \quad (2.9)$$

Bu formülde yer alan $P(d)$, derecesi d olan bir düğümün oranını; N_d , derecesi d olan düğüm sayısını; N , toplam düğüm sayısını temsil eder¹⁶³. $P(3)$ ifadesi derecesi “3” olan bir düğümün oranını belirtir. Bu oran ağdaki toplam düğüm sayısına bölünerek hesaplanır. Yani N düğümlü bir ağda derecesi “3” olan düğümlerin sayısı N_3 ise, $P(3) = N_3/N$ şeklinde hesaplanır.

Ağların derece dağılımının incelenmesi ağın homojenliği veya heterojenliği hakkında önemli bilgiler sunar. Eğer bir ağda derece dağılımı normal bir dağılımı takip ediyorsa bu ağ genellikle homojen bir yapıya sahiptir; yani çoğu düğüm benzer düzeyde bağlantıya sahiptir. Diğer yandan derece dağılımı güç yasasını takip ediyorsa bu durumda ağda belirgin bir hiyerarşi ve az sayıda düğümün çok sayıda bağlantıya sahip olduğu bir yapı söz konusudur. Derece dağılımı ayrıca ağın direncini ve dayanıklılığını belirlemede de kullanılır. Özellikle güçlü dereceye sahip düğümlerin ağın bütünlüğünü sağlama ve bilgi iletiminde kilit rol oynayabileceği göz önüne alınır.

¹⁶¹ Hage ve Harary, 1995:58.

¹⁶² Akram, 2024:123.

¹⁶³ Gürsakal, 2009:84.

2.4.3.5. Merkezilik Ölçütleri

Merkezilik ölçütleri, bir ağ içindeki düğümlerin önemini değerlendirmek ve bu düğümlerin ağdaki etkileşim düzeyini anlamak için kullanılan temel metriklerdir. Merkezilik ölçütleri ağ analizinde kilit bir rol oynayarak birçok avantaj sağlar. Düğümlerin önemini belirleme konusunda merkezilik ölçütleri, ağ içindeki kilit oyuncularını veya kritik bağlantıları ortaya çıkarmada yardımcı olur¹⁶⁴. Topluluk yapısını anlama noktasında ise, merkezi düğümler genellikle topluluklar arasında köprü görevi görür, bu da topluluk yapısını kavramak ve ağ içindeki etkileşimleri daha iyi anlamak anlamına gelir. İletişim ve bilgi akışını analiz etme konusunda düğüm merkeziliği, bilgi akışında kilit bir rol oynayan yüksek dereceye sahip düğümleri tanımlamada kullanılır. Kritik düğüm ve bağlantıları tanımlama, salgın ve enfeksiyon analizi, ağın optimize edilmesi ve güçlendirilmesi stratejileri gibi bir dizi uygulamada merkezilik ölçütleri, karmaşık ağların yapılarını anlama ve yönetme süreçlerine değerli bir katkıda bulunur¹⁶⁵.

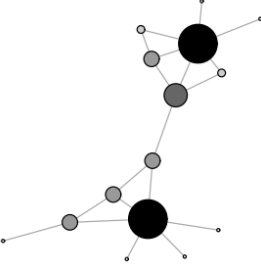
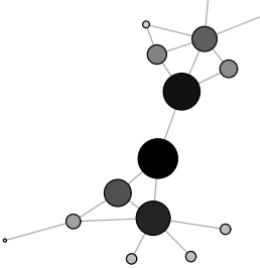
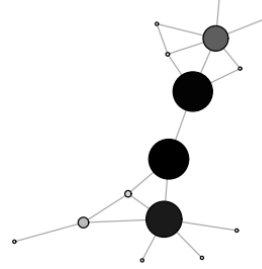
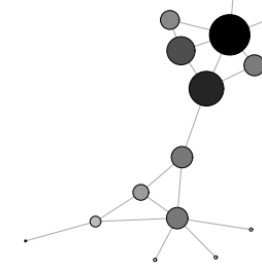
Merkezilik ölçütlerinde literatürde en yoğun olarak kullanılanlar Tablo 2.5'te (derece merkeziliği, yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği ve özvektör merkeziliği) vermiştir. Her bir ölçüt için düğümler, merkezilik değerlerine göre farklı boyutlarda ve renk yoğunluklarında gösterilmiştir. Düğümlerin boyutları ne kadar büyük ve renkleri ne kadar koyu ise o düğümün o merkezilik ölçütüne göre o kadar merkezi olduğu anlamına gelmektedir. Derece merkeziliği bir düğümün kaç tane doğrudan bağlantısı olduğunu ölçer. Yakınlık merkeziliği bir düğümün diğer tüm düğümlere ulaşmak için ne kadar “yakın” olduğunu ölçer. Diğer düğümlere ortalama olarak daha az adımda ulaşabilen düğümler daha merkezi kabul edilir. Arasındalık merkeziliği bir düğümün, ağ üzerindeki diğer iki düğüm arasındaki en kısa yollardan kaç tanesinin üzerinden geçtiğini ölçer. Yüksek arasındalık merkeziliğine sahip bir düğüm, diğer düğümler arasındaki etkileşimlerde önemli bir köprü görevi görür. Özvektör merkeziliği bir düğümün bağlı olduğu diğer düğümlerin merkeziliğini de hesaba katar. Yani sadece çok sayıda bağlantınızın olması değil, aynı zamanda bağlı olduğunuz düğümlerin de önemli olması gerekir¹⁶⁶. Merkezilik ölçütlerinin her biri farklı bir durumu analiz etmek için kullanılmaktadır. Tablo 2.5'te verilmiş olan ve literatürde en fazla kullanılan metrikler ilerleyen kısımda detaylı olarak tanıtılmıştır.

¹⁶⁴ Singh, 2022:2.

¹⁶⁵ Grando, 2016:2.

¹⁶⁶ Rodrigues, 2019:5.

Tablo 2.5. Merkezilik Ölçütlerinin Karşılaştırılması

Derece Merkeziliği	Yakınlık Merkeziliği	Arasındalık Merkeziliği	Özvektör Merkeziliği
			

Kaynak: Rodrigues, 2019:5.

2.4.3.5.1. Derece Merkeziliği

Derece merkeziliği (Degree centrality) kavramı graf teorisinde düğümlerin bağlantılarına odaklanarak ağda yer alan düğümlerin önemi açıklamayı amaçlamaktadır. Her düğümün derecesi o düğüme bağlı olan kenar sayısının bir göstergesidir. Derece merkeziliği bu kapsamda her düğümün graf içinde belirli bir sıralamaya göre daha fazla veya daha az bağlantıya sahip olduğu ifade etmektedir. Bu sayede söz konusu metrik her bir düğümün ağ içindeki önemini ve bağlantı gücünü belirlemede bize bir tür hiyerarşik düzen sağlar¹⁶⁷.

Derece merkeziliği bir ağın belirli bir düğümünün diğerleriyle olan bağlantı gücünü ve önemini gösterdiğinden yüksek dereceye sahip düğümler genellikle ağ içinde daha merkezi bir rol oynar; çünkü daha fazla bağlantıya sahiptirler. Bu durumda söz konusu düğümler bilgi akışını kolaylaştırabilir, iletişimi güçlendirebilir ve ağın bütünlüğünü artırabilir. Derece merkeziliği aynı zamanda ağın direncini değerlendirmek için de kullanılabilir. Yüksek dereceli düğümlerin çıkartılması veya etkisiz hale getirilmesi ağın yapısını olumsuz etkileyebilir. Bu durumun sebebi ise yüksek dereceye sahip bu düğümlerin genellikle ağın bütünlüğünü sağlayan önemli bağlantılara sahip olmasıdır.

Yönsüz ağlarda derece merkeziliği, bir düğümün sahip olduğu bağlantı sayısını temsil eder ve genellikle bu düğüme bağlı olan kenarların toplam sayısını ifade eder. Eğer bir düğüm i 'nin derecesini $deg(i)$ olarak adlandırılırsa, bu değeri hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır¹⁶⁸.

$$deg(i) = | \{j: \{i, j\} \in E\} | \quad (2.10)$$

¹⁶⁷ Moore, 2012:2.

¹⁶⁸ Singh, 2022:3.

Bu formülde $\{i, j\}$ ifadesi, kenar i ile j düğümleri arasındaki bağlantıyı göstermektedir. Yönsüz ağ yapılarında derece merkeziliğini normalize etmek amacıyla toplam düğüm sayısı n ile bölme işlemi yapılır. Bu durumda, bir düğümün derece merkeziliği şu şekilde ifade edilir.

$$C_{undirected}(i) = \frac{deg(i)}{n - 1} \quad (2.11)$$

Bu formülde, $C_{undirected}(i)$ yönsüz derece merkeziliğini, $deg(i)$ düğümün derecesini ve n düğüm sayısını temsil eder.

Yönlü bir ağda derece merkeziliği, düğümler arasındaki bağlantıların yönünü de dikkate almaktadır. Bu bağlamda giden derece merkeziliği (Out-Degree centrality) ve gelen derece merkeziliği (In-Degree centrality) olmak üzere iki önemli kavram ortaya çıkmaktadır. Giden derece merkeziliği bir düğümden diğer düğümlere doğru olan bağlantılarını ifade eder. Bir düğüm i 'nin giden derecesi $out_{deg(i)}$, yani diğer düğümlere yönlendirdiği giden bağlantı sayısı, şu şekilde hesaplanır¹⁶⁹.

$$out_{deg(i)} = |\{j: \{i, j\} \in E\}| \quad (2.12)$$

Giden derece merkeziliğini genellikle normalize etmek amacıyla toplam düğüm sayısı n ile bölme işlemi yapılır.

$$C_{out}(i) = \frac{out_{deg(i)}}{n - 1} \quad (2.13)$$

Gelen derece merkeziliği bir düğüme gelen bağlantıları ifade eder. Bir düğüm i 'nin gelen derecesi $in_{deg(i)}$, yani diğer düğümlerden aldığı gelen bağlantı sayısı şu şekilde hesaplanır.

$$in_{deg(i)} = |\{j: \{j, i\} \in E\}| \quad (2.14)$$

Gelen derece merkeziliğini genellikle normalize etmek amacıyla toplam düğüm sayısı n ile bölme işlemi yapılır ve aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplama yapılır.

$$C_{in}(i) = \frac{in_{deg(i)}}{n - 1} \quad (2.15)$$

2.4.3.5.2. Yakınlık Merkeziliği

Yakınlık merkeziliği (Closeness centrality) bir düğümün ağ içinde diğer düğümlerle ne kadar yakın ilişkide olduğunu ölçen bir merkezilik metriğidir. Bu metrik bir düğümün diğer düğümlere olan ortalama en kısa yol uzunluğunu temsil eder. Daha yakın ilişkilere sahip olan düğümler genellikle ağ içinde daha merkezi bir konumda yer alır ve bu durum bilgi akışı, iletişim veya etkileşim açısından önemli olabilir¹⁷⁰.

¹⁶⁹ Pavlopoulos vd., 2011:10.

¹⁷⁰ Zhang ve Luo, 2017:301.

Yakınlık merkeziliği bir düğümün ağ içindeki konumunu değerlendirmek ve ağdaki diğer düğümlere olan ulaşılabilirliğini anlamak için kullanılır. Bu metrik bilgi transferi, haberleşme veya acil durum durumlarında hızlı tepki verme gibi birçok alanda bize önemli bulgular sunabilir. Düğümlerin birbirine ne kadar yakın olduğunu ölçmek ağın genel verimliliğini ve direncini anlamamıza yardımcı olabilir. Ayrıca yakınlık merkeziliği ağın yapısındaki kilit oyuncularını belirlemede ve bu oyuncuların etkileşim açısından kritik öneme sahip olup olmadığını değerlendirmede önemli bir araçtır¹⁷¹. Yakınlık merkeziliği birçok farklı alanda geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Sosyal ağ analizi, ulaşım planlaması, iletişim ağları ve biyoloji gibi alanlarda kullanılarak ağ yapısındaki önemli düğümleri belirleme ve ağın sağlamlığını değerlendirme amacını taşır. Bir hastalığın yayılması durumunda, yakınlık merkeziliği, enfekte olma potansiyeli yüksek olan düğümleri belirlemede kullanılabilir.

Yakınlık merkeziliği matematiksel olarak, bir düğümün diğer düğümlere olan ortalama en kısa yol uzaklıklarının tersini alarak hesaplanır. Bir düğümün v yakınlık merkeziliği şu formülle ifade edilir¹⁷².

$$C(v) = \frac{n - 1}{\sum_{u \neq v} d(u, v)} \quad (2.16)$$

Burada $d(u, v)$, u ile v arasındaki en kısa yol uzunluğunu temsil eder. Bu formülde yer alan $n - 1$ terimi ise sonucu normalize etmek için kullanılır.

2.4.3.5.3. Arasındalık Merkeziliği

Arasındalık merkeziliği (Betweenness centrality) bir düğümün bir ağ içindeki iletişim ve bilgi akışında ne kadar kritik bir rol oynadığını belirlemeye yönelik önemli bir graf teorisi kavramıdır. Bu merkezilik ölçütü bir düğümün diğer düğümler arasındaki en kısa yollar üzerindeki geçişleri etkin bir şekilde kontrol etme kabiliyetini değerlendirir. Yüksek arasındalık merkeziliğine sahip bir düğüm, ağın yapısındaki kilit geçiş noktalarından birini temsil eder ve bu nedenle iletişim, bilgi transferi ve etkileşim açısından kritik bir konumda bulunur¹⁷³.

Ağın sağlamlığını, direncini ve verimliliğini anlamak ve geliştirmek için arasındalık merkeziliği analizleri ağın güçlü ve zayıf yönlerini belirlemede önemli bir araçtır. Bu merkezilik ölçütü ağ teorisinin temel taşlarından biri olarak karmaşık ağ yapılarını anlama ve optimize etme çabalarında önemli bir rol oynamaktadır. Arasındalık merkeziliğinin yüksek olduğu düğümler ağ içindeki çeşitli bölgeler arasında köprü görevi görerek iletişimi

¹⁷¹ Tunçay vd., 2015:83.

¹⁷² Wang vd., 2011:714.

¹⁷³ Singh, 2022:4.

kolaylaştırır¹⁷⁴. Özellikle bu düğümlerin kapatılması veya etkisiz hale getirilmesi ağ üzerindeki etkileşimi ve bilgi akışını ciddi şekilde engelleyebilir. Bu nedenle arasındalık merkeziliği sosyal ağlar, ulaşım sistemleri ve bilgi ağları gibi farklı alanlarda kullanılır¹⁷⁵.

Matematiksel olarak düğüm v 'nin arasındalık merkeziliği şu formülle ifade edilir¹⁷⁶.

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (2.17)$$

Burada, σ_{st} s ile t arasındaki en kısa yol sayısını, $\sigma_{st}(v)$ ise bu yolların içinde v 'nin bulunduğu yol sayısını ifade eder.

2.4.3.5.4. Özvektör Merkeziliği

Özvektör merkeziliği, graf teorisinde bir düğümün (veya düğüm kümesinin) önemini belirlemek için kullanılan bir ölçüdür. Bu ölçüm bir düğümün ağ içindeki etkileşim düzeyini nicelendirmek amacıyla tasarlanmış olup bir düğümün kendi merkeziliği ile çevresindeki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarını göz önünde bulundurur. Başka bir ifade ile bir düğümün çevresindeki diğer önemli düğümlere daha fazla bağlantısı olduğunda özvektör merkeziliği daha yüksek olur¹⁷⁷. Bu durum ağ içindeki bilgi yayılımı, etkileşim ve kontrol noktalarının belirlenmesinde önemli bir rol oynar.

Özvektör merkeziliği sosyal ağlar, internet ağları, iletişim ağları gibi birçok alanda kullanılır. Bu ölçüm bir ağın yapısal özelliklerini anlamak ve önemli düğümleri tanımlamak için güçlü bir araç sağlar. Özellikle bilgi yayılımı haberleşme ve etkileşim açısından kritik düğümleri belirlemek, kaynak tahsisi ve ağ optimizasyonu gibi uygulamalarda özvektör merkeziliği oldukça önemlidir. Bu nedenle özvektör merkeziliği karmaşık ağ yapılarını anlamak ve optimize etmek için kullanılan etkili bir analitik araçtır.

Matematiksel olarak özvektör merkeziliği $\sigma_E(i)$ şu şekilde ifade edilebilir¹⁷⁸.

$$\sigma_E(i) = \frac{1}{\lambda_{\max}(A)} \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot v_{ij} \quad (2.18)$$

Formülde yer alan $\lambda_{\max}(A)$: A matrisinin en büyük özdeğerini, a_{ij} : j ile i düğümleri arasında bağlantı olup olmadığını ifade eden A matrisinin elemanını, v_j : j düğümünün özvektördeki karşılık gelen merkezilik değerini göstermektedir.

¹⁷⁴ Brandes, 2001:166.

¹⁷⁵ Prountzos ve Pingali, 2013:35.

¹⁷⁶ Freeman, 1977.

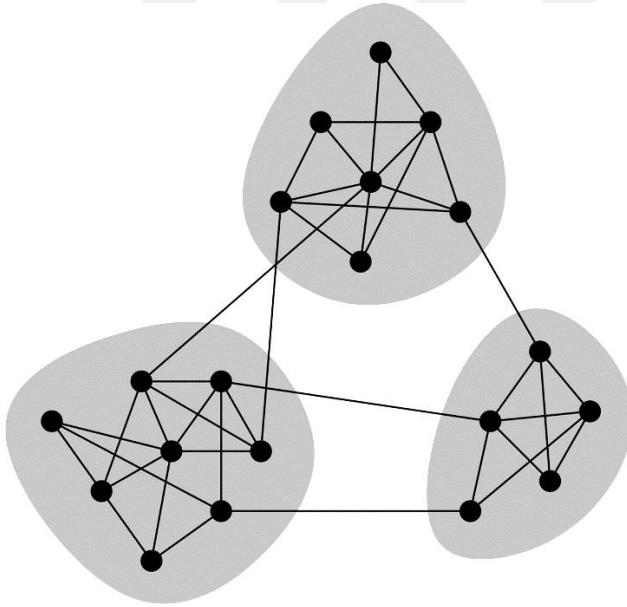
¹⁷⁷ Soh vd., 2010:5860.

¹⁷⁸ Soyuyiğit, 2015:40.

2.4.4. Ağlarda Topluluk Yapıları

Kompleks sistemlerdeki birçok etkileşim ve bağlantı, özellikle de bu etkileşimlerin yapısal ve işlevsel alt gruplar oluşturduğu durumlar araştırmacılar tarafında ilgi odağı olmuştur. Bu alt gruplar genellikle benzer özellikleri paylaşan veya yoğun bir şekilde birbiriyle bağlantılı olan öğelerden oluşur ve sistemin genel davranışı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu kapsamda belirli bir sistem içerisindeki bu alt grupların tanımlanması, analizi ve anlaşılması, kompleks ağ analizi araştırmaların temel amaçlarından biridir. Bu bağlamda ele alındığında, “ağlarda topluluk” kavramı ağ teorisinin temel bir unsuru olarak öne çıkar. Bu terim genellikle birbirleriyle sık ve yoğun bağlantılar kurarak belirgin alt gruplar oluşturan öğeleri ifade eder¹⁷⁹.

Şekil 2.6’da örnek bir ağ yapısını temsil eden bir graf görünmektedir. Siyah noktalar ağın düğümlerini temsil ederken, aralarındaki çizgiler bu düğümler arasındaki bağlantıları göstermektedir. Gri renkli alanlar ise ağ içinde yoğun bir şekilde birbirleriyle bağlantılı düğüm gruplarını temsil eden topluluk yapılarını göstermektedir. Görselde üç farklı topluluk yapısının olduğu ve her topluluk kendi içinde daha yoğun bağlantılara sahip olduğu görülmektedir. Ancak bu topluluklar birbirleriyle de birkaç kenar aracılığıyla bağlantılı durumdadır. Bu da ağın bir bütün olarak birbirine bağlı olduğunu ve farklı topluluklar arasında da etkileşim olabileceğini göstermektedir¹⁸⁰.



Şekil 2.6. Ağlarda Topluluk Yapıları

Kaynak: Newman, 2006:8576.

Ağlardaki toplulukların önemi hem teorik hem de uygulamalı perspektiflerden oldukça geniştir. Teorik olarak, topluluklar ağın yapısını ve dinamiklerini anlamada temel yapı taşları

¹⁷⁹ Chen vd.2018:1.

¹⁸⁰ Newman, 2006:8576.

olarak işlev görürler. Uygulamalı açıdan ise bu toplulukların varlığı ve özellikleri, sistemlerin nasıl optimize edileceği ve yönetileceği konusunda kritik önem taşır.

Topluluklar, bir ağdaki düğümlerin nasıl gruplandığını ve bu grupların ağın genel işleyişi üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sosyal ağlarda topluluklar ortak ilgi alanları veya sosyal çevreler aracılığıyla bağlantılı olan birey gruplarını temsil edebilir. Bu toplulukların belirlenmesi, pazarlama stratejilerinin hedeflenmesi, sosyal hareketlerin yayılımının anlaşılması ve sosyal dayanışma mekanizmalarının incelenmesinde büyük önem taşır¹⁸¹. Biyoenformatikte, protein-protein etkileşim ağlarında toplulukların tanımlanması, biyolojik süreçlerin ve hastalıkların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir. Benzer şekilde çalışan veya etkileşim içinde olan protein grupları, belirli bir hastalıkla ilişkili yolları veya potansiyel ilaç hedeflerini ortaya çıkarabilir¹⁸². Teknoloji ve iletişim ağlarında toplulukların tanımlanması internet trafiğinin daha verimli yönetilmesine, ağın güvenliğinin artırılmasına ve kaynak dağılımının optimize edilmesine olanak tanır. İnternet üzerindeki veri akışını etkileyen anahtar düğümleri ve bağlantıları tanımlamak, veri merkezlerinin ve sunucuların daha etkili bir şekilde konumlandırılmasını sağlayabilir¹⁸³.

Ağlarda toplulukları tespit etme süreci, çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemler arasında modülerlik bazlı yaklaşımlar, kenar arası yoğunluğu analiz eden algoritmalar ve benzerlik matrisleri üzerinde çalışan kümeleme teknikleri bulunur¹⁸⁴. Topluluk belirlemeye yönelik olarak kullanılan bazı yöntemler şunlardır¹⁸⁵:

- ✓ Graf bölme: Graf bölme, bir ağı belirli kriterlere göre alt gruplara ayırarak toplulukları tespit etmeye yönelik bir yöntemdir. Kullanılan kriterlere bağlı olarak benzer düğümler aynı alt grupta yer alır ve bu alt gruplar ağdaki toplulukları temsil eder.
- ✓ Hiyerarşik kümeleme: Hiyerarşik kümeleme, ağı bir ağaç yapısında gruplara bölmeye çalışan bir yöntemdir. Bu yöntemde düşük seviyedeki küçük gruplardan başlanarak ağaç yapı oluşturulur ve gruplar hiyerarşik olarak birleştirilir veya bölünür. Bu şekilde topluluk yapısı daha geniş bir perspektiften gözlemlenebilir.
- ✓ Bölümsel kümeleme (Partitional clustering): Bölümsel kümeleme, ağı belirli bir sayıda bölüme ayırmayı hedefler. K-Means ve K-Medoids gibi algoritmalar kullanılarak benzer özelliklere sahip düğümler bir araya getirilir.

¹⁸¹ Raghavan vd., 2007:1.

¹⁸² Jonsson ve Bates, 2006.

¹⁸³ Fortunato, 2010:82.

¹⁸⁴ Chen vd.2018:2.

¹⁸⁵ Fortunato, 2010.

- ✓ Spektral kümeleme: Spektral kümeleme, düğümleri birbirleriyle olan benzerlikleri temelinde gruplara ayırmayı amaçlar. Graf Laplace matrisi ve özvektör analizi kullanılarak düğümlerin benzerlikleri ölçülür ve bu bilgiler kullanılarak topluluklar tespit edilir.
- ✓ Bölücü algoritmalar: Bölücü algoritmalar, ağı alt gruplara bölme üzerine odaklanan algoritmaları ifade eder. Girvan ve Newman algoritması gibi yöntemler ağdaki bağlantıları analiz ederek toplulukları tespit eder.
- ✓ Modülerlik temelli yöntemler: Modülerlik, ağın topluluk yapısını ölçen bir metriktir. Modülerlik tabanlı yöntemler, modülerlik skorunu optimize ederek toplulukları belirlemeye çalışır. Greedy tekniği, benzetimli tavlama, extremal optimization gibi yöntemler kullanılabilir.
- ✓ Spektral algoritmalar: Spektral algoritmalar, ağı özvektör analizi veya graf Laplace matrisi üzerinden inceleyerek toplulukları tespit etmeye yönelik yöntemleri içerir. Genellikle lineer cebir yöntemleri kullanılır.
- ✓ Dinamik algoritmalar: Dinamik algoritmalar, ağın zaman içindeki değişimlerini göz önüne alarak toplulukları belirlemek için kullanılır. Rastgele yürüyüş, senkronizasyon gibi yöntemler dinamik süreçlere dayanır.
- ✓ İstatistiksel çıkarıma dayalı yöntemler: İstatistiksel çıkarıma, verilerin istatistiksel özelliklerini kullanarak toplulukları belirleme yöntemlerini ifade eder. Generative modeller, blok modelleme bu kategoriye örnek olarak verilebilir.

2.5. Ağ Oluşum Modelleri

Ağların çeşitliliği, onları inceleyen bilim insanlarını çeşitli ağ türlerini tanımlamaya ve sınıflandırmaya yönlendirmiştir. Bu türler, ağların topolojik özelliklerine, düğümler arasındaki bağlantıların doğasına ve ağın genel yapısına göre belirlenir. Ağ türlerinin sınıflandırılması farklı ağların nasıl oluşturulduğunu, nasıl işlediğini ve çeşitli dış etkilere nasıl tepki verdiğini anlamada büyük bir öneme sahiptir. Sosyal ağlar, biyolojik ağlar ve internet gibi ağlar yapı ve işlev bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar, ağ teorisi ve onun uygulamaları hakkındaki anlayışımızı derinleştirmek için önemli fırsatlar sunar¹⁸⁶. Bazı ağlar ölçekten bağımsız özellikler gösterirken, diğerleri küçük dünya özelliği gösterebilir. Bu özellikler ağların karmaşıklığı ve etkinliği üzerinde önemli etkilere sahiptir ve bu yüzden ağ teorisi çok disiplinli bir araştırma alanı haline gelmiştir. İşlenen bilgi, enerji transferi veya sosyal etkileşimler gibi farklı bağlamlarda, ağların nasıl davrandığını ve nasıl optimize

¹⁸⁶ Barabási, 2016.

edilebileceğini anlamak, teknolojik inovasyonlar ve sosyal politikalar için önemli sonuçlar doğurabilir¹⁸⁷.

2.5.1. Tek Modlu ve İki Modlu Ağ Modelleri

Tek modlu ağlar, düğümlerinin hepsinin aynı türden olduğu ve bu düğümler arasındaki bağlantıların tek bir bağlam veya kategori içinde tanımlandığı ağlardır¹⁸⁸. Bu ağlar, özellikle homojen yapıları nedeniyle belli bir türdeki öğeler arasındaki ilişkileri incelemek için idealdir. Sosyal ağ analizinde bireyler arasındaki arkadaşlık bağları veya iş birliği ağları tek modlu ağ örnekleridir. Bu tür ağlar düğümler arası ilişkilerin yoğunluğu, merkezilik, gruplaşma katsayısı gibi çeşitli ağ metrikleri kullanılarak analiz edilebilir¹⁸⁹. Tek modlu ağlarda analiz edilen önemli bir özellik ağın bağlantı yapısının nasıl organize olduğudur. Bu yapı ağın etkinliği, dayanıklılığı ve yayılım dinamikleri üzerinde önemli etkileri olabilir. Bir bireyin sosyal ağ içindeki konumu onun bilgiye erişimini ve sosyal etkisini belirleyebilir¹⁹⁰.

İki modlu ağlar, iki farklı türdeki düğüm kümesini içeren ve yalnızca bu farklı türler arasında bağlantıların kurulduğu ağlardır. İki modlu ağlar, genellikle farklı türdeki öğeler arasındaki etkileşimleri modellemek için kullanılır¹⁹¹. Tipik bir örnek, insanların katıldığı etkinlikleri modelleyen ağlardır; burada bir tür düğüm insanları temsil ederken diğer tür düğüm ise etkinlikleri temsil eder. Bu tür ağlar hangi bireylerin hangi etkinliklere katıldığını göstererek sosyal yapıları ve topluluk içindeki ilişkileri anlamamıza yardımcı olur¹⁹².

Tablo 2.6'da sol tarafta görülen diyagram tek modlu bir ağ grafıdır. Bu ağ varsayımsal bir üniversite sınıfında 15 kişi arasındaki arkadaşlık ilişkilerini göstermektedir. Düğümler bireyleri temsil ederken, kenarlar ise arkadaşlıkları ifade etmektedir. Tablo 2.6'da sağ tarafta görülen diyagram iki modlu bir ağ grafıdır. Bu ağ iki farklı düğüm kümesi arasındaki bağlantıları göstermektedir. İlk küme bireyleri temsil eden ve 1'den 15'e kadar numaralarla etiketlenmiş düğümlerden oluşmaktadır. İkinci küme ise sosyal etkinlikleri temsil eden E1, E2 ve E3 ile etiketlenmiş düğümlerden oluşmaktadır. Kenarlar bu ağda katılımı göstermektedir. Tablo 2.6'da görülen birey 1 ile etkinlik E1'i bağlayan bir çizgi, birey 1'in etkinlik E1'e katıldığını göstermektedir.

¹⁸⁷ Watts ve Strogatz, 1998:410.

¹⁸⁸ Borgatti vd., 2013:56.

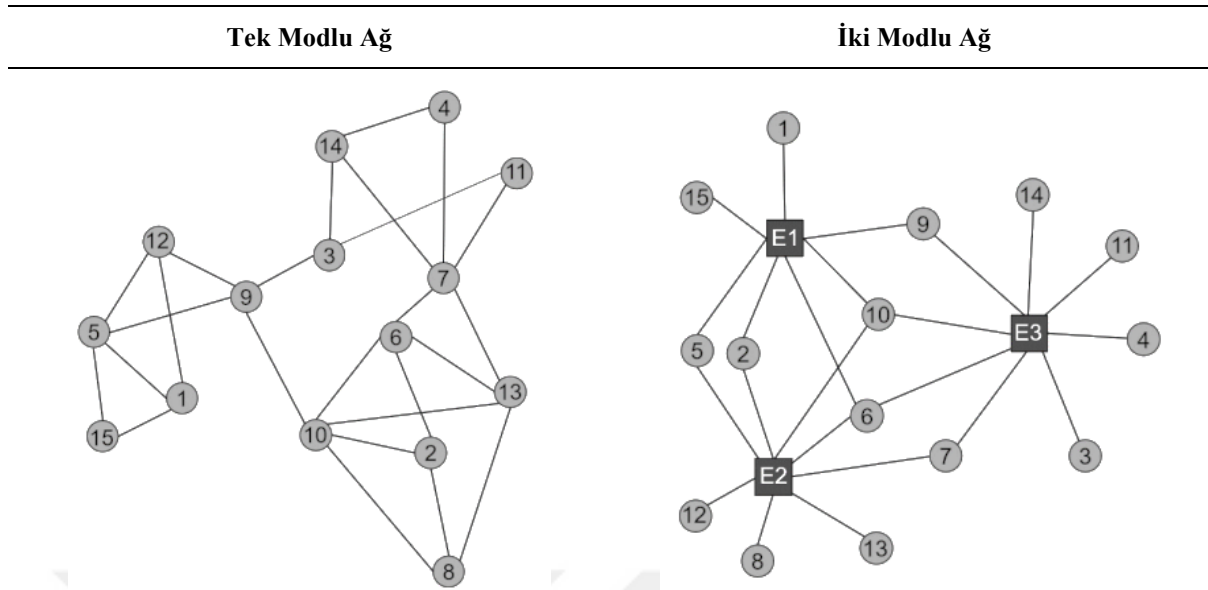
¹⁸⁹ Opsahl, 2013:159.

¹⁹⁰ Gürsakal, 2009:130.

¹⁹¹ Tüzüntürk, 2019:42.

¹⁹² Wasserman ve Faust, 1994: 35.

Tablo 2.6. Tek Modlu ve İki Modlu Ağ



Kaynak: Yano vd., 2021:6.

İki modlu ve tek modlu ağlar, ağ teorisinin ve karmaşık sistemlerin analizinde temel kavramlardır. Her iki ağ türü de gerçek dünya sistemlerinin modellemesinde ve anlaşılmasında avantajlar sunar. Bu ağlar üzerinde yapılan çalışmalar, sosyal bilimlerden biyoloji ve teknolojiye kadar geniş bir yelpazede uygulamalara sahiptir.

2.5.2. Rassal Ağ Modeli

Rassal ağlar, çizge teorisi içinde özel bir ilgi alanını temsil etmektedir. Bu tür ağlar gerçek dünya ağlarının birçok özelliğini modellemede kullanılabilmektedir. Rassal ağlar, düğümlerin ve aralarındaki kenarların rastgele oluştuğu ağlardır. Bu tür ağlar, Erdős-Rényi modeli gibi erken modellerle tanımlanmıştır. Erdős ve Rényi tarafından ortaya konulan bu modelde her iki düğüm arasında bağımsız ve sabit bir olasılıkla bir kenarın var olup olmadığı belirlenir. Bu basit model ağ teorisinde rassallığın nasıl modelleyebileceği ve analiz edilebileceği konusunda temel bir çerçeve sunmuştur¹⁹³.

Gerçek dünya ağlarını inceleyen bilim insanları, Erdős-Rényi modelinin bazı sınırlılıkları olduğunu keşfetmişlerdir. Özellikle, birçok gerçek dünya ağı yüksek düzeyde kümelenme ve kısa ortalama yol uzunlukları gibi özelliklere sahiptir. Erdős-Rényi modeliyle bu durum tam olarak açıklanamamaktadır¹⁹⁴. Bu gözlemlere yanıt olarak Barabási ve Albert “scale-free” ağ modelini tanıtmışlardır. Bu model düğümlerin birbirine bağlanma olasılığının düğümün var olan bağ sayısına bağlı olduğu bir mekanizma olan tercihli bağlanma üzerine

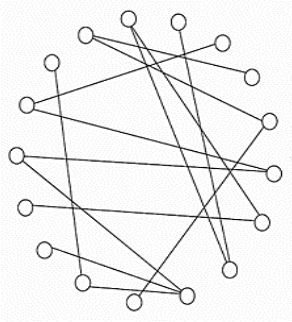
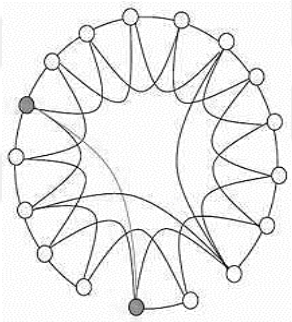
¹⁹³ Erdős ve Rényi, 1959.

¹⁹⁴ Barabási, 2014:4.

kuruludur. Bu durum ağda bazı düğümlerin çok yüksek derecede bağlantıya sahip olmasına yol açar ve bu da gerçek dünya ağlarında gözlemlenen güç yasası dağılımını açıklar¹⁹⁵.

Tablo 2.7’de ağ modellerinin farklı tipleri gösterilmektedir. En soldaki ağ, Erdős ve Rényi modeline dayanan bir rassal ağ modelini temsil etmektedir. Bu ağda düğümler arasındaki bağlantılar belirli bir olasılıkla rastgele oluşturulur. Ortadaki ağ ise, yüksek kümelenme katsayısına ve kısa ortalama patika uzunluğuna sahip Watts ve Strogatz’ın küçük dünya ağı modelini temsil etmektedir. Bu model, yerel düğüm kümelenmeleri ve düşük dünya çapında ortalama mesafe özelliklerini birleştirir. Sağdaki ağ ise Barabási ve Albert tarafından önerilen ölçekten bağımsız ağ modelini temsil etmektedir ve güç yasası derece dağılımına sahip olduğunu yansıtır. Bu da bazı düğümlerin diğerlerine kıyasla çok daha fazla bağlantıya sahip olduğu anlamına gelir.

Tablo 2.7. Ağ Oluşum Modelleri

Rassal Ağ Modeli	Küçük Dünya Ağ Modeli	Ölçekten Bağımsız Ağ Modeli
		

Kaynak: Bartosiak vd., 2011:2.

Rassal ağ modellerinin uygulaması, epidemiyoloji, internet ağları, sosyal ağlar ve ekoloji gibi geniş bir yelpazedeki alanlarda görülebilir. Hastalık yayılımını modellemek için rassal ağlar kullanılabilir. Bu modeller, hastalığın nasıl ve ne hızda yayılabileceğini tahmin etmede önemli araçlardır. Benzer şekilde, internetin topolojisini ve sosyal ağların yapısını anlamada rassal ağ modellerinden faydalanılmaktadır. Bu geniş uygulama alanı, rassal ağ teorisinin sadece teorik bir merak konusu olmadığını, aynı zamanda pratik problemleri çözmede de kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir¹⁹⁶.

2.5.3. Küçük Dünya Ağ Modeli

Küçük dünya fenomeni bireylerin tanıdık zincirleri aracılığıyla birbirlerine bağlandığı durumları açıklamaktadır. Milgram’ın ortaya attığı bu fenomeni nicel olarak ilk kez tanımlaması

¹⁹⁵ Barabási ve Albert, 1999.

¹⁹⁶ Newman, 2006:3.

ve tanıdık zincirlerinin varlığını ve hızını ortaya koyan deneyleri, sosyal ağ yapısının anlaşılmasında dönüm noktası olmuştur. İki kişi arasında aslında sanılanın aksine kısa mesafenin olduğu ve bu mesafenin sosyal bağlantılar aracılığıyla kapatılabildiği gözlemlenmiştir. Daha sonraki yıllarda Watts ve Strogatz (1998) tarafından geliştirilen küçük dünya ağı modeli, Milgram'ın (1967) küçük dünya deneylerinden esinlenmiştir. Yapılan deneyler toplumdaki bireylerin sadece kişisel ağları üzerinden mektupları hızla hedefe ulaştırabileceklerini göstermiştir¹⁹⁷. Watts ve Strogatz'ın keşfi ağın çapını önemli derecede azaltan, az sayıda uzun menzilli bağlantıların eklendiği ağ yapısına “küçük dünya” adını vermişlerdir. Bu ağ yapısı hem yüksek kümelenme özelliğini korurken hem de ortalama en kısa yol uzunluğunu küçültmüştür¹⁹⁸.

Tablo 2.7’de ortada Watts ve Strogatz tarafından geliştirilen Küçük Dünya Ağları modelinin bir temsili görülmektedir. Görseldeki ağ düzenli bir lokal yapıyla başlayıp düğümler arasında eklenen rastgele kısayollar ile bu küçük dünya özelliğini kazanmıştır. Bu kısayollar düğümler arasındaki uzun mesafeleri kısaltarak, ağın herhangi iki noktası arasında sadece birkaç adımın yeterli olabileceği bir yapı oluşturur. Bu özellik, ağın tümünün etkin bir şekilde iletişim kurmasını sağlar ve sosyal ağlar, sinir sistemleri ve diğer birçok kompleks ağ sistemi için önemli teorik ve pratik sonuçlar doğurur. Watts ve Strogatz'ın bu modeli, sosyal dünyanın 'herkesin herkesi tanıdığı' kavramını matematiksel olarak modelleme girişimi olarak kabul edilir ve gerçek dünya ağlarının anlaşılması için önemli bir adımı temsil eder¹⁹⁹.

2.5.4. Ölçekten Bağımsız Ağ Modeli

Ölçekten bağımsız ağlar sosyal yapıların, bilgi teknolojilerinin ve biyolojik sistemlerin temelini oluşturan karmaşık ağlar içinde kritik bir yere sahiptir. Bu ağların en belirgin özelliği düğümlerin derece dağılımlarının kuvvet yasası ile ifade edilebilmesidir. Başka bir ifade ile birkaç düğüm çok sayıda bağlantıya sahipken çoğu düğüm birkaç bağlantıyla sınırlıdır. Bu model ağların geniş bir derece aralığına sahip olmalarını ve kendi içinde tekrar eden yapıları anlamada önemli bir araçtır; çünkü dağılımları belirli bir ölçekle sınırlı değildir²⁰⁰.

Barabási ve Albert'in öncül ettiği model, ağların dinamik yapısını ve sürekli yeni düğümlerin eklenmesi ile genişlemesini, mevcut düğümlere tercihli bir şekilde bağlanan yeni düğümlerin varlığını tanımlar. Bu, sosyal ağlarda popüler bireylerle, bilimsel yayınlarda sıkça atıf yapılan makalelerle ya da internet üzerinde çok link alabilen web sayfalarıyla bağlantı

¹⁹⁷ Kleinberg, 2000:1.

¹⁹⁸ Watts ve Strogatz, 1998.

¹⁹⁹ Huang vd., 2004:2

²⁰⁰ Barabási ve Albert, 1999:509.

kurma eğilimi olarak görülebilir. Bu tür bir tercihli bağlanma mekanizması, “zengin daha da zenginleşir” fenomenini açıklamaktadır ve bu, ağın büyüme ve evrim sürecinde belirleyici bir faktördür²⁰¹.

Ölçekten bağımsız ağların bir diğer özelliği, küçük dünya ağları gibi kısa ortalama patika uzunluğuna ve yüksek kümelenme katsayısına sahip olmalarıdır. Bu özellikler, ağın bilgi iletimi ve dayanıklılık kapasitesi açısından son derece önemlidir²⁰². Ölçekten bağımsız ağlar merkezi düğümlere yönelik hedefli saldırılara karşı savunmasız olabilirken, rastgele hatalara veya düğüm kayıplarına karşı gösterdikleri dayanıklılık nedeniyle “güçlü fakat kırılgan” olarak tanımlanabilir²⁰³.

Tablo 2.7’de en sağdaki görselde temsil edilen tipik bir ölçekten bağımsız ağ modelidir. Çizgede de görüleceği üzere az sayıda düğüm (koyu renkte gösterilenler) çok yüksek bağlantı sayısına sahipken, diğer düğümler (açık renkte gösterilenler) çok daha az bağlantıya sahiptir. Bu merkezi düğümler, ağın hub’ları olarak işlev görür ve geniş bir ağı tek bir noktada birleştirirler. Ağın genel yapısı düğümlerin çoğunun yalnızca birkaç bağlantıya sahip olduğu ancak az sayıda düğümün ağın önemli bir kısmını kontrol ettiği şekilde dağılmış bir yapı göstermektedir. Bu da ağın ölçekten bağımsız doğasını ve birkaç düğümün etrafında yoğunlaşmış karmaşık bağlantı düzenini gözler önüne serer.

²⁰¹ Barabási, 2003:87.

²⁰² Watts ve Strogatz, 1998.

²⁰³ Li vd., 2003:288.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

COVID-19 PANDEMİ KRİZİNİN ULUSLARARASI DENİZ YOLU KONTEYNER TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN KOMPLEKS AĞ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Bu bölümde, taşımacılık alanında kriz araştırmalarına ilişkin literatür kapsamlı bir şekilde incelenecektir. İlk olarak, mevcut literatür taraması yapılarak, bu alandaki çalışmaların genel değerlendirmesi sunulacaktır. Bu bağlamda, taşımacılık alanında kriz araştırmalarının temel bulguları ve yöntemleri ele alınacak, literatür taramasının genel değerlendirmesi yapılacaktır. Çalışmanın amacı ve önemi açıklandıktan sonra, araştırmanın yöntemi detaylandırılacaktır. Araştırma modelinin oluşturulması, veri toplama süreci ve ağ analizi yazılımı ve araçları gibi metodolojik adımlar açıklanacaktır. Ayrıca, çalışmanın kısıtları üzerinde durulacaktır. Bulgular bölümünde ise, küresel konteyner ağının geneline, seçilmiş düğümlere, topluluk yapılarına, zaman serisi analizlerine ve kırılma noktası analizine ilişkin bulgular ayrıntılı olarak sunulacaktır.

3.1. Taşımacılık Alanında Kriz Araştırmalarına İlişkin Literatür

Deniz yolu taşımacılığı küresel ticaretin devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir. Günümüzde hiçbir taşıma modu deniz yolu taşımacılığının sunmuş olduğu ekonomik ulaşım imkanını sağlayamamaktadır. Bu fayda dolayısıyla küresel ticaretin devamlılığı deniz yolu taşımacılığıyla yakından ilişkilidir. Ulaştırma sektörüyle ilgili akademik söylemde “kriz” terimi, ulaştırma sistemlerinin normal işleyişini ve akışını önemli ölçüde bozan ve potansiyel olarak ekonomik, sosyal ve operasyonel zorluklara yol açan bir dizi olay ve durumu ifade etmektedir²⁰⁴. Bu tanımda söz edilen ulaştırma ile ilgili krizler doğal afetler, siber saldırılar, ekonomik sorunlar, jeopolitik çatışmalar, tedarik zinciri kesintileri ve halk sağlığını etkileyen salgınlar da dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan meydana gelebilme potansiyeline sahiptir²⁰⁵.

Taşımacılık sektöründeki krizler, sektörün malların ve insanların hareketini sağlama, küresel ticareti destekleme ve ekonomik büyümeyi kolaylaştırmadaki kritik rolü nedeniyle önemlidir. Ulaşım ağları kesintiye uğradığında etkileri ekonomiye yayılabilir, tedarik zincirlerini etkileyebilir, operasyonel maliyetleri artırabilir ve temel hizmetlere ve pazarlara erişimi engelleyebilir. COVID-19 salgını, bir sağlık krizinin küresel ulaşım ağlarında nasıl

²⁰⁴ Borca vd., 2001:3.

²⁰⁵ Mızrak, 2023:118.

önemli aksaklıklara yol açabileceğini göstererek sektörün geniş kapsamlı krizlere karşı kırılganlığını ortaya çıkarmıştır²⁰⁶.

Krizlerin ulaştırma sektöründeki çok yönlü etkileri, dayanıklılığın ve hazırlıklı olmanın önemini vurgulamaktadır. Dayanıklılık, sektörün bu tür krizlere karşı direncini ve çevikliğini sağlamak için önemlidir. Çünkü krizlerin etkileri sadece sektörde değil, aynı zamanda ekonomide ve toplumda da derin ve geniş kapsamlı olabilir. Hazırlıklı olmak, bu tür krizlerle başa çıkmak için etkili acil durum planlarının, alternatif stratejilerin ve esnekliklerin oluşturulmasını ve uygulanmasını gerektirmektedir. Bu durum kriz durumlarında hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verme yeteneğini artırabilir ve sektörün sürdürülebilirliğini güvence altına alabilir.

Dünya ekonomisini ve dolayısıyla denizcilik sektörünü etkileyen önemli krizler zamanla ortaya çıkmış ve birçok etkisi olmuştur. 1918-1919 yıllarında dünyayı etkileyen İspanyol Gribi, küresel ticaret ve taşımacılık sistemlerinde ciddi aksamalara yol açmıştır. İspanyol Gribi, dünya genelinde 50 milyondan fazla insanın ölümüne sebep olarak iş gücünde büyük kayıplara neden olmuş ve ekonomik faaliyetleri olumsuz etkilemiştir²⁰⁷. Bu salgının ekonomik etkileri özellikle sanayi üretiminde düşüş, taşımacılık faaliyetlerinde aksama ve tedarik zincirlerinin bozulması şeklinde kendini göstermiştir. Birleşik Krallık başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde üretim kapasitesinde azalma yaşanmış, bu durum ticaret hacminin daralmasına ve deniz yolu taşımacılığının sektöre uğramasına neden olmuştur²⁰⁸. Taşımacılık sektöründeki aksaklıklar, limanlarda iş gücü eksikliği nedeniyle yükleme ve boşaltma süreçlerinin yavaşlamasına sebep olmuş, ayrıca karantina önlemleri deniz yolu ticaretini önemli ölçüde kısıtlamıştır²⁰⁹.

1973 Petrol Krizi, Orta Doğu'daki siyasi istikrarsızlık ve OPEC'in (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) petrol arzını kısıtlaması sonucu ortaya çıkmış ve küresel ekonomiyi derinden etkilemiştir. 7 Ekim 1973'te, Suudi Arabistan liderliğinde altı Orta Doğu üretici ülkesi, petrol arzında %5'lik bir kesinti yapacaklarını; sonraki dönemde de ABD'nin İsrail-Filistin çatışmasının kapsamlı bir şekilde çözülmesini engellemeyi bırakana kadar her ay %5'lik ek kesintiye gideceklerini duyurmuşlardır. Bunun üzerine oluşan kriz, enerji fiyatlarında dramatik artışlara (yaklaşık dört kat) yol açarak başta deniz yolu navlun fiyatları olmak üzere birçok sektörde önemli sonuçlar doğurmuştur²¹⁰. Uygulanan petrol ambargosu, enerji ihraç eden ülkelerin gelirlerini artırmış olsa da bu durum diğer ülkeleri ve tüketicileri olumsuz etkilemiştir.

²⁰⁶ Gazzeh, 2022:2.

²⁰⁷ Martini vd., 2019:64.

²⁰⁸ Gregory, 2020:1.

²⁰⁹ Pietrasieński, 2021:34.

²¹⁰ Mitchell, 2015:2.

Üretim maliyetlerindeki artışlar, genel olarak ekonomik daralmaya ve durgunluğa yol açmış ve ekonomiler stagflasyona girmiştir²¹¹.

2008 finansal krizi birçok ülkeye yayılan ve derin sonuçları olan finansal bir krizdir. 2008 finansal krizi öncelikle ABD’de başlamış olsa da küresel finans sistemleri aracılığıyla hızla tüm dünyaya yayılmıştır. Krizin başlangıcı genellikle, yüksek riskli mortgage kredilerinin yaygınlaşması ve bu kredilere dayalı finansal ürünlerin çöküşü ile ilişkilendirilmektedir. Bu durum Lehman Brothers gibi büyük finansal kuruluşların iflasıyla sonuçlanmış ve küresel ekonomiyi sarsan bir likidite krizine yol açmıştır. ABD’deki konut piyasasındaki balonun patlaması kredi krizini tetiklemiş ve bu da tüketici harcamalarında büyük bir düşüşe ve işsizlik oranlarında önemli bir artışa neden olmuştur²¹².

2008 finansal krizinin etkileri sadece finans sektörüyle sınırlı kalmamış; küresel ekonomi üzerinde de uzun vadeli etkiler bırakmıştır. Kriz dünya genelinde ekonomik büyümeyi yavaşlatmış, birçok ülkeyi resesyona sürüklemiş ve milyonlarca insanı işsiz bırakmıştır. Krize yanıt olarak hükümetler ve merkez bankaları ekonomiyi canlandırmak ve finansal sistemlerini stabilize etmek amacıyla kapsamlı müdahalelerde bulunmak zorunda kalmıştır. Bu müdahaleler arasında likidite sağlama, finansal kuruluşlara sermaye sağlama ve ekonomik teşvik paketlerini uygulama yer almıştır. Bu politikaların uygulanması krizin etkilerini hafifletmede önemli rol oynamış ancak aynı zamanda kamu borçlarında da önemli artışlara neden olmuştur²¹³.

2008 finansal krizi denizcilik sektöründe önemli etkilere ve dolayısıyla sonuçlara yol açmıştır. Kriz küresel ticaret hacminin azalmasına neden olmuş; bu da doğrudan navlun oranları ve gemi inşa siparişleri üzerinde baskı oluşturmuştur²¹⁴. 2008 finans krizinin deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerine olan etkileri şu şekilde sıralanabilir²¹⁵:

- ✓ Kapasite yönetimindeki zorluklar: Kriz, konteyner taşımacılığında önemli bir düşüşe sebep olmuş ve nakliye hatlarının kapasitelerini gözden geçirmelerini zorunlu kılmıştır. Ancak nakliye hatları arasında kapasite kullanımında birlik ve koordinasyon eksikliği önemli zorluklara neden olmuştur. Bazı firmalar kapasiteyi azaltırken, diğerleri yüksek kapasiteyle operasyonlarına devam etmiş; bu da fiyatların yeniden dengelenme sürecinde olası aksamalara yol açmıştır.
- ✓ Mali sıkıntılar: Kriz, pek çok nakliye hattının mali temellerini sarsarak finansal kaynaklarını hızla eritmiştir. Bazı büyük nakliye hatları operasyonel kayıplar ve

²¹¹ Öztürk ve Saygın, 2017:2.

²¹² Bernanke, B. S. (2009) “The Crisis and the Policy Response. Federal Reserve Board”.

<https://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/bernanke20090113a.htm> (erişim tarihi: 30.03.2024).

²¹³ Reinhart ve Rogoff, 2009:5.

²¹⁴ Woo vd., 2020:283.

²¹⁵ Notteboom vd., 2016:9.

finansal zorluklarla karşı karşıya kalmış; bazıları ise batmaktan kurtulmak veya ayakta kalabilmek için borç yapılandırmasına başvurmuştur.

- ✓ Pazarın konsolidasyonu: Kriz, özellikle hat işletmeciliği alanında denizcilik sektöründe satın alma ve birleşmelere yol açan bir dalga başlatmıştır. Zayıf mali yapı ve operasyonel kayıplar nakliye hatlarını maliyetleri azaltmak ve operasyonel ölçeği artırmak adına birleşmeye itmiştir.
- ✓ Sektörde uzun vadeli etkiler: Kriz, nakliye hatlarının ve terminal işletmecilerinin fiyatlandırma ve yatırım stratejileri üzerinde derin ve uzun vadeli etkilere yol açmıştır. Sektör kısa ve orta vadede fazla kapasite ve düşük getirilerle mücadele etmek zorunda kalmış; bu da endüstri dinamiklerinde olası değişimlere zemin hazırlamıştır.

Deniz yolu taşımacılığı üzerine derin etkileri olan bir diğer kriz ise küresel pandemi sebebiyle yaşanmıştır. COVID-19 pandemisi, SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu ve 2019'un sonlarında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan bir sağlık krizidir. Bu krizin kökeni üzerine yapılan çalışmalar virüsün yayılımını, özelliklerini ve toplum üzerindeki etkilerini anlamaya yöneliktir. Bu çalışmalar pandeminin küresel sağlık üzerindeki derin etkilerini ortaya koymakta ve aynı zamanda hızlı yayılımının sosyo-ekonomik sonuçlarını da gözler önüne sermektedir. COVID-19'un ortaya çıkışı dünya genelindeki sağlık sistemlerinin yanı sıra ekonomik ve sosyal yapılar üzerinde de büyük bir baskı oluşturmuştur. Virüsün nasıl bu kadar hızlı bir şekilde küresel bir pandemiye dönüşebildiğine dair yapılan araştırmalar modern dünyanın ne kadar iç içe geçmiş olduğunu ve bir sağlık krizinin nasıl hızla küresel bir felakete dönüşebileceğini açıkça ortaya koymuştur²¹⁶.

COVID-19'un hızla tüm kıtalara yayılması, Dünya Sağlık Örgütü'nün 11 Mart 2020'de salgını küresel bir pandemi olarak ilan etmesine neden olmuştur²¹⁷. Modern toplumların birbiriyle ne kadar bağlantılı olduğunu gösteren bu yayılma ekonomik faaliyetler üzerinde ciddi etkiler yaratmıştır. Seyahat ve turizm sektöründen tutun da uluslararası ticarete kadar birçok alanda kesintilere yol açmıştır. Ayrıca, pandeminin hızlı yayılması, hükümetleri ve sağlık sistemlerini, hiç beklemedikleri bir krizle baş etmek zorunda bırakmıştır²¹⁸. Bu durum, uluslararası toplumun küresel sağlık tehditlerine karşı koymada daha fazla iş birliği ve koordinasyona ihtiyaç duyduğunu vurgulamaktadır²¹⁹.

²¹⁶ Sinha vd., 2024:35.

²¹⁷ WHO. (2020). "Archived: WHO Timeline - COVID-19". <https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19> (erişim tarihi: 14.06.2024).

²¹⁸ Topuz vd., 2022:20.

²¹⁹ Deb vd., 2022:1.

Küresel tedarik zincirlerinde meydana gelen aksamalar, üretim ve tüketimdeki düşüşler ve ticaret akışlarındaki yavaşlamalar birçok ülkenin ekonomisini olumsuz yönde etkilemiştir²²⁰. Bu kriz dünya çapında işletmelerin ve tüketicilerin davranışlarında önemli değişikliklere neden olmuştur. Pandemi aynı zamanda dijitalleşme ve evden çalışma gibi yeni çalışma biçimlerini hızlandırmış ve birçok sektörde dönüşümü teşvik etmiştir. Ancak bu dönüşümün kendine özgü zorlukları da beraberinde getirdiği görülmüştür. Küresel ekonominin bu denli hızlı bir şekilde etkilenmesi pandeminin sadece bir sağlık krizi olmadığını aynı zamanda derin ekonomik etkileri olan karmaşık bir olgu olduğunu göstermiştir²²¹.

COVID-19 pandemisinin etkileri uluslararası deniz yolu taşımacılığında da kendini göstermiştir. Bu etkilerin başında özellikle boş konteyner krizi dikkat çekici bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Pandeminin ilk dönemlerinde uygulanan karantina önlemleri ve sınır kapatmalar üretim ve tüketimde önemli düşüşlere yol açarken uluslararası ticaretin hacminde de büyük bir azalma meydana getirmiştir. Bu durum normal şartlarda dünya genelinde dolaşım içinde olan konteynerlerin beklenmedik lokasyonlarda boş kalmalarına veya istenmeyen yerlerde yığılmalarına sebep olmuştur²²².

Pandemi sürecinde Çin'in ve bazı ülkelerin erken toparlanması ve hızlıca üretimini artırması sonucunda Asya'dan Amerika ve Avrupa gibi destinasyonlara ihraç edilen ürünleri taşıyan konteynerler bu bölgelerde birikmeye başlamıştır. Bu durum özellikle Asya'daki ihracatçılar için boş konteyner bulma konusunda ciddi zorluklara neden olmuştur. Asya'daki büyük üretim ülkelerinde konteynerlere olan talebin artmasına karşılık varış ülkelerinde pandeminin derinleşmesi taşıma kaplarının küresel düzeyde dolaşımını bozmuştur²²³. Konteynerlerin bu yanlış yerleşimi taşıma maliyetlerindeki artışa doğrudan etki etmiştir. Pandemi öncesine kıyasla özellikle Asya ve Kuzey Amerika arasındaki konteyner taşımacılığı ücretlerinde çok büyük artışlar görülmüştür²²⁴. Bu durumun uluslararası ticaret açısında çok önemli sonuçları olmuştur. Söz konusu taşıma kaplarının yarattığı olumsuzluk durumu zaman içinde literatürde "konteyner krizi" olarak isimlendirilmeye başlanmıştır.

Boş konteyner krizi taşımalar ve navlun ücretlerinin yanında liman operasyonlarını da olumsuz yönde etkilemiştir. Konteyner yığılmaları işlem kapasitelerinin aşılması ve personel eksiklikleri gibi faktörler limanlardaki verimliliği düşürmüştür. Bu durum gemilerin limanlarda uzun süre beklemesine ve dolayısıyla teslimat süreçlerinin gecikmesine yol açmıştır. Bu gecikmeler son tüketiciye ulaşan ürünlerin fiyatlarında artışlara ve bazı durumlarda ürün

²²⁰ Gagnon vd. 2023:2.

²²¹ Sathyanarayanan, 2022:7.

²²² Toygar vd., 2022:2.

²²³ El Din vd., 2021:4.

²²⁴ Kuźmierz, 2022:106.

kıtlığına sebep olmuştur²²⁵. COVID-19 krizi sonrası yaşanan konteyner krizi küresel tedarik zincirlerinin ne kadar kırılgan olduğunu ve uluslararası ticaretin karmaşık doğasını açıkça ortaya koymaktadır. Boş konteyner sorunu tedarik zinciri yönetiminde yeni stratejilerin ve daha esnek dayanıklı tedarik zincirleri oluşturma ihtiyacının altını çizmektedir.

Deniz yolu taşımacılığına ilişkin bir diğer sorun ise Kızıldeniz’de kargo gemilerine yönelik Husi saldırılarıdır. Asya ile Avrupa arasındaki ticaretin önemli bir bölümünün geçiş noktası (küresel deniz ticaretinin yaklaşık %15’i) olarak stratejik bir konuma sahip olan Kızıldeniz, hayati bir taşıma koridorudur. Husilerin deniz araçlarına yönelik saldırıları küresel ekonomik yapıya yönelik önemli bir tehdit oluşturarak büyük bir krize sebep olmuş durumdadır²²⁶. Bu krizin deniz yolu taşımacılığına yönelik önemli birtakım sonuçları görülmeye başlanmıştır. Bu sonuçlar arasında şunlar öne plana çıkmaktadır²²⁷.

- ✓ Deniz yolu taşımacılık rotalarının değişmesi: Husi saldırıları, Kızıldeniz bölgesine giden ticari trafiğin yarısından fazlasının Afrika çevresinde yeniden yönlendirilmesine yol açarak Süveyş Kanalı’nın Mısır ekonomisine katkısını etkilemektedir.
- ✓ Maliyet artışları: Deniz ticareti için savaş riski sigortası primleri aşırı yükselmesine neden olmakta; bu da nakliye şirketleri için daha yüksek işletme maliyetlerine yol açmaktadır.
- ✓ Piyasa şokları: Kesintiler henüz ciddi piyasa şoklarını tetiklememiş olsa da küresel temel mal enflasyonunun yükseleceği ve ithalat fiyatlarında potansiyel artışların olacağı tahminleri yapılmaktadır.
- ✓ Tedarik zinciri kesintileri: Daha küçük aksaklıkların küresel tedarik zincirlerine yayılması ve bunun daha uzun teslimat süreleri, daha yüksek tüketici maliyetleri ve ekonomik sorunlara yol açması beklenmektedir.

Saldırıları uluslararası deniz ticaret yollarının korunması ve küresel ticaretin kesintisiz akışının sağlanması konusundaki zorlukların altını çizmekte; deniz güvenliğini güçlendirmeyi ve uluslararası ticareti korumayı amaçlayan kapsamlı stratejilerin oluşturulmasını gerektirmektedir.

Deniz yolu taşımacılık sektöründe gerçekleşebilecek bir aksaklık veya kesinti küresel ekonomiyi olumsuz yönde etkileme potansiyeline sahiptir. Bu kesintiler sebebiyle meydana gelen krizler terör saldırıları (Kızıldeniz’de Husi saldırıları), iklim ve doğa olayları (Panama Kanalı’nda yaşanan su seviyesindeki düşüş), savaşlar (Ukrayna-Rusya gerilimi), karaya oturma

²²⁵ Liu vd., 2023b:2.

²²⁶ Notteboom, 2024:2.

²²⁷ Lee, 2024:119.

durumları (Süveyş Kanalının tıkanması), ekonomik buhranlar (2008 finansal krizi) ya da salgınlar (İspanyol gribi, COVID-19 pandemisi) gibi çok çeşitli durumlardan kaynaklanabilmektedir²²⁸. Hangi sebeple olursa olsun krizlerin ülkeler üzerinde derin etkiler bırakması söz konusu olabilmektedir. Bu sebeple deniz yolu taşımacılığına ilişkin krizler, araştırmacıları bu konu üzerinde düşünmeye itmekte ve motive etmektedir. Literatürde araştırmacılar tarafından deniz yolu taşımacılığındaki krizlere yönelik çeşitli yayınlar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda geçmiş yıllarda dünyada yaşanan krizlerin deniz yolu ve konteyner taşımacılığı üzerindeki etkilerini değerlendirmeye yönelik gerçekleştirilen önemli yayınların bir özeti ilerleyen bölümde sunulmuştur.

3.1.1. Literatür İncelemesi

Bu başlık altında özellikle deniz yolu taşımacılığı konusunda yapılan kriz araştırmalarına yer verilmiştir. Notteboom vd. çalışmalarında 2008-2009 mali krizinin ve COVID-19 salgınının konteyner taşımacılığı sektörüne ve terminallere olan kısa vadeli etkilerinin karşılaştırmalı bir analizini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın amacı, iki kriz arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri incelemek, deniz tedarik zincirlerinin benzer büyüklükte ama benzer bozukluklara karşı dayanıklılıklarını değerlendirmek ve olası farklılıkların nedenlerini araştırmaktır. Bu kapsamda çalışmada özellikle küresel tedarik zincirleri, operasyonel unsurlar, piyasa yapısı, gemi hattı ve terminal operatörlerinin stratejik davranışları, liman faaliyetleri ve liman bağlantısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, konteyner nakliyat faaliyetleri, liman talebi ile ilgili verilerin yanında gemi hatları ve terminal operatörleri ile ilgili mali veriler kullanılmıştır. Makalenin bulguları, 2008-2009 finansal kriziyle karşılaştırıldığında, COVID-19 salgınındaki kısa vadeli sonuçlarına bir bakış açısı sunmaktadır. Çalışmanın sonucunda COVID-19 salgınının ve 2008-2009 mali krizinin konteyner taşımacılığı endüstrisi ve limanlar üzerinde kendine özgü etkilerinin olduğu vurgulanmıştır²²⁹.

Grzelakowski çalışmasında pandemi krizinin konteyner nakliye pazarı üzerinde yarattığı kesintilerin finansal etkileri ve bu etkilerin küresel tedarik zincirleri içindeki yansımalarını incelemişlerdir. Araştırmanın amacı, önde gelen konteyner nakliye taşıyıcılarının agresif fiyatlandırma stratejilerini benimsemelerinin ekonomik ve finansal etkilerini belirlemektir. Araştırmayı yürütmede uygulanan metodoloji, konteyner pazarı navlun endekslerinin değerlendirilmesine dayanan faktör analizi, maliyet/fayda ve pazar analizi yanı sıra raporların, uzman görüşlerinin ve istatistiksel verilerin derinlemesine analizini

²²⁸ Notteboom, 2024:1.

²²⁹ Notteboom vd., 2021.

içermektedir. Araştırmanın bulguları deniz konteyner taşıyıcılarının son derece güçlü piyasa konumlarının, taşıyıcılara karşı agresif fiyatlandırma stratejileri uygulamalarına olanak tanıdığını; taşıyıcıların ve nakliyecilerin olağanüstü finansal ve ekonomik faydalar elde etmelerine izin verdiğini göstermektedir. Bu araştırma, konteyner nakliye pazarındaki kesintilerin ekonomik ve finansal etkileri ve bunların küresel tedarik zincirleri içindeki dağılımı hakkında bilgiler sağlayarak, çeşitli sonuçları aydınlatmaktadır²³⁰.

Kuźmicz çalışmasında COVID-19 salgınının konteyner taşımacılığına olan etkisini değerlendirmiştir. Bu kapsamda çalışmanın amacı COVID-19 salgınının konteyner taşımacılığı üzerindeki etkisine genel bir bakış sunmak ve gelecekteki aksaklıklara karşı dayanıklılığı artırmanın yollarını vurgulamaktır. Çalışmada literatür taraması yöntemi üzerinden yazılı kaynaklar araştırılmış ve bu bağlamda değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç olarak pandeminin küresel ekonomide benzeri görülmemiş aksaklıklara ve küresel tedarik zincirlerinde bozulmalara sebep olduğu vurgulanmıştır. Sınır geçişlerinde, liman faaliyetlerinde, konteyner gemilerinde, deniz yolu terminallerinde ve iç taşımacılık sektöründe kısıtlama ve karantina gibi virüsün yayılmasını sınırlamak için dünya çapında uygulanan farklı önlemler büyük bir yönetim zorluğu yarattığı ve sektörde yaşanan gecikmelere domino etkisi yarattığı belirtilmiştir. Ayrıca bu krizin boş seferlere ve yük taşımacılığında fiyatların yükselmesine sebep olduğunun altı çizilmiştir²³¹.

İlyas vd. çalışmalarında COVID-19 pandemisinin konteyner taşımacılığı ve deniz taşımacılığı güvenliği üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Çalışmanın amacı, pandemi sırasında deniz taşımacılığı konteyner tedarik zincirinin güvenliğini etkileyen risk faktörlerini toplum, çevre, yönetim, altyapı, teknoloji ve operasyon odaklı olarak belirlemek ve analiz etmektir. Araştırmada kullanılan yöntem, deniz taşımacılığı konteyner tedarik zincirinde uzman olan kişilerden girdi toplamak için tasarlanmış bir Delphi uzman anketidir. Çalışmanın bulguları, COVID-19 pandemisi nedeniyle küresel tedarik zincirlerindeki potansiyel aksaklıkları ve deniz taşımacılığı konteynerlerinin güvenliği üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Analiz, yönetim faaliyetlerinin en yüksek riske sahip olduğunu, operasyon faaliyetlerinin ise deniz yolu konteyner taşımacılığı güvenliği tehlikeye düştüğünde yüksek oranda etkileneceğini ortaya koymuştur. Bu araştırma, pandemi sırasında deniz taşımacılığı konteyner tedarik zinciri tarafından karşılaşılan zorluklar hakkında bilgiler sunmakta ve güvenliğini etkileyen risk faktörlerinin bir analizini sunmaktadır²³².

²³⁰ Grzelakowski, 2023a.

²³¹ Kuźmicz, 2022.

²³² İlyas vd., 2023.

Borucka ve Kozłowski çalışmalarında büyük limanlarda elleçlenen malların brüt ağırlığı üzerinden COVID-19 salgınının deniz taşımacılığını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Bu kapsamda gerçekleştirilen çalışmanın amacı, COVID-19 salgınının deniz taşımacılığı üzerindeki etkisini gemi tipine göre karakterize etmek ve deniz taşımacılığının mevcut durumunu, pandemi öncesine dayalı tahminlerle şekillenen seviye bağlamında değerlendirmektir. Çalışmada zaman serisi analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları, salgının deniz taşımacılığı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu, farklı gemi türlerinin farklı şekilde etkilendiğini göstermiştir. Dünyadaki bazı ekonomilerin durma noktasına geldiği ve bu durumun da konteyner ticareti yönetiminin istikrarsızlaşması ve konteyner taşımacılığının azalmasına neden olduğu vurgulanmıştır²³³.

Tok ve Ece çalışmalarında, pandeminin küresel denizcilik sektörü üzerindeki yönetim etkilerini anket yöntemleri ve regresyon analizi yoluyla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın konusu COVID-19 salgınının deniz ticareti, gemi taşımacılığı, liman seferleri, nakliye şirketleri ile konteyner, kuru yük, tanker ve kruvazör sektörleri dahil olmak üzere denizcilik endüstrisindeki çeşitli sektörler üzerindeki etkilerini kapsamaktadır. Araştırmanın bulguları, trafik, gemi yoğunluğu ve navlun oranları da dahil olmak üzere COVID-19 salgınının küresel denizcilik sektörü üzerinde önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çalışma aynı zamanda, operasyonel kayıplar, nakliye ve yük talebinin azalması, mürettebat vardiyaları ve denizcilerin ülkelerine geri dönüşlerindeki zorluklar gibi sorunlara da vurgu yapmaktadır²³⁴.

Song vd. çalışmalarında 2008-2009 finansal kriz sırasında Çin'in ana kıyı konteyner limanlarının özelliklerini analiz etmek ve ekonomik toparlanma sırasında konteyner limanı gelişimi için stratejiler sunmayı amaçlamışlardır. Çalışma, Çin'in ana kıyı konteyner limanlarını sınıflandırmak için kümeleme analizi yöntemini benimsemektedir. Araştırma, krizle başa çıkma stratejileri olarak mal çeşitliliğini genişletmeye, taşıma ağlarını optimize etmeyi önermektedir. Sonuç olarak çalışmada finansal krizden ekonomik toparlanma sürecinde konteyner limanı gelişimi için içgörüler ve öneriler sunulmuştur²³⁵.

Chechenova yapmış olduğu çalışmada pandemi krizi sırasında intermodal konteyner taşımacılığı yapan taşıma kuruluşlarını konu edinmiştir. Çalışmanın amacı, kriz ekonomisinin faktörlerini değerlendirmek, intermodal konteyner yük taşımacılığı yapan taşıma kuruluşlarının yatırım çekiciliğini analiz etmek ve yatırım çekiciliğini artırmaya yönelik stratejiler sunmaktır. Çalışmada nitel ve nicel veri analizi yöntemlerine başvurulmuştur. Bu kapsamda kriz ekonomisinin faktörlerini değerlendirmek ve intermodal konteyner yük taşımacılığı yapan Rus

²³³ Borucka ve Kozłowski, 2023.

²³⁴ Tok ve Ece, 2022.

²³⁵ Song vd. 2010.

taşıma kuruluşlarının yatırım çekiciliğini değerlendirmek için teorik ve deneysel yaklaşımları içeren bir yöntem sunulmuştur. Sonuç olarak pandemi krizinin, intermodal konteyner yük taşımacılığı yapan taşıma kuruluşlarının yatırım çekiciliğini etkilediği; küresel tedarik zincirlerindeki aksaklıklar ve talep değişiklikleri, taşıma akışlarında dengesizliğe ve yük hacminde azalmaya neden olduğu vurgulanmıştır²³⁶.

Kalgora ve Christian çalışmalarında 2008-2009 finansal krizinin denizcilik sektörüne etkilerini incelemiştir. Çalışmanın amacı, krizinin denizcilik sektöründe konteyner-gemi pazarı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Sonuç olarak 2008-2009 finansal krizinin konteyner-gemi pazarında düşüşe neden olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca krizin konteyner taşıma talebinde düşüşe, düşük navlun oranlarına ve gemi arz fazlalığına sebep olduğu ifade edilmiştir²³⁷.

Mind vd. çalışmalarında 2008-2009 finansal krizin denizcilik endüstrisindeki küresel konteyner filosu üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, küresel mali krizin denizcilik sektöründeki küresel konteyner filosu üzerindeki etkisini analiz etmektir. Çalışma, küresel tanker, dökme yük gemisi ve konteyner filosunun gelişim durumunu değerlendirmeyi ve finansal krizin filo gelişimi üzerindeki etkilerini hem olumlu hem de olumsuz perspektiflerden incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada küresel konteyner filosu için bir değerlendirme yapabilmek için Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanmaktadır. Olumsuz etkiler olarak krizin finansman sorununa, arz talep dengesizliğine, gemi inşaat sektöründe duraksama döneminin yaşanmasına, navlun oranlarının düşmesine sebep olduğu ifade edilmiştir. Söz konusu krizin denizcilik sektörüne olumlu etkileri olarak hurda miktarlarının artması ve denizcilik filolarının yeniden optimize edilmesi sonuçlarını doğurduğu vurgulanmıştır²³⁸.

Jerebić ve Pavlin çalışmalarında küresel ekonomik krizin deniz yolu konteyner taşımacılığı endüstrisine etkisini ve deniz taşımacılığı konteyner taşıyıcıları tarafından benimsenen yönetim stratejilerindeki değişiklikleri tartışmaktadır. Çalışmanın amacı stratejilerdeki değişimin gözden geçirilmesi, alınan önlemlerin konteyner taşımacılığı endüstrisini güçlendirmek için sunulması ve gelecekteki pazar koşullarına dair bir tahmin sunmaktır. Makale çeşitli kaynakları analiz etmek üzere bir literatür tarama yaklaşımı kullanmaktadır. Değerlendirme sonucunda ekonomik krizin denizcilik konteyner taşımacılığı endüstrisine önemli bir etkisi olduğunu, aşırı kapasite ve düşük navlun oranlarına yol açtığını vurgulanmıştır. Bu kriz ile deniz yolu konteyner taşıyıcılarının kapasite birleştirmesi, maliyet

²³⁶ Chechenova 2020.

²³⁷ Kalgora ve Christian 2016.

²³⁸ Mind vd. 2009.

kontrolü ve şirket satın almaları yolu ile birleşme gibi önlemleri benimseyerek tepki gösterdikleri ifade edilmiştir²³⁹.

Johns çalışmasında on iki yıllık bir zaman diliminde meydana gelen iki öngörülemez kriz olayının (2008-2009'daki Lehman çöküşünden kaynaklanan finansal kriz ve 2020'deki COVID-19 pandemisi) konteyner taşımacılığı hatlarındaki davranış ve tepkilerini incelemektedir. Bu kapsamda konteyner taşımacılığı hatları tarafından sunulan taşıma hizmetlerinin fiyatlandırmasında meydana gelen benzerlikleri ve farklılıklar gözlemlenmiş ve bunların konteyner taşımacılığı pazarına etkileri değerlendirilmiştir²⁴⁰.

Guerrero vd. çalışmalarında kompleks ağ analizi kullanarak COVID-19 pandemisinin küresel deniz konteyner taşıma sistemine; özellikle limanlara olan etkisini analiz etmektedir. Çalışma, COVID-19 salgını öncesinde ve sonrasında küresel deniz ağındaki değişiklikleri incelemekte ve pandemi önlemlerinin bölgesel liman hiyerarşilerini nasıl etkilediğini değerlendirmektedir. Araştırma, limanlar arasındaki gemi hareketlerine dair veri seti kullanmakta ve ağ analizi göstergeleri olarak ağırlıklı derece ve kümeleme katsayısı gibi faktörleri uygulayarak liman bağlantılarındaki değişiklikleri anlamaya çalışmaktadır. Bulgular, büyük limanların ve küçük ancak yoğun bağlantılara sahip olan limanların krize daha iyi direndiğini, küçük aktarma merkezlerinin ve köprülerin ise daha olumsuz etkilendiğini göstermektedir²⁴¹.

Donnan vd. deniz yolu konteyner limanlarının pandemi ve diğer ortaya çıkan koşullara karşı direncini özellikle Virginia Limanı üzerine yapılan bir vaka çalışmasıyla değerlendirmişlerdir. Makalenin amacı, denizcilik konteyner limanlarının direncini, özellikle pandemiler gibi yıkıcı olaylara yanıt olarak değerlendirmek için senaryo tabanlı bir tercih modeli geliştirmek ve sergilemektir. Bu kapsamda liman sahipleri, işletmeciler, risk yöneticileri ve diğer paydaşlara deniz yolu konteyner limanlarının acil ve gelecekteki koşullar karşısında direncini artırmada rehberlik sağlamak hedeflenmiştir²⁴².

Akakura vd. çalışmalarında 2014-2015 ABD Batı Kıyısı liman aksaklığından kaynaklanan sorunun uluslararası konteyner taşımacılığı ve dünya ekonomisi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada yazarlar liman aksaklığının ekonomik etkilerini tahmin etmek ve gelecekte benzer aksaklıkların etkilerini azaltma yöntemleri önermek için Zaman Serisi Analizi, Rota Seçim Modellemesi ve Hesaplanabilir Genel Denge Modellemesi kombinasyonunu kullanmışlardır. Sonuç olarak yaşanan sorunun önemli ekonomik kayıplara

²³⁹ Jerebić ve Pavlin, 2018.

²⁴⁰ Johns, 2021.

²⁴¹ Guerrero vd., 2022.

²⁴² Donnan vd., 2020.

yol açtığı, liman aksaklıklarından kaynaklanan ekonomik kayıpları değerlendirmek ve azaltmak için stratejiler geliştirmenin önemine vurgu yapılmıştır²⁴³.

Halim vd. çalışmalarında küresel konteyner taşıma sistemindeki belirsizliklerin Avrupa limanları üzerindeki etkisine odaklanmakta, özellikle Rotterdam limanının rekabet pozisyonu üzerinde durmaktadır. Çalışmanın amacı, çeşitli belirsiz faktörlerin limanın rekabet pozisyonuna etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada yöntem olarak bir simülasyon modeli ile ilişkilendirilmiş çeşitli belirsizliklerin sonuçlarını sistemli bir şekilde keşfetmek için bir dizi hesaplama modeli kullanılmıştır. Bu kapsamda çeşitli senaryolar değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları, Rotterdam'ın rekabet pozisyonunun çeşitli belirsiz faktörlere karşı oldukça sağlam olduğunu göstermiştir. Ancak liman bağlantılarının kalitesinde bir gerilemenin Rotterdam'a taşınan yük kaybına neden olabileceği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çalışma küresel konteyner taşıma sistemindeki belirsizliklere karşı Rotterdam limanının potansiyel zayıflıkları ve sağlamlığı konusunda bir perspektif sunmaktadır²⁴⁴.

Wang vd. çalışmalarında COVID-19 salgınının gemilerin limanlara uğrama davranışları üzerindeki etkilerine odaklanarak özellikle gemi demirleme ve yanaşma süreçlerindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışmanın amacı, COVID-19'un liman trafiği üzerindeki etkilerini analiz etmek, özellikle AIS (Otomatik Tanımlama Sistemi) verilerini kullanarak gemi seyahat davranışlarını incelemektir. Sonuçlar, COVID-19 salgını sonrasında kargo gemileri için ortalama demirleme süresi ve yanaşma süresinin arttığını (sırasıyla %62 ve %11) ve petrol tankeri gemileri için artışın daha yüksek olduğunu (%112 ve %63) göstermiştir²⁴⁵.

Liu vd. çalışmalarında COVID-19 pandemisi sırasında deniz yolu tedarik zinciri dayanıklılığına odaklanmışlardır. Çalışmada pandemi koşullarında deniz yolu tedarik zinciri dayanıklılığını açıklayarak bu kavramı analiz etmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) modelleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın bulguları, pandemi sırasında toplamda 18 deniz yolu tedarik zinciri dayanıklılığı etkeninin belirlendiğini ve en etkili etkenin yedek plan olduğunu ortaya koymaktadır. Yük hizmeti devamlılığı ve yük tarife istikrarının ise en önemli ve sonuç alınan etkenler olduğu belirlenmiştir²⁴⁶.

Dirzka ve Acciaro yapmış oldukları çalışmada COVID-19 pandemisinin küresel denizcilik ağları üzerindeki etkilerini; özellikle hat taşımacılığı operasyonlarının bozulması ve bunun küresel tedarik zinciri için olası sonuçlarını konu edinmişlerdir. Çalışmanın amacı, pandeminin neden olduğu bozulmanın ağ dinamikleri üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu

²⁴³ Akakura vd., 2018.

²⁴⁴ Halim vd., 2016.

²⁴⁵ Wang vd., 2022.

²⁴⁶ Liu vd., 2023a.

amaç doğrultusunda nitel ve nicel analiz yöntemlerini içeren keşifsel bir metot tasarımı kullanılmıştır. Sonuç olarak pandeminin küresel denizcilik ağ kümelerinde yerel bozulmalardan kaynaklı giderek artan bir şok dalgasına sebep olduğu vurgulanmıştır²⁴⁷.

Zhou vd. çalışmalarında konteyner taşımacılığı endüstrisinin karşılaştığı riskler ve tehlikelerin bir analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu bağlamda risk değerlendirmesi için Hata Modları ve Etkiler Analizi, Kanıtlı Akıl Yürütme ve Kurallara Dayalı Bayesian Ağ yöntemlerini birleştiren bir hibrid yaklaşım yöntem olarak kullanılmıştır. Araştırma, konteyner taşımacılığı hizmetini etkileyen en tehlikeli risklere ışık tutmakta ve güvenilir bir konteyner taşımacılığı sistemi geliştirmek için içgörüler sunmaktadır. Ekonomik riskler en tehdit edici risk unsuru olarak belirlenmiş; onu sırasıyla politik, teknik, hukuki, sosyal ve çevresel riskler takip etmiştir²⁴⁸.

Wan vd. çalışmalarında deniz taşımacılığı konteyner ağlarının risk tabanlı direnç konusunu işlemişlerdir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, deniz taşımacılığı konteyner ağlarının direncini analiz etmek için yeni bir kavramsal model önermektir. Bu model yerel risk tahminlerini ve bunların genel güvenlik performansına olan küresel etkilerini dikkate almaktadır. Yöntem üç ana bileşeni içermekte olup bunlar, deniz taşımacılığı konteyner ağlarının topolojik yapısının modellenmesi, deniz taşımacılığı konteyner ağlarının işletme performansının istatistiki olarak belirlenmesi ve direnç analizinin hassasiyet analizi yoluyla değerlendirilmesidir²⁴⁹.

Toygar vd. çalışmalarında COVID-19 sürecinde ortaya çıkan boş konteyner krizine odaklanılmışlardır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, boş konteyner bulunabilirliği krizinde ortaya çıkan sorunları belirlemek ve uygun çözümleri sıralamaktır. Çalışmada kullanılan yöntem, Çok Kriterli Bir Karar Modelini ve uzman görüşlerini içermektedir. Sorunların ve çözümlerin ağırlıklı önem sırasını değerlendirmek için SWARA-ARAS yöntemini içeren bir model önerisi sunulmuştur. Çalışmada denizcilik işletmeleri yönetimi, dış ticaret ve uluslararası ticaret ve lojistik bölümlerinden 4 ile 12 yıl deneyime sahip, yük taşıyıcı ve yük sahibi 19 uzman ile mülakat yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, sorunların maliyet artışları, tedarik zincirinde belirsizlik, hacim kaybı ve boş sefer ilanlarının artışı olarak önem sırasına konulduğunu göstermiştir. Uygun çözümler ise rezervasyon garantisi uygulamaları, bilgi iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı, yük sahiplerine ait konteynerlerin kullanımı, teşvik çağrıları ve uçtan uca teslimat hizmetleri olarak sıralanmıştır²⁵⁰.

²⁴⁷ Dirzka ve Acciaro, 2022.

²⁴⁸ Zhou vd., 2022b.

²⁴⁹ Wang vd., 2022.

²⁵⁰ Toygar vd., 2022.

Mańkowska vd. çalışmalarında, COVID-19 pandemisinin küresel denizcilik tedarik zincirleri üzerindeki yansımalarını araştırmışlardır. Çalışmanın amacı Polonya limanları (Gdańsk, Szczecin, Swinouj'scie) üzerinde çoklu vaka çalışması yöntemini kullanarak çeşitli denizcilik tedarik zincirlerindeki aksaklıkları ve bunların terminal operasyonları üzerindeki etkilerini belirlemektedir. Çalışma bazı tedarik zincirlerinin durduğunu, diğerlerinin düşük hacimlerle çalıştığını ve pandemi sırasında bazılarının taşıma miktarlarının arttığını ortaya koymaktadır. Terminal operatörlerinin yeni tedarik zincirlerine katılarak ve mevcut zincirlerdeki değişikliklere uyum sağlayarak proaktif önlemler aldıkları vurgulanmıştır²⁵¹.

Bai, vd. çalışmalarında dünyanın en büyük 30 konteyner limanından elde edilen Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS) raporlarından türetilen liman çağrısı verilerini kullanarak ülkelerin uyguladığı kapanma politikalarının küresel deniz taşımacılığı akışları üzerindeki hem mevcut hem de uzun vadeli etkisini incelemiştir. Çalışmada regresyon yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, farklı seviyelerdeki karantina politikalarının çeşitli ticari şoklara ve dolayısıyla liman uğraklarının sayısındaki değişikliklerde yol açabileceğini göstermiştir²⁵².

Tianming vd. çalışmalarında uluslararası deniz taşımacılığının büyük bir kısmının gerçekleştiği Kutup İpek Yolu taşıma koridoru üzerinde COVID-19 pandemisinin etkilerini incelemiştir. Çalışmanın odak noktası, Çin, Güney Kore, Japonya, Rusya ve Kuzey Avrupa'nın arasındaki bağlantı desenlerindeki değişiklikleri anlamak ve pandeminin halk sağlığı, ticaret ve pazar faktörlerinin deniz bağlantıları üzerindeki etkilerini belirlemektir. Çalışmanın amacı, özellikle Kutup İpek Yolu taşıma koridoru üzerindeki deniz taşımacılığı ve bağlantılarının COVID-19 nedeniyle nasıl etkilendiğini anlamaktır. Bu bağlamda, analiz, ADF (Augmented Dickey-Fuller) ve Phillips-Perron durağanlık testleri, Autoregressive Distributed Lag yöntemi, Fully-Modified Ordinary Least Squares ve Dynamic Ordinary Least Squares sağlamlık kontrolleri ile Toda-Yamamoto nedensellik testini içeren bir metodoloji çerçevesi üzerine inşa edilmiştir. Bulgular, 2015-2019'da sıkı ticaret bağlantıları kaydedildiğini, ancak 2020'de ilişkilerin zayıfladığını göstermiştir²⁵³.

Zhou vd. yapmış oldukları araştırmada konteyner terminalleriyle ilgili güncel teknoloji trendlerini ve ilgili araştırma konularını gözden geçirmiş; bu trendlerin ve konuların terminallerin stratejik hedeflerine nasıl katkı sağlayabileceğini araştırmıştır. Ayrıca, pandemi öncesi ve sonrası konteyner terminali endüstrisindeki trendleri inceleyen bir analiz

²⁵¹ Mańkowska vd., 2021.

²⁵² Bai vd., 2022.

²⁵³ Tianming vd., 2021.

gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, uzun vadeli planların değişmese de zaman serilerinde ve önceliklerde bazı değişiklikler olduğunu göstermiştir²⁵⁴.

Chua vd. yapmış oldukları çalışma COVID-19'un denizcilik endüstrisi üzerindeki etkilerini, özellikle taşımacılık yönetimi ve offshore sektöründeki yansımalarını analiz ederek endüstrinin direncini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, ikincil araştırma ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle gerçekleştirilmiş, COVID-19'un denizcilikte yol açtığı sorunları belirleyerek, mevcut çözümlerin etkinliğini değerlendirmiş ve endüstriye yönelik gelecekteki çözümleri önermiştir. Bulgular, pandeminin küresel ekonomiyi olumsuz etkilediğini, ticaret ağını değiştirdiğini ve petrol talebinde düşüşe neden olduğunu göstermiştir. Taşımacılık yönetimi açısından mürettebat değişimi, ticaretin daralması ve taşıma sertifikalarının süresinin dolması gibi sorunların yaşandığı; offshore sektörünün ise piyasa belirsizliği ve petrol keşif faaliyetlerinin azalması gibi zorluklarla karşı karşıya kaldığı vurgulanmıştır²⁵⁵.

Rožić vd. yapmış oldukları çalışmada özellikle COVID-19 pandemisi ve Ukrayna'nın Rusya tarafından işgali gibi krizlerin deniz konteyner endüstrisine etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma navlun fiyatları, tedarik zinciri kesintileri, liman operasyonları, deniz taşımacılığı ve işgücü konularını içeren endüstri operasyonları üzerindeki etkileri anlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, çalışma endüstrinin bu tür büyük şoklara karşı direncini değerlendirmekte ve kriz dönemlerinde karşılaşılan zorluklara yönelik potansiyel stratejiler önermektedir. Çalışma literatür incelemesi, birincil ve ikincil kaynakların analiziyle gerçekleştirilmiş olup, çalışma sonuçları COVID-19 pandemisi ve Ukrayna krizinin deniz konteyner endüstrisini önemli ölçüde etkilediğini, navlun fiyatlarındaki volatilitenin, tedarik zinciri kesintilerinin, liman operasyonlarının, deniz taşımacılığının ve işgücü konularının ana endişe alanları olduğunu ortaya koymuştur²⁵⁶.

Pan vd. olduklarında çalışmada COVID-19 pandemisi bağlamında konteyner taşımacılığı ağlarının bağlantısını güçlendirmek amacıyla bir grafik teorisi tabanlı yaklaşım önermektedir. Çalışmanın yöntemi, ağı kapasite performansını değerlendirmek için altı farklı deneysel simülasyon düzeni içermekte olup, kompleks ağ teorisi kullanılarak denizcilik ağlarının evrimi ve dinamikleri analiz edilmiştir. Önerilen model, ağı Laplace matrisinin özelliklerini kullanarak Fiedler vektörüne dayalı bir sezgisel algoritma ile uygulanmıştır. Gerçek bir konteyner taşımacılığı ağı üzerinde yapılan testler, bağlantısı zayıf limanların güçlü limanlarla bağlanması, bütün ağı bağlantısını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir²⁵⁷.

²⁵⁴ Zhou vd., 2022a.

²⁵⁵ Chua vd., 2022.

²⁵⁶ Rožić vd., 2022.

²⁵⁷ Pan vd., 2022.

Khan vd. çalışmalarında 2019 yılından itibaren dünyayı etkileyen COVID-19 krizinin deniz taşımacılığı navlunları üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu amaçla, kuantil yaklaşımı kullanılarak bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, pandeminin özellikle enerji ve hammadde talebindeki düşüş ve gemilerin kullanılamaması nedeniyle deniz taşımacılığı navlunlarını etkilediğini doğrulamaktadır. Ayrıca, COVID-19'un Baltık Kuru Endeksi üzerinde yüksek kuantillerde olumlu bir etkisi olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte, COVID-19 enfeksiyonunun Baltık Kuru Tanker Endeksi ve Baltık Temiz Tanker Endeksi üzerinde orta ve yüksek kuantillerde özellikle kısa ve orta vadeli olarak olumsuz bir etkisi olmuştur. COVID-19'un Baltık Temiz Tanker Endeksi üzerindeki olumlu etkisi uzun vadeli yüksek kuantillerde tespit edilmiştir. Bu bulgular, COVID-19'un yayılması ile deniz taşımacılığı navlunları arasında yakın bir ilişki olduğunu desteklemektedir. Sonuçlar, etkinin derecesinin kısa vadede daha nedensel olduğunu öne sürmektedir²⁵⁸.

Beškovnik vd. çalışmalarında COVID-19 pandemisinin liman lojistiği üzerindeki etkilerini ele almaktadır. Yazarlar bu çalışmada Kuzey Adriyatik bölgesi lojistik şirketlerinde pandeminin yarattığı değişime odaklanmışlardır. Çalışmada 90 lojistik şirketine anket uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonuçları şirketlerin operasyonel süreçlerinde, organizasyonunda, çalışma yöntemlerinde, iç ve dış iletişimde bölgesel değişiklikler olduğunu göstermiştir²⁵⁹.

Ayaz vd. çalışmalarında, COVID-19 pandemisinin liman lojistiği üzerindeki etkilerini kaos teorisini temel alarak inceleyen ve Türk konteyner limanlarının bu zorluklara karşı geliştirdiği direnç stratejilerini belirleyen bir araştırmayı ele almaktadır. Görüşme ve literatür taramasıyla elde edilen stratejiler Fuzzy Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak önceliklendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları “Kontrol Mekanizması”, “Hijyen Önlemleri” ve “Bilgi Alışverişi” maddelerinin en etkili direnç stratejileri olduğunu göstermektedir²⁶⁰.

Yang vd. çalışmalarında COVID-19 pandemisinin uluslararası yük taşımacılığına olan etkilerini inceleyerek, pandemi ve ilgili hükümet kısıtlama önlemlerinin uluslararası taşımacılık politikaları ve uygulamalarının değerlendirmişlerdir. Çalışmada, COVID-19 pandemisinin uluslararası taşıma pazarına olan etkileri yapısal denklem modelleri kullanılarak analiz edilmiş ve pandemi, hükümet kısıtlama önlemleri ve uluslararası taşıma pazarı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bulgular, pandeminin ilk dalgasının uluslararası taşıma hizmetlerinin hem talebini hem de arzını olumsuz etkilediğini, deniz taşımacılığının talep azalmasından daha fazla

²⁵⁸ Khan vd., 2022.

²⁵⁹ Beškovnik vd., 2022.

²⁶⁰ Ayaz vd., 2022.

etkilendiğini ve hava taşımacılığının ise arz volatilitésinden daha fazla etkilendiğini ortaya koymuştur²⁶¹.

Sun ve Zhang çalışmalarında COVID-19 salgını sırasında deniz taşımacılığının dünya genelindeki rolünü ve bu sektörün krize nasıl tepki verdiğini inceleyerek, özellikle en büyük 10 konteyner taşıma şirketini araştırma odağı olarak ele almışlardır. Bu şirketlerin resmî web sitelerinde yayımlanan basın açıklamaları ve duyurularını içeren bir metin analizi, kriz öncesi/erken dönem, kriz ilerleme aşaması ve post-COVID-19 dönemi olmak üzere üç aşamada şirketler arasında karşılaştırmalı bir inceleme sağlamaktadır. Yapılan analizler, deniz taşıma şirketlerinin kriz dönemlerinde benimsedikleri acil durum tepki stratejilerini ve sürdürülebilirlik temasını içerdiğini göstermektedir²⁶².

He vd. çalışmalarında savaş ve halk sağlığı acil durumları gibi olayların neden olduğu liman kesintilerinin artmasıyla birlikte konteyner liman nakliye ağı direncini incelemeyi amaçlamaktadır. Önerilen direnç çerçevesi, önleme, direnç, restorasyon, adaptasyon ve optimizasyon unsurlarını içermektedir. Çerçeve, konteyner liman nakliye ağı direncini değerlendirmek için kullanılarak, rastgele veya kasıtlı saldırılardan önce ve sonra ağ göstergelerinin performansındaki değişiklikleri tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çin'in 2005 ve 2017 istatistikleri temel alınarak yapılan karşılaştırmalı analiz, 2017'de Çin'in konteyner liman nakliye ağı yapısının direncinin 2015 durumuyla karşılaştırıldığında iyileştiğini göstermektedir. Hub liman düğümlerini koruyarak ve ekleyerek ağ direncinin artırılacağı vurgulanmış, kurtarma sürecinde önceliğin hub liman düğümlerine verilmesi gerektiği belirtilmiştir²⁶³.

Kim vd. çalışmalarında COVID-19 döneminde dünya genelindeki önemli limanların işgücü eksikliği, liman tıkanıklığı ve küresel tedarik zinciri kesintileri gibi çeşitli sorunlarla karşılaştığı bir ortamda, limanların istikrarlı işleyişini sağlamak için tamamen otomatikleştirilmiş terminallerin benimsenme seçeneğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada hem tamamen otomatikleştirilmiş hem de otomatikleştirilmemiş terminalleri aynı anda işleten dört liman seçmiştir. Sonuç olarak tamamen otomatikleştirilmiş konteyner terminallerinin, otomatikleştirilmemiş terminallere göre daha iyi işletme performansı sergilediğini göstermiştir. Bu tesisler kapasitede büyük artışlar, gemi başına demirleme süresinde küçük azalmalar ve gemi varış sayısında artışlar elde etmiştir. Ayrıca, tamamen otomatikleştirilmiş terminallerde toplam terminal karının önemli ölçüde arttığını, otomatikleştirilmemiş terminallerde ise demirleme sürelerine dayalı olarak azaldığını gösteren

²⁶¹ Yang vd., 2023.

²⁶² Sun ve Zhang 2022.

²⁶³ He vd., 2022.

ekonomik sonuçlar tespit edilmiştir. Bu nedenle, tamamen otomatikleştirilmiş terminaller, COVID-19 gibi kriz dönemlerine esnek ve istikrarlı bir şekilde yanıt vermek için önerilmiştir²⁶⁴.

Literatür incelemesi 2008-2009 mali krizi ve COVID-19 salgını gibi büyük krizlerin dünya çapındaki konteyner taşımacılığı ve deniz lojistiği üzerindeki etkilerinin araştırmacıların ilgisini çektiğini ortaya koymaktadır. Yapılan inceleme ile deniz tedarik zincirlerinin sağlamlığı, operasyonel kesintiler, pazar dinamikleri, finansal etkiler, stratejik tepkiler ve deniz taşımacılığında güvenlik gibi farklı hususları araştıran çok sayıda çalışma özet olarak sunulmuştur. Geçmiş araştırmalar dünya çapındaki krizler ile deniz taşımacılığı arasındaki ilişkinin kapsamlı bir incelemesini sunarak, gelecekteki aksaklıkları en aza indirmek için stratejilerin ve dayanıklı sistemlerin gerekliliğini net bir şekilde vurgulamaktadır.

Geçmiş yıllarda gerçekleştirilen çalışmaların özetleri incelendiğinde çalışmaların temel hedeflerinin deniz tedarik zincirlerinin sağlamlığını, operasyonlardaki aksaklıkları, pazar yapısındaki değişiklikleri, deniz yolu hatları ve terminal operatörlerinin aldığı stratejik aksiyonları kavramak olduğu söylenebilir. Bu çalışmalarda 2008-2009 mali krizinin ve COVID-19 salgını gibi aksakların konteyner taşımacılığı sektörü üzerindeki etkilerini incelemek için çeşitli metodolojiler kullanılmıştır. Bu yöntemler karşılaştırmalı analizler, faktör analizi, pazar analizi, literatür incelemeleri, Delphi uzman anketleri, zaman serisi analizi, regresyon analizi ve kompleks ağ analizi gibi çeşitli tekniklerdir. Her yöntem, deniz lojistiği ve konteyner taşımacılığı sektörlerindeki pazar dinamikleri, operasyonel aksaklıklar, finansal etkiler veya stratejik tepkiler gibi belirli ilgi alanlarını araştırmayı hedeflemiştir. Literatür taraması sonucunda öne çıkan temel noktalar şu şekilde özetlenebilir:

- ✓ Hem 2008-2009 mali krizi hem de COVID-19 pandemisi, konteyner taşımacılığı ve liman operasyonları üzerinde belirgin ve benzersiz kısa vadeli etkiler yaratmıştır. Bu etkiler farklı krizlerin benzer büyüklükteki bozulmalar karşısında sektörün dayanıklılığını ve tepkilerini anlamak için incelenmiştir.
- ✓ Pandemi, konteyner nakliye piyasalarında kesintilere ve bu kesintilerin finansal sonuçlarına yol açmıştır. Konteyner taşıyıcılarının agresif fiyatlandırma stratejileri ve bunların ekonomik etkileri önemli bir inceleme konusu olmuştur.
- ✓ COVID-19 global tedarik zincirlerinde benzeri görülmemiş aksaklıklara sebep olmuştur. Liman faaliyetleri, deniz yolu terminalleri ve iç taşımacılık sektörü üzerindeki etkileri, yönetim zorlukları ve fiyat artışları gibi çeşitli boyutlarda incelenmiştir.

²⁶⁴ Kim vd., 2022.

- ✓ Pandemi, deniz taşımacılığı güvenliğine etki eden yeni risk faktörlerini ortaya çıkarmıştır. Bu riskler, yönetim, altyapı, teknoloji ve operasyonel açılardan analiz edilmiştir.
- ✓ COVID-19'un deniz taşımacılığı üzerindeki etkileri, gemi tipine göre değişiklik göstermiştir. Bazı ekonomilerin durma noktasına gelmesi, konteyner ticaretinin ve taşımacılığının azalmasına yol açmıştır.
- ✓ Pandemi, denizcilik sektörünün çeşitli alanları üzerindeki yönetim etkileri ve operasyonel kayıplar açısından değerlendirilmiştir. Nakliye talebinin azalması, mürettebat değişimleri ve ülkeler arası seyahat zorlukları gibi çeşitli sorunlar vurgulanmıştır.
- ✓ Finansal krizler, konteyner taşımacılığı ve liman operasyonları üzerinde uzun vadeli etkiler yaratmıştır. Bu etkiler, navlun oranları, gemi arzı ve talebi gibi çeşitli faktörler üzerinden incelenmiştir.
- ✓ Krizler, denizcilik ve konteyner taşımacılığı endüstrilerinde dayanıklılık ve direnç kavramlarının önemini artırmıştır. Özellikle pandemi döneminde, tedarik zinciri dayanıklılığı ve liman lojistiği üzerindeki etkilerine odaklanılmıştır.
- ✓ Pandemi ve ekonomik krizler, denizcilik endüstrisinin operasyonel ve teknolojik uyarlamalarını gerekli kılmıştır. Bu bağlamda, otomatikleştirilmiş liman sistemlerinin önemi vurgulanmıştır.

3.2. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı, pandemi krizinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağı üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu doğrultuda, pandemi öncesi ve sonrası dönemlerde ağı geçirdiği değişim ve dönüşümleri analiz etmek, pandeminin merkezi ülkeler üzerindeki etkilerini ortaya koymak hedeflenmektedir. Çalışma ayrıca, uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının gelişim trendlerini ve kırılgan noktalarını tespit ederek, merkezi ülkelerin ağdaki rollerini ve bu ülkelerde meydana gelebilecek krizlerin potansiyel etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. İlaveten uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının pandemi sürecinde ve sonrasında sergilediği trend değişimlerini belirlemek, bu trendlerin gelecekteki yönelimlerini öngörmek ve sektörün krizlere karşı daha dayanıklı bir yapı kazanmasına katkıda bulunmak çalışmanın temel odak noktalarını oluşturmaktadır.

Çalışmada belirlenen amaçlara ulaşmak için aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmaktadır:

1. Uluslararası konteyner taşımacılığı ağının yapısal özellikleri nasıl şekillenmiştir?
2. Pandemi krizinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının yapısal özelliklerine olan etkileri nelerdir?
3. Uluslararası konteyner taşımacılığı ağında hangi ülkeler daha merkezi bir konuma sahiptir?
4. Pandemi krizinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının önemli ülkelerinde yarattı etkiler nasıl gelişmiştir?
5. Pandemi sürecinde deniz yolu konteyner taşımacılığı ağındaki topluluk yapıları nasıl değişmiştir?
6. Deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının gelişim trendi pandemi sürecinden nasıl etkilenmiştir?
7. Deniz yolu konteyner taşımacılığı ağındaki merkezi ülkelerin ağdan çıkarılması durumunda ağın yapısı nasıl değişmektedir?

3.3. Çalışmanın Önemi

Uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı, küresel ticaretin ana omurgası olarak işlev görmektedir ve dünya ekonomisinin büyük bir kısmını desteklemektedir. Bu sektör, farklı kıtalardaki ülkeler arasında mal ve hizmetlerin güvenli, hızlı ve etkili bir şekilde taşınmasını sağlayarak, küresel ticaretin akışını kolaylaştırmaktadır. Ancak, deniz yolu konteyner taşımacılığı ağları, pandemi gibi beklenmedik krizlerle karşılaştığında, karmaşık bir yapıya sahip olduklarından dolayı büyük zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bu zorluklar, sadece taşımacılık sektörünü değil, aynı zamanda tedarik zincirlerini, endüstrileri ve hatta uluslararası ilişkileri etkileyebilir. Bu nedenle, pandemi krizinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı sektörü üzerindeki etkilerinin anlaşılması ve bu etkilerin yönetimine yönelik stratejilerin geliştirilmesi, küresel ekonominin istikrarı ve sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Çalışmanın önemi, aşağıda belirtilen faktörden kaynaklanmaktadır.

- ✓ Deniz yolu konteyner taşımacılığı, dünya ticaretinin %80'inden fazlasını taşımaktadır ve küresel ekonominin sürdürülebilirliği için kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, sektörde meydana gelen değişimler, küresel ticaretin akışını doğrudan etkileyebilir ve bu da ekonomik istikrar üzerinde derin etkilere yol açabilir.

- ✓ Çalışma, pandemi öncesi ve sonrası dönemlerde uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının nasıl değiştiğini ve dönüştüğünü analiz ederek, sektördeki dönemsel değişimleri ortaya koyacaktır. Bu analiz, sektördeki eğilimlerin anlaşılmasına ve sistemin açık noktalarının tespitine katkı sağlayacaktır.
- ✓ Çalışma, pandemi sürecinde uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının metriklerinde meydana gelen değişimleri inceleyerek, krizin sektör üzerindeki etkilerini açığa çıkaracaktır. Bu analiz, hangi ülkelerin ve bölgelerin krizden daha fazla etkilendiğini belirleyecek ve krizin sektöre olan genel etkisini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.
- ✓ Çalışma, uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağındaki kırılgan noktaları belirleyerek, merkezi ülkelerde ortaya çıkabilecek krizlerin sektör üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirecektir. Bu analiz, sektördeki risklerin yönetilmesine yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacak ve sektörün krizlere daha dirençli hale gelmesini sağlayacaktır.

Araştırmanın bulguları, geniş bir yelpazedeki paydaşlara önemli katkılar sağlayacaktır. Endüstri uzmanları ve işletmeler, deniz yolu konteyner taşımacılığı sektöründeki değişimleri ve krizlerin etkilerini daha iyi anlayarak, stratejik kararlar almada rehberlik edici olabilirler. Politika yapıcılar ve düzenleyiciler, bu bulguları kullanarak sektörde uygun politika ve düzenlemelerin yapılmasına yardımcı olabilirler. Akademik çevreler, araştırmanın sonuçlarıyla gelecekteki araştırmaların yönünü belirleyebilir ve sektördeki eğilimleri daha iyi anlayabilirler. Ulusal ve uluslararası kuruluşlar ise bu bulguları, stratejik planlama ve kriz yönetimi süreçlerinde kullanarak sektörün daha güvenli ve etkili bir şekilde işlemesini sağlayabilirler. Bu nedenle, araştırmanın bulguları, deniz yolu konteyner taşımacılığı sektöründeki paydaşlar arasında geniş kapsamlı etkileşimlerde bulunarak sektördeki dönüşümü destekleyebilir.

Deniz yolu konteyner taşımacılığı tarih boyunca çeşitli krizlerle karşılaşmıştır. Ekonomik durgunluklar, doğal afetler, siyasi çatışmalar ve salgınlar gibi faktörler sektördeki dönemsel belirsizlikleri artırmış ve operasyonları derinden etkilemiştir. Özellikle pandemi gibi küresel ölçekte etkili olan krizler deniz yolu konteyner taşımacılığı ağlarını olumsuz yönde etkileyerek tedarik zincirlerini kesintiye uğratmış ve ticaret akışını önemli ölçüde etkilemiştir. Bu durum sektörün gelecekte de benzeri beklenmedik durumlarla karşılaşabileceğini göstermektedir. Geçmişte yaşanan krizlerin deneyimleri, gelecekteki belirsizliklere karşı hazırlıklı olmanın önemini vurgulamaktadır. Deniz yolu konteyner taşımacılığı krizlere karşı esneklik gösterme ve etkili kriz yönetimi stratejileri geliştirme yeteneğine sahip olmalıdır. Bu bağlamda, geçmişte yaşanan krizlerden alınan dersler, sektörün gelecekteki krizlere daha

hazırlıklı olmasını sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Bu sebeple çalışma, sektörün krizlere dirençli bir yapıya kavuşmasına ve operasyonlarını sürdürülebilir bir şekilde yönetmesine yardımcı olabilir. Dolayısıyla, deniz yolu konteyner taşımacılığı sektöründe yaşanan geçmiş krizlerin ışığında, gelecekteki belirsizliklere karşı hazırlıklı olmak önemli bir durumdur. Krizlere karşı dirençli bir yapı oluşturmak için sektörün kriz yönetimi stratejilerini güçlendirmesi ve esneklik göstermesi gerekmektedir. Bu şekilde, sektör gelecekteki krizlerle daha etkin bir şekilde başa çıkabilir ve küresel ticaretin istikrarını sağlayabilir.

3.4. Çalışmanın Yöntemi

Çalışma kompleks ağ analizi yöntemine dayanmaktadır. Bu yöntem, karmaşık sistemlerdeki yapıların ve dinamiklerin anlaşılmasında tercih edilen bir tekniktir. Çalışmada, ağ analizi kullanarak ağın genel yapısını, merkezi düğümleri ve topluluk yapıları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Kullanılan metriklerle ilişkin açıklayıcı bilgiler ve matematiksel gösterimler ikinci bölümde detaylı olarak verilmiştir. Ağın genel yapısını anlamak için aşağıdaki temel metrikler ve yöntemler kullanılmıştır:

- ✓ **Düğüm sayıları:** Ağdaki toplam düğüm sayısı, ağın büyüklüğünü belirlemektedir.
- ✓ **Kenar sayıları:** Ağdaki toplam kenar sayısı, düğümler arasındaki bağlantıların toplamını ifade eder.
- ✓ **Ortalama derece:** Bir düğümün ortalama bağlantı sayısını gösterir. Bu metrik, ağdaki düğümlerin genel olarak ne kadar bağlı olduğunu ölçer.
- ✓ **Yoğunluk:** Ağın ne kadar sıkı bağlantılı olduğunu gösteren metriktir. Bir ağın yoğunluğu, mevcut bağlantıların, mümkün olan maksimum bağlantılara oranı olarak tanımlanır.

Çalışmada ağın merkezinde yer alan düğümleri belirlemek için çeşitli merkezilik ölçümleri kullanılmıştır. Merkezi düğümler, ağdaki en etkili ve önemli düğümleri temsil eder. Çalışmada kullanılan başlıca merkezilik ölçümleri şunlardır.

- ✓ **Derece merkeziliği:** Bir düğümün kaç bağlantıya sahip olduğunu ölçer. Yüksek derece merkeziliğine sahip düğümler, ağdaki diğer düğümlerle daha fazla bağlantıya sahiptir ve bu nedenle daha merkezi bir konumdadır.
- ✓ **Özvektör merkeziliği:** Bir düğümün önemli konumda olduğunu bağlı olduğu düğümlerin merkezilikleri ile değerlendirir. Bu metrik, sadece düğümün bağlantı sayısını değil, aynı zamanda bu bağlantıların önemini de dikkate alır.

- ✓ Yakınlık merkeziliği: Bir düğümün, ağdaki diğer tüm düğümlere olan ortalama uzaklığını ölçer. Yakınlık merkeziliği yüksek olan düğümler diğer düğümlere daha kısa yollarla ulaşabilir.
- ✓ Arasındalık merkeziliği: Bir düğümün, ağdaki en kısa yollar üzerinde bulunma sıklığını ölçer. Yüksek arasındalık merkeziliğine sahip düğümler, ağdaki bilgi akışı için kritik düğümlerdir.

Kompleks ağ analizinde ağların görselleştirilmesi içinde farklı algoritmalar geliştirilmiş olup, çalışmada Fruchterman-Reingold algoritması tercih edilmiştir. Bu algoritma düğümler arasındaki mesafeleri optimize ederek, ağın anlaşılır ve estetik bir görsel temsilini oluşturur. Fruchterman-Reingold algoritması ağ grafiklerinin çizimlerinde kuvvet yönlendirme temeline dayanan (force-directed) yerleştirme algoritmasıdır. Algoritmanın temel prensipleri arasında çekici kuvvetler, itici kuvvetler ve optimum mesafe bulunmaktadır²⁶⁵.

- ✓ Çekici kuvvetler: Birbirine bağlı düğümler (komşu düğümler) arasında çekici kuvvetler vardır. Bu kuvvetler, düğümlerin birbirine yakın olmasını sağlar.
- ✓ İtici kuvvetler: Tüm düğümler arasında itici kuvvetler vardır. Bu kuvvetler, düğümlerin birbirinden uzak durmasını sağlar.
- ✓ Optimum mesafe: Düğümler arasındaki optimum mesafe, grafik çiziminin alanına ve düğüm sayısına bağlı olarak hesaplanır. Optimum mesafe, düğümlerin ideal olarak yerleştirilmesi için kullanılır.

Ağ içerisindeki topluluk yapılarının belirlenmesi ağın alt gruplarının ve bu gruplar arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını sağlar. Çalışmada topluluk yapılarını analiz etmek için modülerite analizi kullanılmıştır. Modülerite analizi ağın, sıkı bağlantılı alt gruplara (topluluklara) bölünmesini sağlayan bir yöntemdir. Modülerite ağın topluluk yapısının gücünü ölçer ve yüksek modülerite değeri ağın belirgin topluluk yapılarına sahip olduğunu gösterir.

Çalışmada ağın zaman içindeki trendinin pandemi döneminde değişip değişmediğini anlamak amacıyla volatilité analizi yapılmıştır. Hareketli volatilité, zaman serisi verilerinde belirli bir zaman diliminde verinin değişkenliğini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Finansal analizlerde yaygın olarak kullanılsa da ağ analizi gibi çeşitli alanlarda da uygulanmaktadır. Hareketli volatilité bir zaman serisi verisinin belirli bir hareketli pencere boyunca ölçülen volatilitésini ifade eder. Bu yöntem, volatilitéyi sürekli olarak güncellenen bir pencerede hesaplayarak, verilerdeki kısa ve orta vadeli dalgalanmaları daha net bir şekilde göstermektedir. Hareketli volatilité tekniğinin matematiksel gösterimi aşağıda sunulmuştur²⁶⁶.

²⁶⁵ Fruchterman & Reingold, 1991:3.

²⁶⁶ Huchet-Bourdon ve Korinek, 2011:29.

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=t-n+1}^t (x_i - \bar{x}_t)^2} \quad (3.1)$$

Burada σ_t ifadesi zaman t için hesaplanan volatilitiyi, n ifadesi pencere boyutunu, x_i ifadesi pencere içindeki i 'nci veri noktasını, $\bar{x}_t$ ifadesi pencere içindeki verilerin aritmetik ortalamasını ifade etmektedir.

Çalışmada küresel konteyner bağlantı ağının gelecekteki durumunu anlamak amacıyla ARIMA yöntemi kullanılmıştır. ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), zaman serisi analizinde kullanılan ve verinin geçmiş değerlerine dayalı olarak gelecekteki değerleri tahmin etmeye yarayan bir istatistiksel modeldir. ARIMA modeli, geçmiş gözlemler ve hata terimleri aracılığıyla zaman serisinin dinamiklerini yakalar ve öngöründe bulunur. Bu model özellikle finans, ekonomi ve mühendislik gibi çeşitli disiplinlerde yaygın olarak kullanılır. Modelin bileşenleri aşağıda açıklanmıştır²⁶⁷.

- ✓ AR (AutoRegressive)-Oto regresif Terim: Bu terim, zaman serisinin önceki değerlerinin bir lineer kombinasyonu olarak tanımlanır. AR terimi, p gecikme (lag) sayısı ile gösterilir ve geçmiş gözlemlerin bugünkü değeri nasıl etkilediğini ifade eder.

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \epsilon_t \quad (3.2)$$

Burada y_t mevcut zaman dilimindeki değeri, ϕ_i oto regresif parametreleri ve ϵ_t ak gürültü hata terimini ifade eder.

- ✓ I (Integrated)-Entegrasyon terimi: Zaman serisinin durağan hale getirilmesi için gereken fark alma işlemini ifade eder. Fark alma işlemi, zaman serisinin ortalama ve varyansının zamanla değişmemesi için uygulanır. d , seriyi durağan hale getirmek için gereken farkların sayısını belirtir.

$$y'_t = y_t - y_{t-1} \quad (3.3)$$

- ✓ MA (Moving Average)-hareketli ortalama Terim: Hata terimlerinin geçmiş değerlerinin lineer kombinasyonu olarak tanımlanır. MA terimi, q hareketli ortalama parametresini içerir ve bugünkü değerin geçmiş hata terimlerinin bir fonksiyonu olduğunu ifade eder.

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t \quad (3.4)$$

²⁶⁷ Box vd., 1994.

Burada θ_j hareketli ortalama parametrelerini ve ϵ_t ak gürültü hata terimini ifade eder.

ARIMA modeli, otoregresif, entegrasyon ve hareketli ortalama bileşenlerinin birleşimi ile oluşturulur ve genellikle ARIMA(p,d,q) olarak ifade edilir. Burada p terimi otoregresif terimlerin sayısını, d terimi entegrasyon terimlerinin sayısını ve q terimi hareketli ortalama terimlerinin sayısını belirtir.

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t \quad (3.5)$$

ARIMA modelinin uygulanmasında, öncelikle zaman serisinin durağan olup olmadığı incelenir. Durağanlık belirlenmesinde grafik incelemesi ve ADF testi kullanılmaktadır. Durağan olmayan seriler için fark alma işlemi uygulanarak seri durağan hale getirilir. Daha sonra otoregresif ve hareketli ortalama terimleri için en uygun p ve q değerleri belirlenir. Bu süreçte Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) grafiklerinden yararlanılır. Ayrıca AIC (Akaike Information Criterion) ve BIC (Bayesian Information Criterion) değerleri hesaplanarak uygun model seçimi yapılabilmektedir. Burada en düşük değere sahip AIC ve BIC modeli tercih edilmektedir. Model parametreleri belirlendikten sonra, model tahmin edilir ve öngöründe bulunulur. Modelin performansı hata terimleri ve öngörülerin doğruluğu üzerinden değerlendirilir.

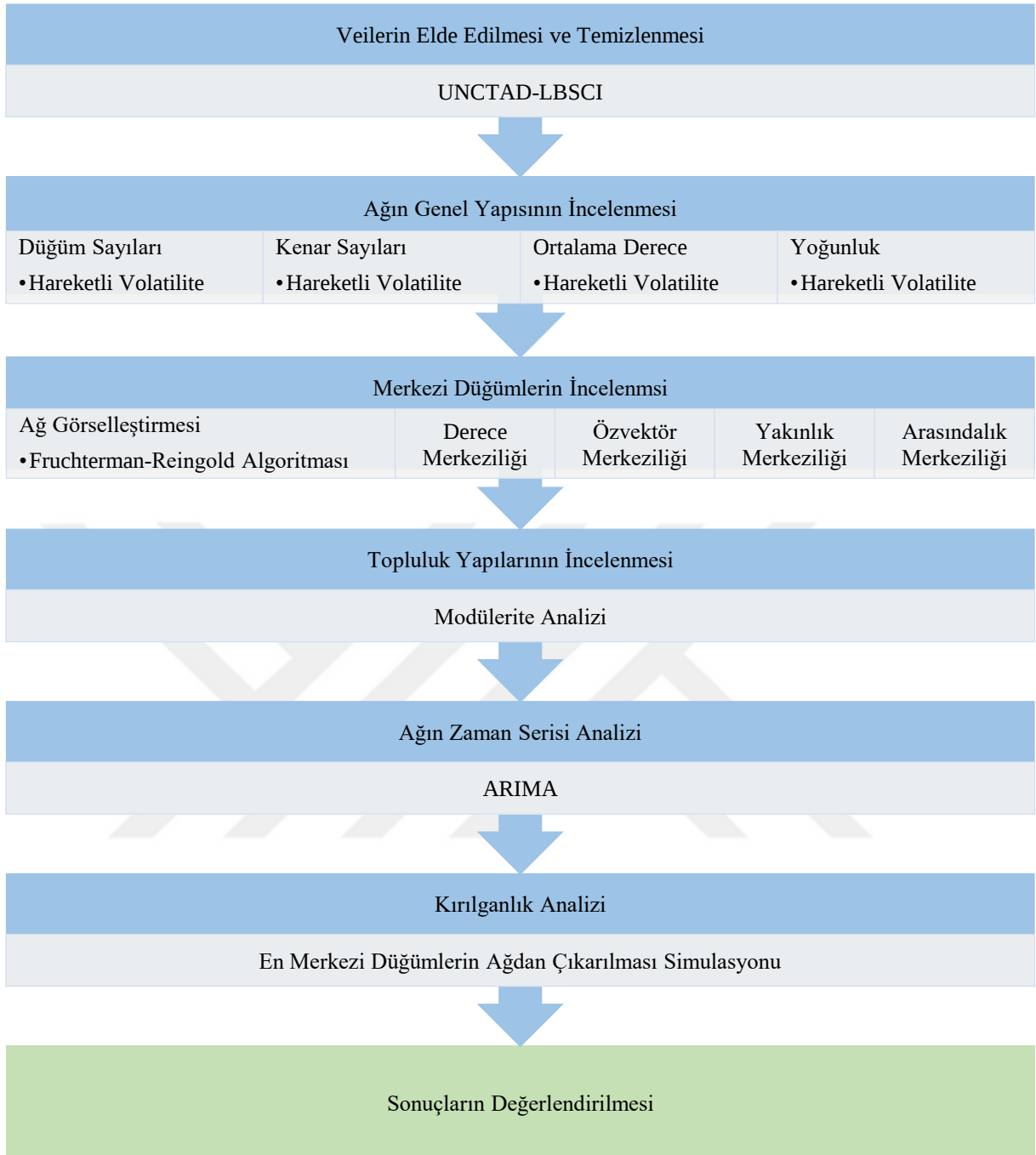
3.4.1. Araştırma Modelinin Oluşturulması

Araştırma modeli daha önce açıklanan amaçlara ulaşmak için beş ana adımı içermekte olup, bu aşamalar Şekil 3.1’de görülmektedir. Aşağıda her bir adımın detayları verilmiştir.

- ✓ Küresel konteyner ağının genel yapısına ilişkin inceleme: Bu adımda, 2006-2021 yılları arasındaki küresel konteyner ağına ilişkin temel metrikler incelenmiştir. Düğüm sayılarındaki değişim, ağdaki ülke sayısının yıllar içindeki değişimini; kenar sayılarındaki değişim, ülkeler arasındaki deniz yolu bağlantılarının sayısındaki değişimi; ortalama derece sayılarındaki değişim düğümlerin ortalama olarak sahip olduğu bağlantılardaki değişimi; yoğunluktaki değişim, ağın genel yoğunluğunun zaman içindeki değişimi göstermektedir. Bu metrikler zaman serisi olarak incelenerek hareketli volatilité analiz yöntemi ile dalgalanmalar incelenmiştir. Bu kapsamda sözü geçen temel ağ analizi metrikleri değerlerin zaman serisindeki incelenmiş ve pandemi sürecinde kırılma olup olmadığı tespit edilmiştir.
- ✓ Küresel konteyner bağlantı ağındaki seçilmiş düğümlere ilişkin inceleme: Bu adımda, ağın önemli konuma sahip düğümlerinin zaman içindeki merkezîyet değerleri (derece, özvektör, yakınlık, arasındalık) analiz edilmiştir. Öncelikle,

önemli ülkelerin merkezîyet değerlerindeki değişimler incelenmiş ve bu değişimlerin zaman içindeki eğilimleri belirlenmiştir. Ayrıca, pandemi döneminde bu önemli düğümlerin nasıl etkilendiği analiz edilmiştir.

- ✓ Küresel konteyner bağlantı ağındaki topluluk yapılarına ilişkin inceleme: Bu adımda Modülerite Analizi kullanılarak ağın topluluk yapıları belirlenmiş ve pandemi döneminde topluluk yapılarında meydana gelen değişimler kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir.
- ✓ Küresel konteyner bağlantı ağının zaman serisi incelemesi: Bu adımda, ağın gelecekteki yapısına ilişkin tahminler yapılmıştır. Ağın kenar sayıları üzerinden trend belirlenmiş ve ARIMA yöntemi kullanılarak gelecekte ağın nasıl olabileceği tahmin edilmiştir. Ayrıca, pandemi döneminde trenddeki kırılmalar belirlenmiştir.
- ✓ Küresel konteyner bağlantı ağının kırılabilirlik incelemesi: Bu adımda, ağın kırılabilirliği analiz edilmiştir. Ağın en önemli düğümleri (ülkeler) tek tek ağdan çıkarılarak ağ yapısındaki değişimler incelenmiştir. Önemli düğümlerin çıkarılması sonucu ağın nasıl etkilendiği değerlendirilmiş ve ağın kırılabilirlik düzeyi analiz edilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma Süreci ve Deseni

3.4.2. Veri Toplama Süreci

Çalışmada, pandeminin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı ağı üzerindeki etkilerinin analizi için LBSCI (Liner Shipping Bilateral Connectivity Index) verileri kullanılmıştır. Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) tarafından geliştirilen indeks iki ülke arasındaki konteyner taşımacılığı bağlantısının etkinliğini ölçen bir endekstir. Bu endeks, düzenli hat taşımacılığının ne kadar etkin çalıştığını ve iki ülkenin konteyner gemileriyle birbirine ne ölçüde bağlı olduğunu değerlendirir. LBSCI, doğrudan hat bağlantıları, aktarmalar (transshipment) ve gemi/hat özellikleri gibi çeşitli bileşenleri bir araya

getirerek ülkeler arası deniz taşımacılığı bağlantısını 0 ile 1 arasında bir puanla ifade eder. UNCTAD’ın belirlediği metodolojiye göre, LBSCI şu temel bileşenleri dikkate alır²⁶⁸:

- ✓ Doğrudan bağlantı durumu: İki ülke arasında aktarmasız (doğrudan) bir konteyner hattının bulunup bulunmadığı.
- ✓ Aktarma sayısı: Doğrudan hat bağlantısının olmadığı durumlarda, konteyner taşımacılığında kaç farklı limanda aktarma yapılması gerektiği.
- ✓ Gemi ve hat özellikleri: Bu bileşen; gemilerin büyüklüklerini (TEU kapasitesi), hat ya da sefer sıklığını (haftalık/aylık) ve belirli rotalarda faaliyet gösteren armatör (konteyner hattı) sayısını içerir.
- ✓ Ortak bağlantılar: İki ülkenin aynı üçüncü limanlarla veya hatlarla paylaştığı ortak bağlantılar ile bu bağlantıların sıklığı ve kapasitesi.
- ✓ Toplam taşıma kapasitesi: İlgili iki ülke arasında düzenli seferlerde kullanılan gemilerin toplam kapasitesini (TEU bazında) ifade eder.

3.4.3. Ağ Analizi Yazılımı ve Araçları

Çalışmada, karmaşık ağ yapılarını analiz etmek için Gephi adlı ağ analizi yazılımı kullanılmıştır. Gephi, ağ verilerini içe aktarma, görselleştirme, düğüm ve kenar özelliklerini analiz etme gibi temel işlevlerin yanı sıra, topluluk tespiti ve ağıın merkezilik ölçümünü hesaplama gibi daha gelişmiş analiz tekniklerini uygulama imkânı sunar. Gephi'nin sunduğu görselleştirme özellikleri, ağ yapısını anlamayı kolaylaştırırken, istatistiksel analiz araçları da ağdaki önemli özelliklerin incelenmesine olanak tanır. Bu şekilde Gephi, karmaşık ağ yapılarını anlamak ve görselleştirmek için kullanılan etkili bir araç olarak öne çıkar. Bu sebeplerden dolayı çalışmada bahsedilen yazılım tercih edilmiştir.

3.5. Çalışmanın Kısıtları

LBSCI deniz yolu konteyner taşımacılığına ilişkin bir veri seti olup, denizcilik sektöründe konteyner taşımacılığı dışında kalan genel kargo, dökme yük, tanker taşımaları gibi alanları içermemektedir. Bu kapsamda çalışmanın bulguları deniz yolu konteyner taşımacılığına ilişkin sonuçları vermektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan veriler çalışmanın yapıldığı süreçte UNCTAD tarafından açıklanmış durumda olan 2006Q1 ile 2021Q1 arasını kapsamaktadır.

²⁶⁸ UNCTAD. (2021). “Liner shipping bilateral connectivity index, quarterly”, <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.LSBCI> (erişim tarihi: 10.02.2022).

Kompleks ağ analizi yönteminin kullanıldığı çalışmalarda görselleştirme ve analiz aşamasında çalışmanın daha iyi anlaşılmasını ve grafiklerin yorumlanmasını kolaylaştırılmak amacıyla eşik değer kullanımı yaygın bir uygulamadır. Guerrero vd. çalışmalarında LBSCI verilerini kullanarak, denizcilik bağlantılarının kalitesini değerlendirmeyi ve görselleştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 0,3 indeks değeri üstü veriler kullanılmıştır. Söz konusu eşik değerin üzerindeki verilerin kullanılmasının amacı ülkeler arasındaki en güçlü LBSCI bağlantılarını vurgulamak ve görselleştirmeyi daha anlaşılır kılmak olarak ifade edilmiştir²⁶⁹. LBSCI verileri üzerine yapılan başka bir çalışmada ise Hoffmann vd. analiz ve ağ görselleştirmesinin daha anlaşılır olması için en yüksek bağlantı değerine sahip 250 kenar seçmişlerdir²⁷⁰. Bir diğer çalışmada ise Saygılı, LBSCI verilerini kullanarak dünya genelindeki denizcilik bağlantılarını analiz etmiştir. Analizde, düğümlerin LBSCI değerlerine göre filtreleme yapılarak ağın karmaşıklığı azaltılmıştır. Bu filtreleme sonucunda ülkeler dört gruba ayrılmıştır: en güçlü denizcilik bağlantılarına sahip ülkeler (Q3 veya üstü), orta düzeyde bağlantılara sahip ülkeler (Q2 ve Q3 arası), düşük düzeyde bağlantılara sahip ülkeler (Q1 ve Q2 arası) ve en zayıf bağlantılara sahip ülkeler (Q1 altı). Analiz Q3 grubu, yani denizcilik alanında en güçlü bağlantılara sahip ülkeler üzerinden gerçekleştirilmiştir²⁷¹. Hoffmann vd. ile Saygılı'nın çalışmalarında kullanılan teknik, her dönem için eşit sayıda kenarın analize dahil edilmesini öngörmektedir. Ancak bu yaklaşım, ağ yapısının evrimini tam anlamıyla yansıtmada noktasında eksiklikler barındırmaktadır. Bu nedenle, Guerrero vd.'nin çalışmasında uygulandığı gibi, analizde belirli bir eşik değeri kullanılması, ağ yapısının güçlü bağlantılar üzerinden daha doğru bir şekilde incelenmesini sağlaması açısından daha uygun bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Bu sayede ağın zaman içindeki evriminde eşik değeri üzerine çıkan bağlantıların analize dahil edilmesi mümkün olmuştur. Bu kapsamda ağın gelişimi ya da zayıflaması daha net bir şekilde belirlenebilmiştir.

LBSCI veri seti, konteyner taşımacılığına dair kapsamlı bir kaynak olup 2006 yılının ilk çeyreğine ait 25.761 veriyi içermektedir. Bu büyük hacimli veriyle oluşturulan ağ görselleri oldukça karmaşık bir yapı sergilediğinden, çalışmada öncelikle güçlü bağlantılara odaklanılmıştır. Veri setinde düşük bağlantı ağırlığına sahip kayıtlar da yer almakta; bu zayıf bağlantılar, istatistiksel analiz sonuçlarını yanıltıcı hale getirebilmektedir. 2006'nın ilk çeyreğinde, Çin'in 161 ülkeyle bağlantıları 0,15–0,56 aralığında ağırlığa sahipken, yine 161 ülkeye bağlantısı bulunan farklı bir ülkenin bağlantı ağırlıkları 0,10–0,20 aralığında değişmektedir. Çin'in bağlantıları ortalama 0,24 gibi daha yüksek bir değeri gösterirken, diğer

²⁶⁹ Guerrero vd., 2021.

²⁷⁰ Hoffmann, 2014.

²⁷¹ Saygılı, 2022.

ülkenin bağlantı yoğunluğu ortalama 0,11'dir. Eşik değeri uygulanmadığında her iki ülkenin de düğüm dereceleri, in-degree, out-degree ve ortalama derece metrikleri aynı çıkmakta; bu da aslında farklı özelliklere sahip iki ülkeyi istatistiksel olarak benzer göstererek yanıltıcı sonuçlara yol açmaktadır. Benzer şekilde, güçlü ve zayıf bağlantıları ayırmamak, derece merkeziliği, yakınlık merkeziliği ve arasındalık merkeziliği gibi ölçümlerin hatalı değerlendirilmesine yol açarak, ağın yapısal olarak en önemli noktalarının doğru bir şekilde tanımlanmasını zorlaştırmaktadır.

Çalışmada eşik değeri belirlenmesinde duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Duyarlılık analizi, farklı eşik değerlerin veri seti üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla uygulanmış ve her bir eşik değeri için veri setinin temel istatistikleri hesaplanmıştır. Tablo 3.1'de yer alan değerlere bakıldığında, düşük değerlerin (0,1 ve 0,2) veri setinin büyük bir kısmını oluşturduğu görülmektedir. Ancak bu değerler, genel analizlere katkı sağlamak yerine veri setinde bir gürültü yaratma potansiyeline sahiptir. Bu durum, düşük değerlerin çıkarılmasını daha anlamlı bir veri seti oluşturma yönünde bir gereklilik haline getirmiştir. Yapılan duyarlılık analizine göre, 0,30 eşik değerinin kullanılması, veri setini daha homojen bir yapıya dönüştürmekte ve düşük uç değerlerin analiz sonuçları üzerindeki olası negatif etkilerini ortadan kaldırmaktadır. Elde edilen duyarlılık analizi sonuçları, 0,30 eşik değerinin seçilmesinin veri setinin ortalama ve standart sapması üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Örneğin, 0,30 eşik değeri kullanıldığında, veri setinin ortalama değeri 0,351'e yükselmiş, standart sapma ise 0,051 ile düşük bir seviyede kalmıştır. Bu durum, veri setinin daha odaklı ve homojen bir yapıya kavuştuğunu açıkça göstermektedir. Daha yüksek eşik değerleri kullanıldığında veri setindeki kayıt sayısının ciddi bir şekilde azaldığı ve bu durumun analitik anlamlılığı tehlikeye attığı görülmüştür. Tablo 3.1. incelendiğinde 0,4 eşik değerinde kayıt sayısı yalnızca 94'e düşerken, 0,5 eşik değerinde bu sayı 14'e kadar azalmıştır. Daha düşük eşik değerleri ise veri setinde ağırlıklı olarak düşük yoğunluklu değerleri koruyarak dağılımı bozduğu ve analiz sürecini karmaşık hale getirdiği belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Eşik Değerlerin Veri Seti Üzerindeki Etkilerine Yönelik Duyarlılık Analizi

Eşik Değer	Veri Sayısı	Ortalama	Standart Sapma
0,1	25.760	0,1778	0,049
0,2	5.450	0,2532	0,045
0,3	638	0,3505	0,051
0,4	94	0,4488	0,045
0,5	14	0,5333	0,018
0,6	0	0	0

Ağ analizinde eşik değerlerin kullanılmasının bir diğer sebebi de zayıf bağlantıların ağdaki toplulukları veya kümeleri de yanlış tanımlayabilmesidir. Bu durum, ağın doğal alt gruplarını ve bu gruplar arasındaki ilişkileri anlamayı zorlaştırır. İlaveten belirli ülkeler arasındaki güçlü ticaret ilişkilerini doğru bir şekilde saptamak yerine, zayıf bağlantılar nedeniyle bu ilişkiler bulanıklaşabilir ve gerçek topluluk yapıları belirginleşmeyebilir. Bunun dışında ağın genel yoğunluğu ve bağlantıların dağılımı hakkında da yanlış sonuçlara varılabilir. Bu, ağın genel yapısını ve bağlantı dinamiklerini yanlış anlamamıza yol açabilir. Ayrıca ağın ne kadar sıkı veya gevşek olduğunu anlamak zorlaşır ve bağlantıların nasıl dağıldığı konusunda yanıltıcı bir tablo ortaya çıkabilir. Bu sebeplerden dolayı çalışmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla, bağlantı gücü 0,30'un altında olan zayıf ağırlık değerine sahip bağlantılar veri setinden çıkarılmıştır.

3.6. Bulgular

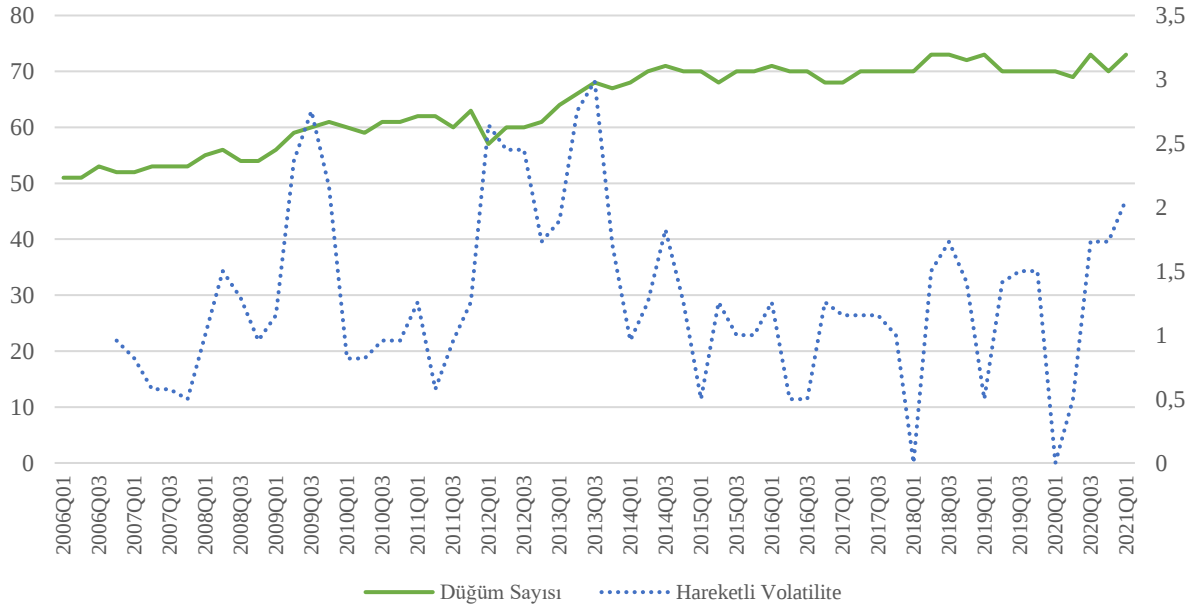
Bu başlık altında yapılan istatistiki analizin sonuçları üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda ağ analizine yönelik genel bulgular, merkezi ülkeler özelindeki değişime ilişkin bulgular, topluluk yapılarına ilişkin bulgular ve ağın zaman serisi analizine yönelik bulgular verilmiştir.

3.6.1. Küresel Konteyner Ağının Geneline İlişkin Bulgular

Şekil 3.2'de 2006'nın ilk çeyreği ile 2021'in ilk çeyreği arasında küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağında yer alan düğüm sayısının ve volatilitésinin zaman içindeki değişimini görülmektedir. Şekil incelendiğinde 2006 yılının ilk çeyreğinde 51 düğüm ile başlayan düğüm sayısı, incelenen 15 yıllık periyotta genel bir artış trendi izlemiştir. İncelenen 2006'dan 2021'e kadar olan dönemde düğüm sayısı 51'den başlayarak 73'e kadar yükselmiştir. Bu süre zarfında özellikle 2008Q1'de 55'ten 2018Q3'te 73'e ulaşan düğüm sayılarındaki artış belirgindir. Ancak, düğüm sayısında zaman zaman küçük azalmalar da gözlemlenmiştir. 2011Q1'de 62 iken, 2011Q2'de 60'a düşmüş ve benzer şekilde 2020Q1'de 70'ten, 2020Q2'de 69'a gerilemiştir. En

yüksek düğüm sayısı ise 2018 yılının ikinci ve üçüncü çeyreklerinde kaydedilen 73 olarak belirlenmiştir.

Şekil 3.2’de yer alan volatilité çizgileri incelendiğinde bazı dönemlerde volatilitenin sıfır veya oldukça düşük olduğunu gözlemlenmektedir. Bu, o dönemlerde düğüm sayılarında gözle görülür bir değişikliğin olmadığını göstermektedir. Ancak, bazı dönemlerde volatilité önemli ölçüde yükseldiği tespit edilmiştir. Bu durum o zaman dilimlerinde düğüm sayılarında daha fazla dalgalanma olduğunun bir göstergesidir. 2006Q1- 2007Q4 dönemi boyunca düğüm sayısında önemli bir dalgalanma görülmemektedir. Volatilité oldukça düşüktür, bu da düğüm sayısında kararlılık olduğunu göstermektedir. 2008Q1- 2009Q4 döneminde özellikle 2009’un ikinci çeyreğinden itibaren volatilité artmaya başladığı ve 2009’un son çeyreğine kadar yüksek seviyelerde kaldığı görülmektedir. Bu belirli olaylar veya değişimler sonucunda düğüm sayılarında gözlemlenen belirgin dalgalanmaları yansıtmaktadır. 2010Q1- 2011Q4 döneminde genel olarak volatilité düşük, ancak 2011’in ilk ve son çeyreklerinde artışlar bulunmaktadır. 2012Q1- 2013Q4 döneminde volatilité özellikle 2013’ün üçüncü çeyreğinde yüksek değerlere ulaşmıştır. 2014Q1- 2017Q4 aralığında volatilité düşük seviyelerde seyretmiştir. Bu da düğüm sayılarının nispeten stabil olduğunu göstermektedir. 2018Q1- 2019Q4 aralığında volatilité genel olarak düşük olmakla birlikte 2018’in ikinci ve üçüncü çeyreklerinde artışlar gözlenmektedir. Pandeminin yaşandığı 2020Q1- 2021Q1arasılında ise 2020’nin ilk çeyreğinde volatilité sıfır seviyesindedir. Fakat ilerleyen süreçte pandeminin etkilerinin görülmeye başladığı 2020’nin üçüncü çeyreğinden itibaren volatilité artışı belirginleşmekte ve 2021’in ilk çeyreğinde en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Bu durum pandemi döneminde düğüm sayılarında önemli dalgalanmaların meydana geldiğini göstermektedir. Başka bir ifade ile deniz yolu konteyner bağlantı ağında yer alan ülkelerin istikrarının pandemiden olumsuz etkilendiği, bazı hatlarda ciddi aksamalara ve düğüm sayılarında dalgalanmalara yol açtığı gözlemlenmiştir.

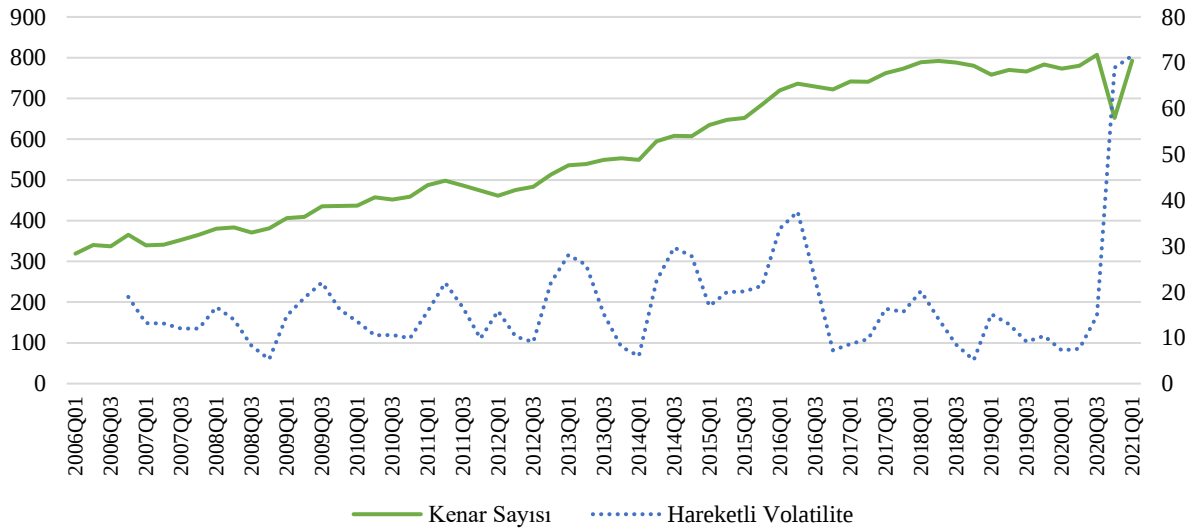


Şekil 3.2. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Düğüm Sayıları

Şekil 3.3'te 2006'nın ilk çeyreği ile 2021'in ilk çeyreği arasında küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağında yer alan kenarların çeyrek dönemler bazında nasıl değiştiğini göstermektedir. Şekil incelendiğinde ağın kenar sayısı, 2006Q1'deki 319'dan 2018Q2'de kaydedilen zirve noktası olan 792'ye kadar sürekli bir artış göstermiştir. Bu dönem içinde, özellikle 2009'da 406'dan 436'ya, 2011'de 487'den 498'e ve 2014'te 595'ten 608'e yükselmesi gibi dikkat çekici artışlar yaşanmıştır. Ancak 2020'nin ikinci ve üçüncü çeyreklerinde pandeminin etkileri ağın bağlantılarında daha belirgin bir şekilde gözlenmiştir. Özellikle 2020Q4'te bağlantı sayılarında oldukça önemli bir düşüşün olduğu görülmektedir. Bu dönemde bağlantı sayısı 652 olarak tespit edilmiştir. 2021'in ilk çeyreğinde ise kenar sayısı 793'e çıkarak ağın pandemi öncesinde gösterdiği büyüme trendine geri dönüş yaptığını işaret etmiştir.

Şekil 3.3'te yer alan volatilité çizgileri incelendiğinde, 2006Q1- 2009Q4 döneminde volatilité nispeten düşük ve dengeli bir seyir izlemiştir. Bu kenar sayılarında önemli dalgalanmaların olmadığını ve ağın kararlı bir yapıda olduğunu göstermektedir. 2010Q1- 2012Q4 döneminde ise volatilité bazı zirveler göstermiş olup genel olarak dalgalı bir seyir izlemiştir. Volatilitenin dalgalı olması, bu dönemlerde ağ yapısında bazı değişikliklerin olduğunu işaret etmektedir. 2013Q1- 2017Q4 arasındaki zaman içinde volatilité genellikle ortalama seviyede seyretmiş ve büyük dalgalanmalar gözlenmemiştir. 2018Q1- 2019Q4 arasında düşük volatilité tespit edilmiş olup kenar sayılarının bu dönemde kararlı olduğu görülmektedir. Pandemi etkisinin görüldüğü 2020Q1- 2021Q1 döneminde ise 2020'nin son çeyreğinde ve 2021'in ilk çeyreğinde volatilité dramatik şekilde yükselmiş ve en yüksek

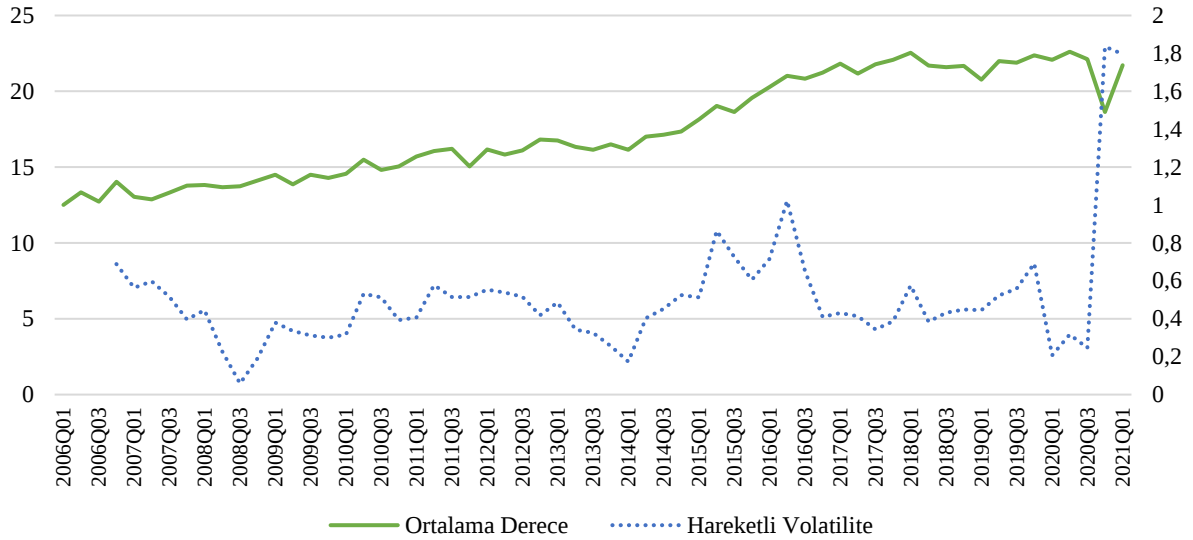
seviyelerine ulaşmıştır. Bu pandeminin global deniz yolu konteyner taşımacılığı ağ yapısı üzerinde ciddi etkileri olduğunu ve büyük dalgalanmalar yarattığını göstermektedir.



Şekil 3.3. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Kenar Sayıları

Şekil 3.4'te her bir düğümün ortalama derecesi yani düğüm başına düşen ortalama kenar sayısı görülmektedir. 2006'nın ilk çeyreğinde ortalama derece 12,51 olarak başlarken, zaman içinde bir artış göstererek 2021'in ilk çeyreğinde 21,73'e ulaşmıştır. Bu artış, ağın zamanla daha yoğun bağlantılara sahip olduğunu ve dolayısıyla her bir düğümün daha fazla kenarla bağlantılı hale geldiğini göstermektedir. Özellikle, 2010Q2'de ortalama derece 15,49'a çıkarken, 2016Q4'te 21,24 olarak kaydedilmiştir. Bu altı yıllık dönemde ağın bağlantı yoğunluğunda belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Pandemi dönemi olan 2020 yılına gelindiğinde, ortalama derece sayısı değişiklik göstermiş olup; 2020Q1'de 22,09 iken, 2020Q2'de 22,61'e yükselmiş ve ardından 2020Q3'te 22,11'e düşmüştür. Ancak, pandeminin etkilerinin derinden hissedildiği 2020Q4'te, ortalama derece önemli miktarda azalmış ve 18,63'e gerilemiştir. Bu düşüş, ağın bağlantı yoğunluğunun pandemi koşullarında azaldığını göstermektedir. 2021'in ilk çeyreğinde ise ortalama derece tekrar 21,73'e çıkmış, bu da ağın bağlantı yoğunluğunun pandemi öncesindeki seviyelere dönüş yaptığını işaret etmektedir.

Şekil 3.4'te yer alan volatilité çizgileri incelendiğinde, 2006'dan 2020'ye kadar olan zaman diliminde genel olarak dalgalanmalar olsa da düşük bir volatilité seviyesi görülmektedir. Bu kenar sayılarının bu dönemde nispeten durağan olduğunu ve önemli değişikliklerin meydana gelmediğini göstermektedir. Fakat 2020'nin son çeyreği ve 2021'in ilk çeyreğinde volatilité sert bir şekilde artarak 70'in üzerine çıkmıştır. Bu durum pandemi sürecinde küresel konteyner taşımacılığı bağlantılarında önemli değişimlerin olduğunu göstermektedir.

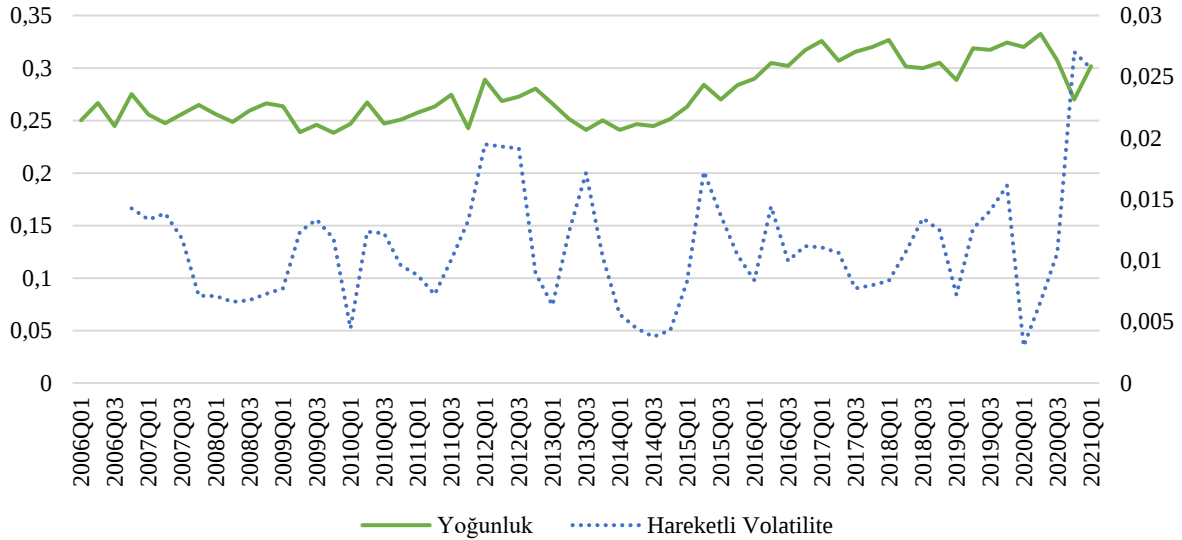


Şekil 3.4. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Ortalama Derece Sayıları

Şekil 3.5'te 2006'nın ilk çeyreği ile 2021'in ilk çeyreği arasında küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağının yoğunluğu görülmektedir. Şekil 3.5 incelendiğinde 2006'nın ilk çeyreğinde ağ yoğunluğu yaklaşık 0,250 olarak ölçülmüş ve bu oran dalgalanarak ilerlemiştir. Zaman içinde yoğunluk genel bir artış trendi göstermiştir. 2016 ve 2017 yıllarında bu artış devam etmiş, 2016Q2'de yoğunluk 0,305'e, 2017Q1'de 0,326'ya ulaşarak ağın giderek yoğunlaştığını göstermiştir.

Pandemi başladıktan sonra yoğunlukta farklı bir dinamik gözlemlenmiş, 2020Q2'de yoğunluk 0,332 ile belirgin bir artış göstermiş fakat aynı yılın son çeyreğinde 0,270'e düşmüştür. Bu düşüş, pandeminin ağ üzerindeki etkisinin ve dünya çapında liman işleyişlerindeki aksamalara işaret etmektedir. İlerleyen dönemde 2021Q1'de yoğunluk 0,302'ye yükselerek pandemi öncesindeki seviyelere doğru bir toparlanma işareti vermiştir.

Şekil 3.5'te yer alan volatilité çizgileri incelendiğinde, volatilité genel olarak düşük ve dengeli seviyelerde seyretmiş olup bu durum deniz yolu konteyner taşımacılığı ağının yoğunluğunda görece az dalgalanma olduğunu göstermektedir. 2008 ve 2012 yıllarında hafif zirveler gözlemlenmiş, ancak bunlar sınırlı kalmıştır. 2020'nin son çeyreğine doğru volatilité keskin bir artış göstermiş ve 2021'in ilk çeyreğinde zirveye ulaşmıştır. Bu, pandemi döneminde deniz yolu konteyner taşımacılığı ağlarında yaşanan önemli değişiklikleri ve bunun yoğunluğa etkisini yansıtmaktadır. Grafiğin gösterdiği volatilité değerlerindeki bu keskin artış, küresel taşımacılık ağlarının karşı karşıya kaldığı zorlukları göstermektedir.

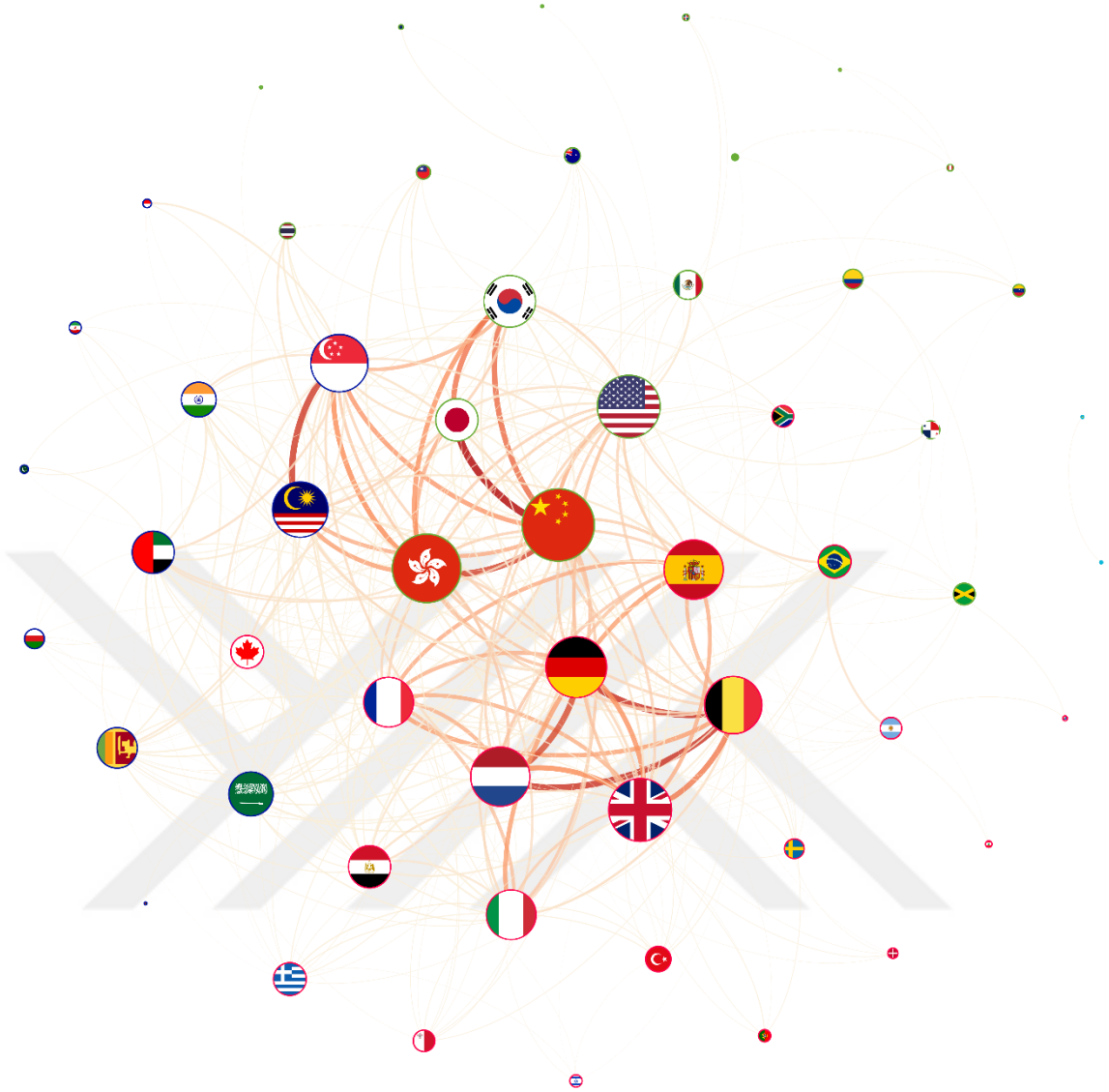


Şekil 3.5. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı Yoğunluk Değerleri

3.6.2. Küresel Konteyner Bağlantı Ağındaki Merkezi Düğümlere İlişkin Bulgular

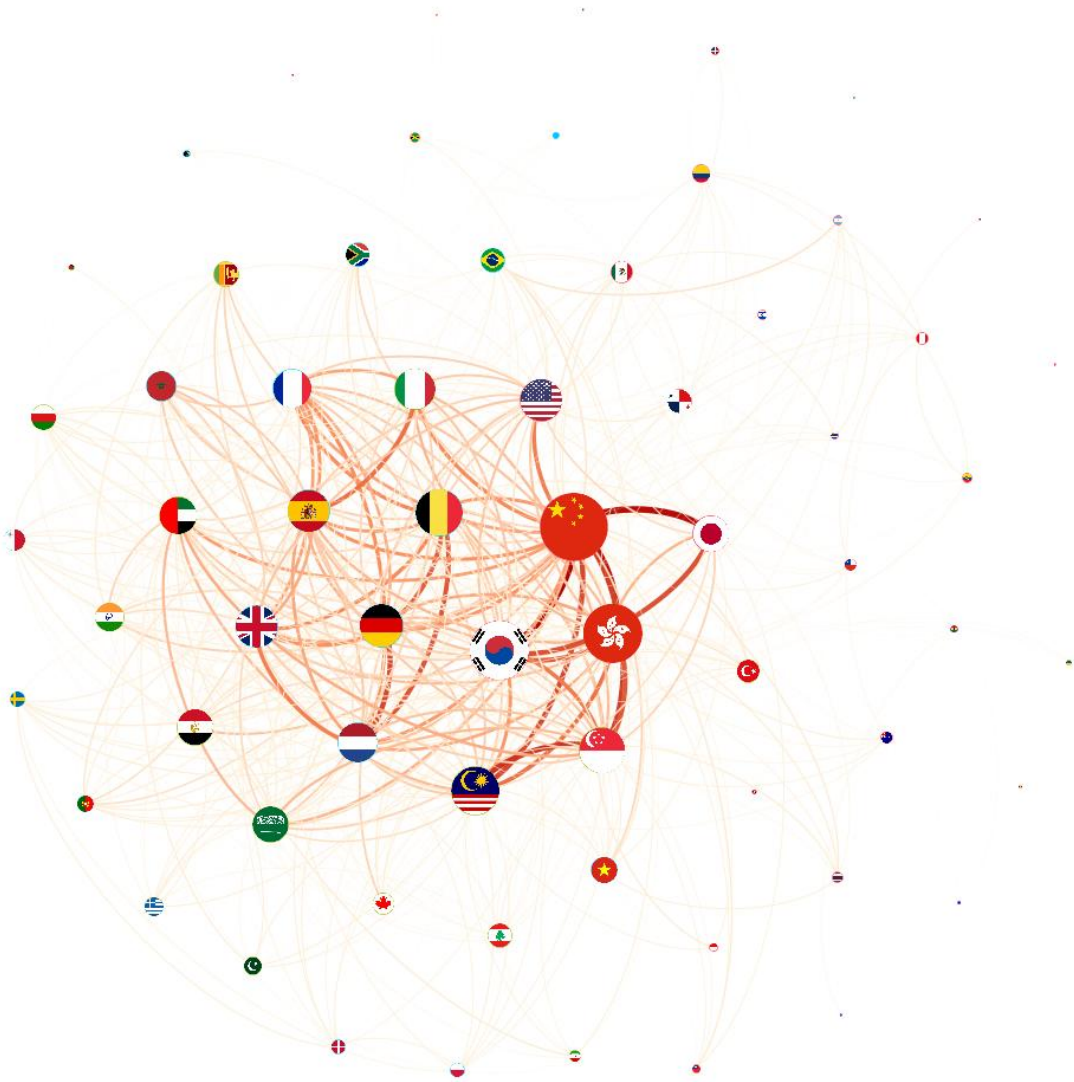
Şekil 3.6 ile Şekil 3.11 arasındaki ağ görsellerinde sırayla 2006, 2011, 2016, 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait Gephi programında Fruchterman-Reingold algoritması ile oluşturulan küresel konteyner bağlantı ağları görülmektedir. Şekillerde yer alan düğümlerin çapları söz konusu düğümün derecesini yani diğer düğümlerle olan bağlantı sayısını yansıtmaktadır. Daha fazla bağlantıya sahip olan düğümlerin çapları daha büyük görünmektedir. Düğümlerin etrafındaki renkler ise modülerite gruplarını yansıtmaktadır. Düğümler arasındaki bağlantıların kalınlığı ise söz konusu düğümler arasındaki ilişkinin gücünü göstermektedir. İki düğüm arasındaki konteyner bağlantı gücü ne kadar yüksekse görselde yer alan bağlantının kalınlığı da o kadar büyüktür.

2006 yılına ait küresel konteyner bağlantı ağında, Çin, Hong Kong, Birleşik Krallık, ABD, Almanya, Hollanda, İspanya, Belçika, Singapur ve Malezya en fazla bağlantıya sahip ülkeler olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda söz konusu ülkeler önemli düğümler olarak ağda daha merkezde yer almakta ve ön plana çıkmaktadır. Modülerite grupları bağlantıların renkleriyle Asya, Avrupa ve Amerika arasındaki ticaret ağlarının bölgesel yoğunluğunu göstermektedir. Kenarların renkleri incelendiğinde bölgesel olarak birbirine yakın olan ülkelerin konteyner taşımacılık bağlantılarının daha güçlü olduğu görülmektedir. Bağlantıların kalınlıkları konteyner taşımacılığı bağlantılarının gücünü yansıtmaktadır. Özellikle Çin, ABD, Belçika, Hollanda ve Almanya arasındaki kalın bağlantılar, küresel konteyner taşımacılığının ve bu kapsamda gerçekleşen ticaretin söz konusu ülkeler arasında yoğun bir şekilde yapıldığını ortaya koymaktadır.



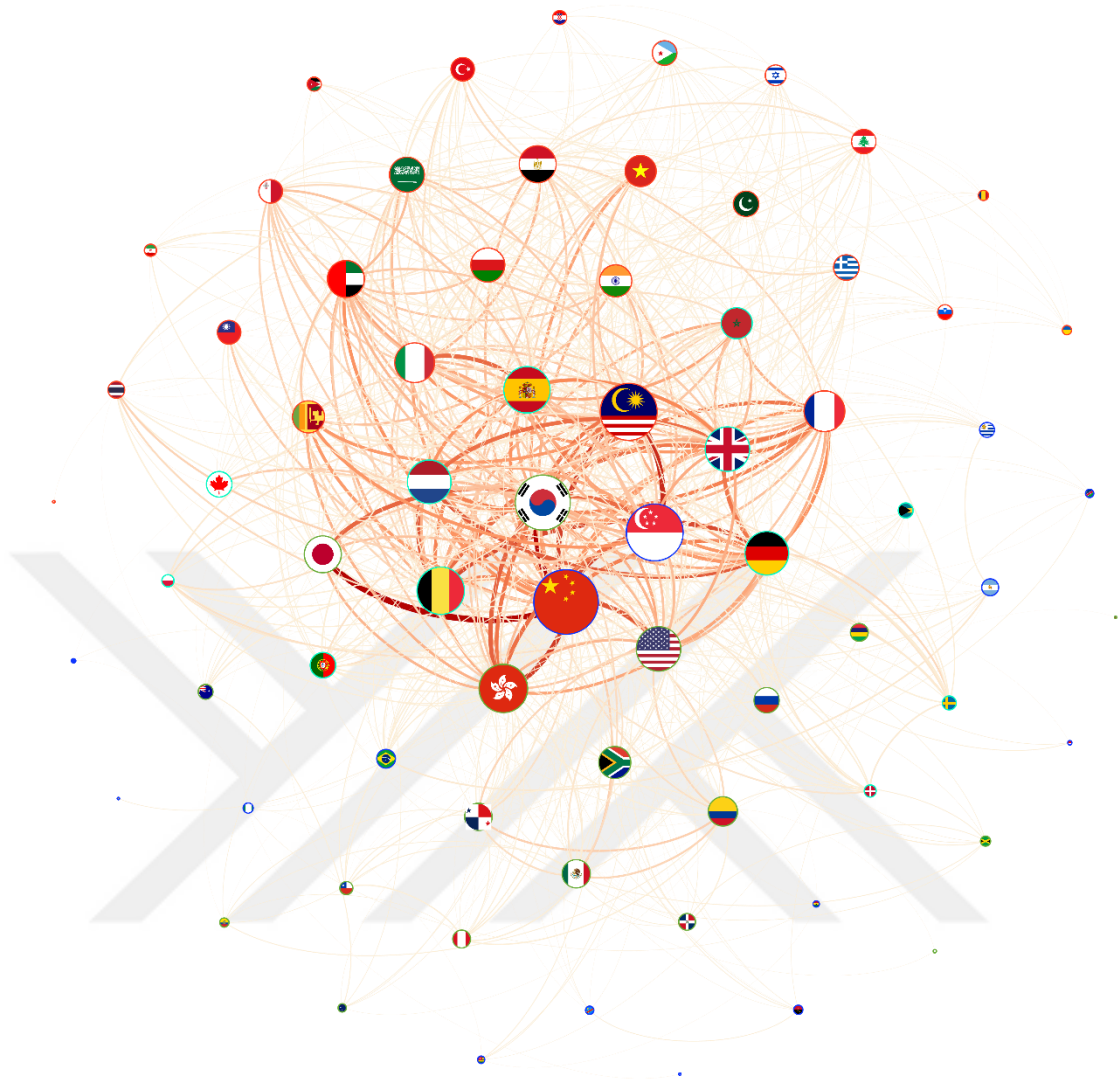
Şekil 3.6. 2006 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı

2011 yılında küresel konteyner ağındaki anahtar düğümler Çin, Hong Kong, Kore, Malezya, Belçika, Singapur, Almanya, ABD, Birleşik Krallık ve İspanya olarak belirlenmiştir. Bu ülkeler küresel konteyner ağına en yoğun ilişki sayısına sahip düğümleri olarak konumlanmıştır. Bağlantı kalınlıklarındaki artış ülkeler arasındaki konteyner ticaret ilişkilerinin arttığını göstermektedir. Avrupa ülkelerinin birbirleri arasındaki bağlantıları da oldukça kalın olup, bölgesel olarak Avrupa ülkelerindeki konteyner bağlantı gücünün geliştiğini yansıtmaktadır.



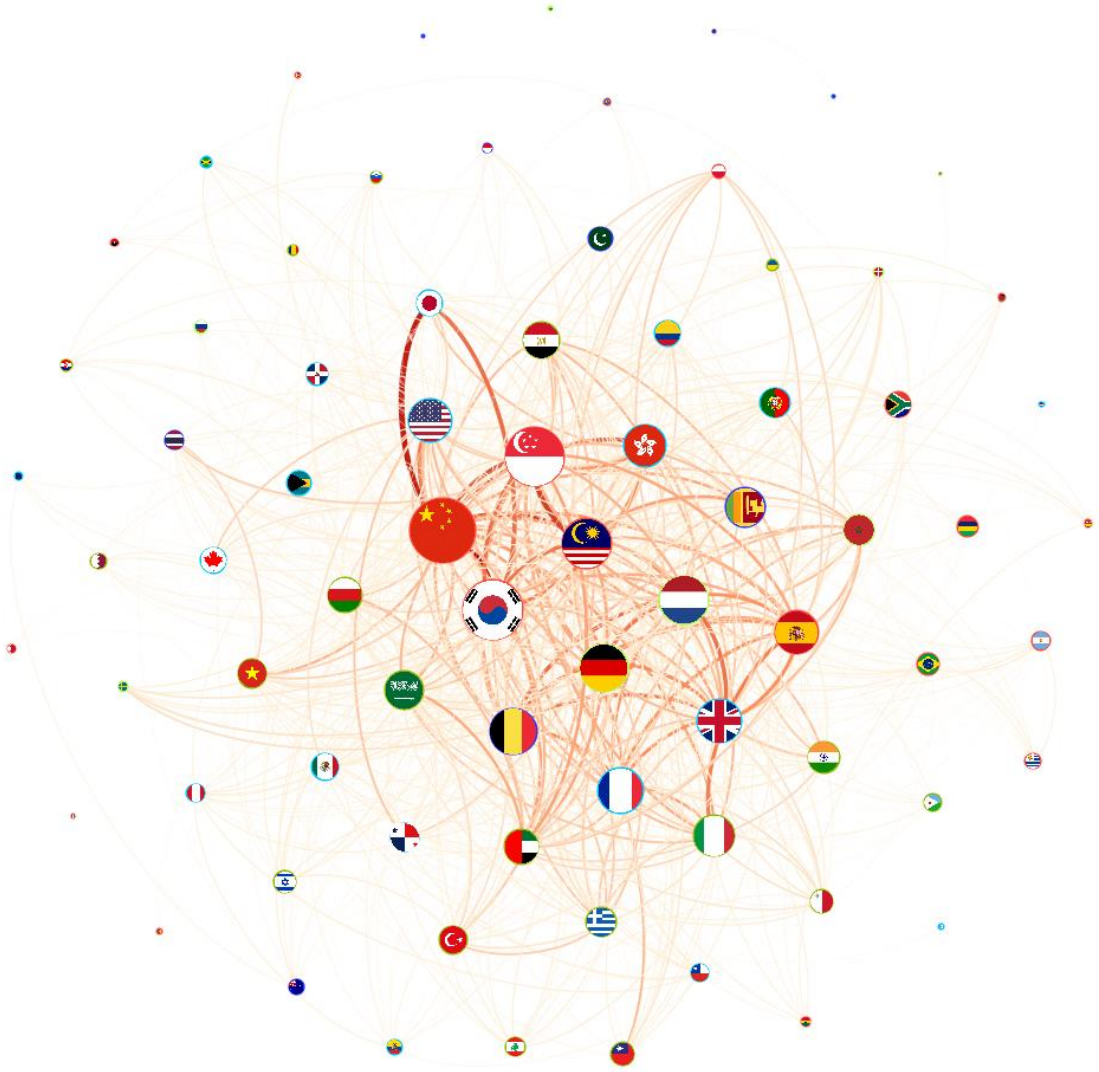
Şekil 3.7. 2011 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı

2016 yılına gelindiğinde ise küresel konteyner bağlantı ağında Çin, Malezya, Singapur, Kore, Hong Kong, Belçika, İspanya, Birleşik Krallık, ABD ve Almanya önemli düğümler olarak merkezde olduğu görülmektedir. Ağdaki modülerite grupları arasında görülen bağlantılar ticaretin Asya, Avrupa ve Amerika arasında güçlü bir şekilde devam ettiğini göstermektedir. Özellikle bağlantı kalınlıkları konteyner taşımacılığı kullanılarak yapılan ticaretin daha kolay bir şekilde yapılabileceğini yansıtmaktadır.



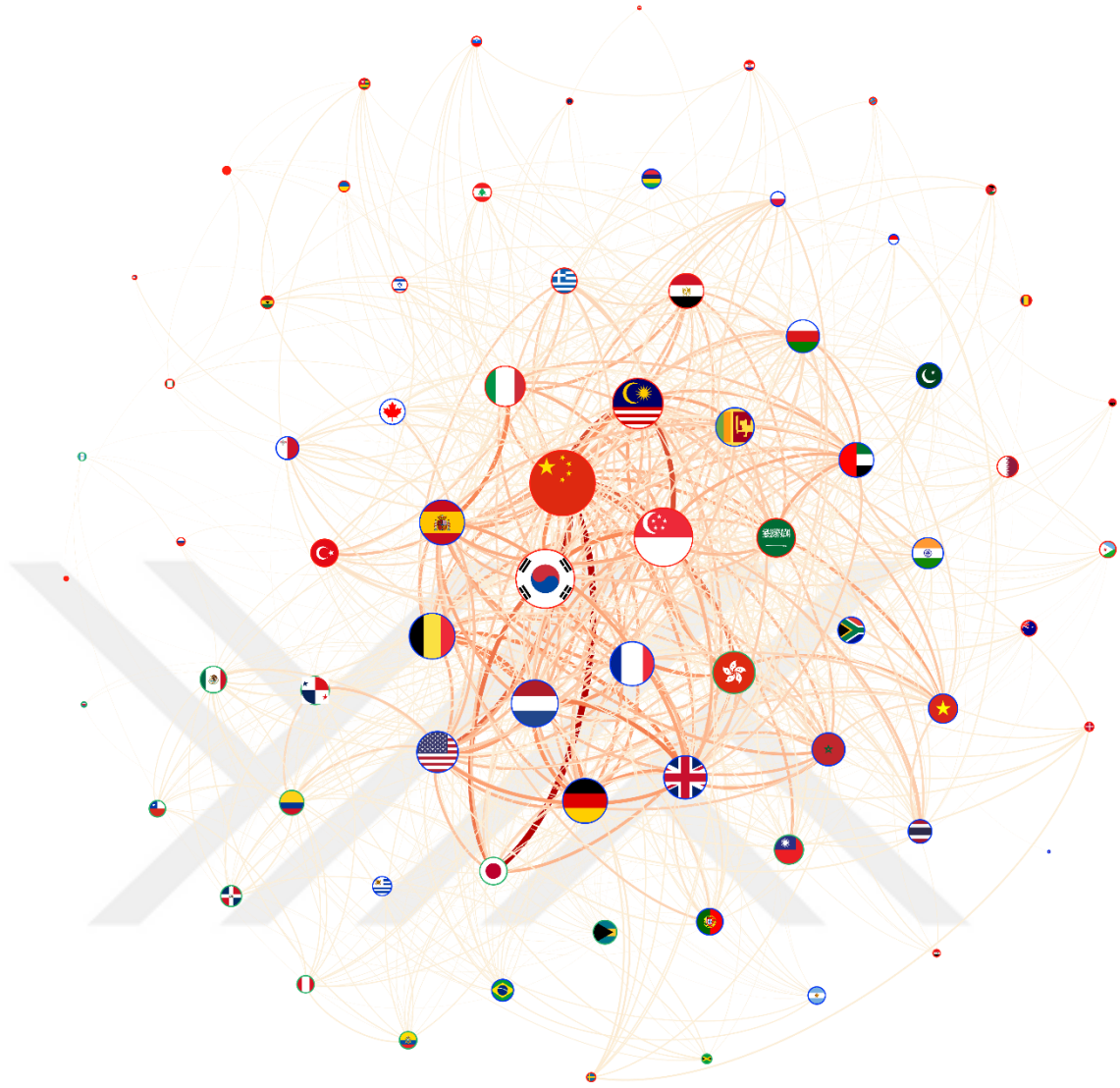
Şekil 3.8. 2016 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı

2019'da Çin, Kore, Singapur, Malezya, Hollanda, Almanya, Belçika, Fransa, Birleşik Krallık ve İspanya küresel ticaret ağında merkezi bir rol oynamaya devam etmişlerdir. Farklı renklerdeki modülerite grupları, küresel ticaret ağının pandemiden hemen önceki güçlü yapısını gözler önüne sermektedir. Özellikle Çin, ABD ve Almanya'nın bağlantı kalınlıkları, bu ülkelerin küresel konteyner ticaretinde önemli olduğunu göstermektedir.



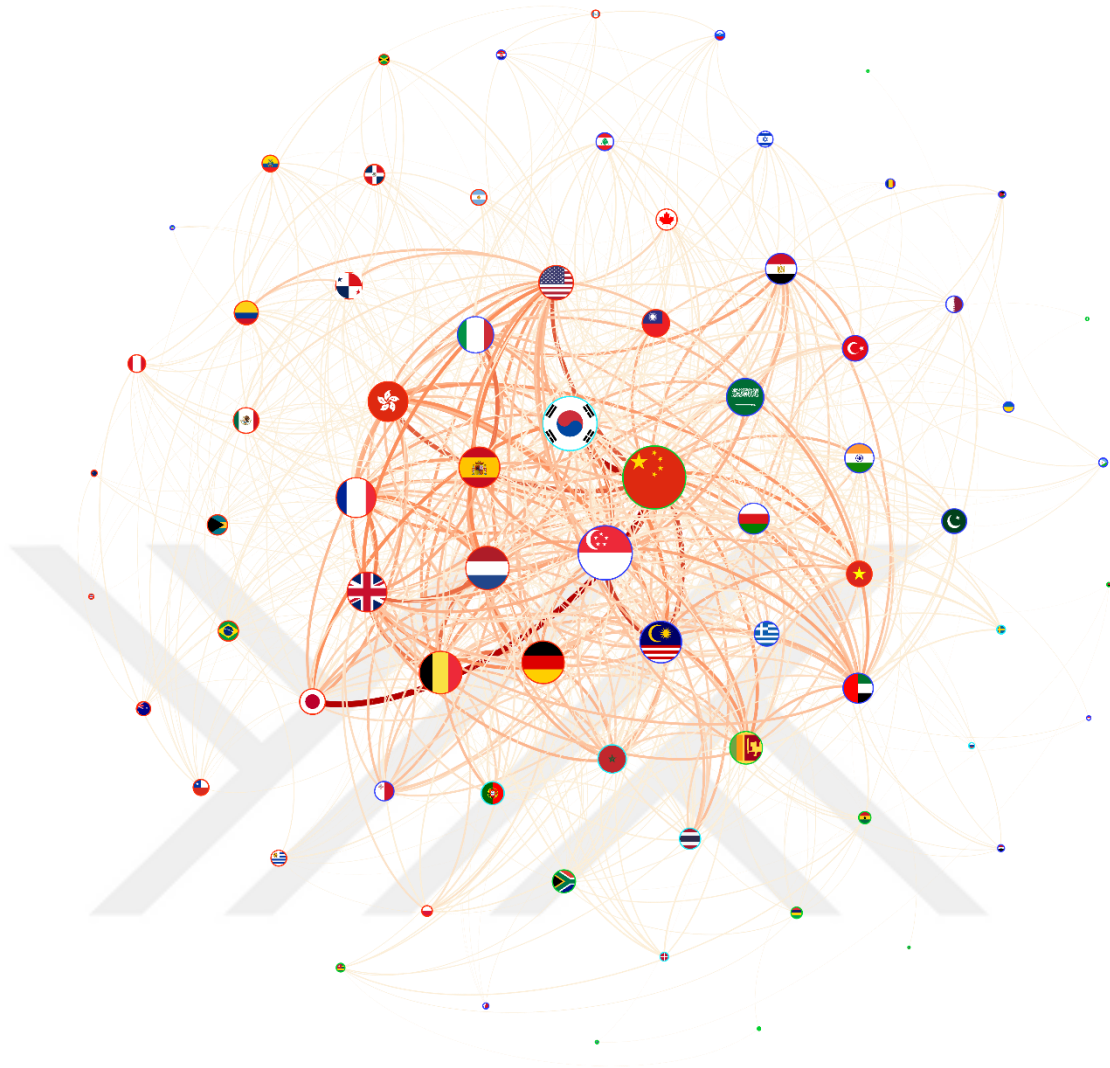
Şekil 3.9. 2019 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı

2020 yılında küresel konteyner ticareti, COVID-19 pandemisinin etkisiyle büyük ölçüde etkilenmiştir. Çin, Kore, Singapur, Malezya, Hollanda, Belçika, Almanya, İspanya, Fransa ve Birleşik Krallık yine merkezde olmasına rağmen düğüm büyüklükleri önceki yıllara göre azalmış olarak görülmektedir. Bağlantı kalınlıklarının da belirgin şekilde incilmesi, pandeminin uluslararası konteyner ticaretini büyük ölçüde yavaşlattığını gösteriyor. Özellikle ülkeler arasındaki kalın bağlantıların incilmesi, ticaret ağındaki etkileşimlerin azaldığını ortaya koymaktadır.



Şekil 3.10. 2020 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı

2021 yılında, pandeminin etkileri devam etmesine rağmen küresel konteyner ticaretinde toparlanma belirtileri gözlemlenmiştir. Çin, ABD, Almanya, Japonya ve Güney Kore yine ağın önemli düğümleri olmaya devam etmiştir. Önceki yıla kıyasla düğüm büyüklükleri biraz daha artmış durumdadır.



Şekil 3.11. 2021 Yılı Küresel Konteyner Bağlantı Ağı

Pandemi öncesi, yani 2019 yılına ait ağ ile pandeminin etkilerinin dünya genelinde yaygınlaştığı 2020 yılına ait ağda yer alan düğümler incelendiğinde söz konusu düğümlerin salgından farklı ölçüde etkilendiği görülmektedir. Bu bağlamda düğümlerin bağlantılarının bazılarında azalma, bazılarında artış ve bazılarında da değişim olmadığı görülmüştür. Ağda yer alan önemli bağlantılara sahip ilk 50 düğümün 2019 ve 2020 yıllındaki derece sayılar ve bunlardaki değişim yüzdeleri Tablo 3.2’de görülmektedir.

Artan bağlantılar kategorisindeki ülkeler arasında Katar, Tayvan, Uruguay, Tayland, Ekvador, Fas, Pakistan ve Japonya gibi ülkeler yer almaktadır. Bu ülkelerdeki bağlantı sayılarını ifade eden derecelerindeki artış %40'a kadar varmaktadır. Bu artışlar, söz konusu ülkelerin pandemi sürecine rağmen konteyner bağlantı ağlarında dirençli olduğunu veya ticari açıdan öneminin arttığını göstermektedir. Değişmeyen bağlantılar kategorisindeki ülkeler Kore,

Belçika, Fransa, Birleşik Krallık, İtalya, Sri Lanka, Hindistan ve Panama gibi ülkelerdir. Bu istikrar, pandemi sürecindeki aksamalara veya ticaret kalıplarındaki önemli değişikliklere rağmen bu ülkelerin deniz yolu konteyner taşımacılığı gücünün büyük ölçüde aynı kalmış olduğunu göstermektedir. Azalan bağlantılar kategorisinde ise İsrail, Yunanistan, Şili ve Portekiz gibi ülkeler başı çekmektedir. Ayrıca küresel deniz yolu taşımacılığı açısından önemli konumda yer alan Hollanda, ABD, Almanya gibi ülkelerde de derece sayılarında azalma gözlemlenmiştir. Bu ülkelerdeki bağlantı derecelerindeki düşüş %2 ile %31 arasında değişmektedir. Bu düşüş pandemi sürecinin söz konusu ülkelerin konteyner taşımacılığı bağlantılarına zarar verdiğini göstermektedir.

Tablo 3.2. 2019-2020 Yılları Arasında Düşüm Derecelerindeki Değişim

Ülke	2019 Yılı Derece	2020 Yılı Derece	Değişim (%)	Ülke	2019 Yılı Derece	2020 Yılı Derece	Değişim (%)	Ülke	2019 Yılı Derece	2020 Yılı Derece	Değişim (%)
Artanlar				Değişmeyenler				Azalanlar			
Katar	15	21	+40,00	Kore	62	62	0	İsrail	22	15	-31,82
Tayvan	23	30	+30,43	Belçika	48	48	0	Yunanistan	30	26	-13,33
Uruguay	15	19	+26,67	Fransa	46	46	0	Şili	18	16	-11,11
Tayland	19	24	+26,32	Birleşik Krallık	45	45	0	Portekiz	30	27	-10,00
Ekvador	15	17	+13,33	İtalya	42	42	0	Cibuti	17	16	-5,88
Fas	31	34	+9,68	Sri Lanka	40	40	0	Arjantin	18	17	-5,56
Pakistan	24	26	+8,33	Hindistan	32	32	0	Peru	18	17	-5,56
Japonya	26	28	+7,69	Panama	29	29	0	Lübnan	19	18	-5,26
Polonya	13	14	+7,69	Türkiye	28	28	0	Mauritius	20	19	-5,00
İspanya	44	47	+6,82	Meksika	27	27	0	Dominik Cum.	22	21	-4,55
Malezya	51	53	+3,92	Kanada	26	26	0	Almanya	49	47	-4,08
Güney Afrika	26	27	+3,85	Bahamalar	24	24	0	Kolombiya	26	25	-3,85
Vietnam	29	30	+3,45	Malta	23	23	0	Umman	35	34	-2,86
Çin	67	69	+2,99	Brezilya	22	22	0	Mısır	37	36	-2,70
B.A.E.	35	36	+2,86	Avusturya	15	15	0	A.B.D.	44	43	-2,27
Suudi Arabistan	39	40	+2,56					Hollanda	50	49	-2,00
Hong Kong	43	44	+2,33								
Singapur	61	62	+1,64								

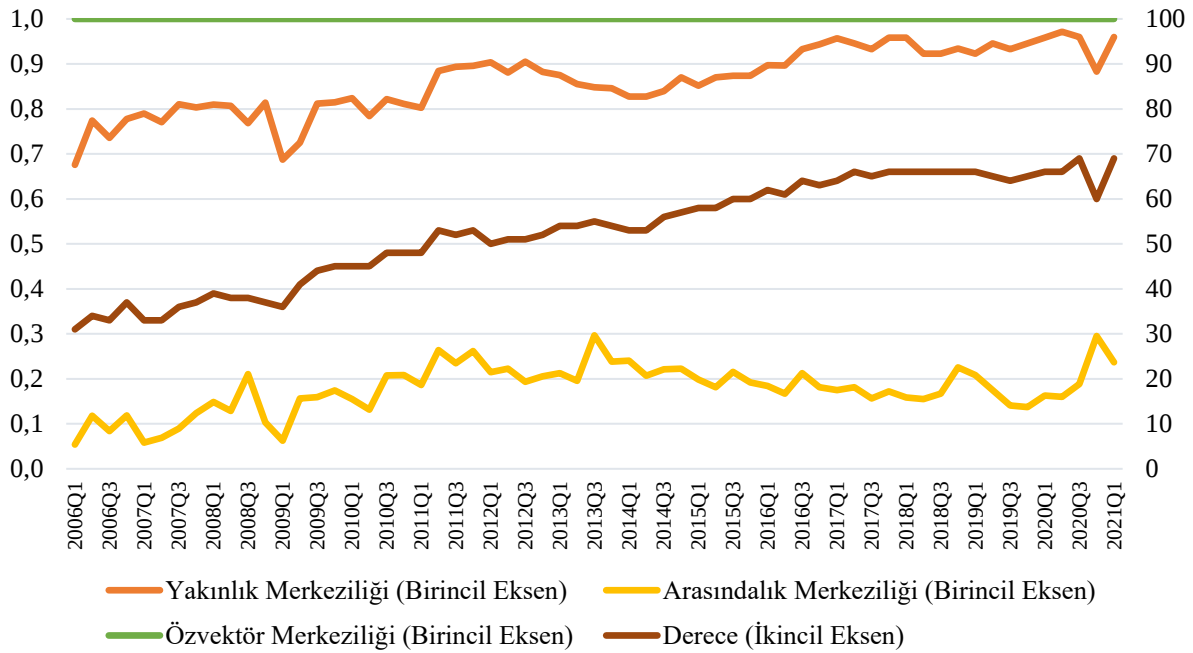
Şekil 3.12’de Çin’in küresel konteyner bağlantı ağındaki konumunun zaman içindeki değişimini yansıtan merkezilik bulguları birincil eksen, derece bilgileri ise ikincil eksen

görülmektedir. Çin'in yakınlık merkeziliği 2006Q1'de 0,675676 iken, 2021Q1'e kadar genel bir artış göstermiştir, bu süre zarfında değerler 0,789474 gibi daha yüksek seviyelere ulaşmıştır. Deniz yolu konteyner taşımacılığı açısından bu artış, Çin'in küresel konteyner taşıma ağlarında giderek daha merkezi bir düğüm haline geldiğini göstermektedir. Bu durum, Çin limanlarının ulaşılabilirliğinin arttığını ve konteyner taşımacılığindeki etkinliğinin arttığını göstermektedir. Çin'in arasındalık merkeziliği de 2006Q1'de 0,053973 iken 2021Q1'e kadar zaman zaman artmıştır. Özellikle 2016 ve 2018 yıllarında yükselen değerler, Çin limanlarının küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında önemli transfer ve aktarma merkezleri olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Bu, Çin'in dünya genelindeki ticaret rotalarında stratejik bir konumda olduğunu ve ana ticaret yolları üzerinde etkili bir köprü görevi gördüğünü belirtir. Özvektör merkeziliği değerinin sabit kalarak hep “1” olması, Çin'in küresel deniz yolu konteyner ağında diğer önemli limanlarla güçlü ve etkin bağlantılar kurduğunu göstermektedir. Bu durum, Çin'in bu ağdaki etkisinin ve bağlantılarının sürekli ve güçlü olduğunu yansıtmaktadır.

COVID-19 pandemi döneminde, Çin'in küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik değerleri önemli değişimler göstermiştir. 2019Q4 döneminde yakınlık merkeziliği 0,855172 ile başlarken, pandeminin etkisiyle 2020Q1'de 0,831169'a düşmüştür. Bu değer, 2020'nin üçüncü çeyreğine kadar düşmeye devam ederek 0,810127'ye kadar gerilemiş, sonrasında ise tekrar bir toparlanma göstermiş ve 2021Q1'de 0,842105'e ulaşmıştır. Arasındalık merkeziliği açısından ise 2019Q4'te 0,121951 ile oldukça yüksek bir seviyede iken, 2020Q1'de 0,084615'a düşmüştür. Bu dönemdeki dalgalanmalar, 2020Q2'de 0,104839'a yükselmiş, fakat sonraki çeyreklerde bu değer 0,093023 ve 0,101449 olarak dalgalanarak 2021Q1'de 0,087302 olarak kaydedilmiştir.

Çin'in derece değerlerine bakıldığında 2006 yılından itibaren bir artış trendinin varlığı göze çarpmaktadır. 2006 yılında 31 olan derece değeri zaman içinde 70'li değerlere kadar ulaşmıştır. Bu durum Çin'in deniz yolu konteyner taşımacılığında daha fazla ülkeyle güçlü bağlantılar kurduğunu göstermektedir. COVID-19 pandemi döneminde ise Çin'in küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki derece değerlerinde bir dalgalanma gerçekleşmiştir. 2019Q4 döneminde 65 olan derece değeri, pandemi başladığında 2020Q1 ve Q2'de 66'ya yükselmiştir. Bu dönemdeki artış, Çin limanlarının ağdaki bağlantı sayısının arttığını ve daha fazla rotada aktif olduğunu göstermektedir. 2020'nin üçüncü çeyreğinde derece değeri 69'a çıkmış, bu dönemde Çin limanlarının ağdaki bağlantılarının en yoğun olduğu zaman dilimi olmuştur. Ancak, 2020Q4'te 60'a düşmüştür. Bu da pandeminin etkisiyle bazı ticaret rotalarının bağlantı

sayısının azaldığını göstermektedir. 2021Q1'de ise derece değeri tekrar 69'a yükselmiş; Çin'in bağlantıları bir toparlanma sürecine girmiştir.



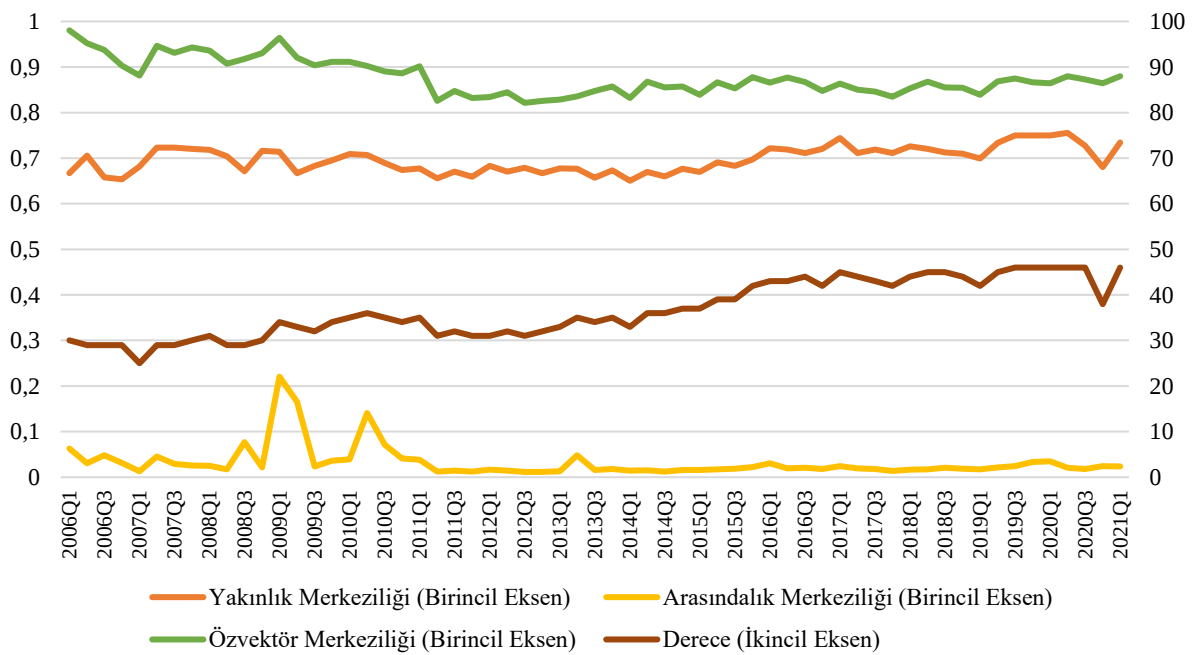
Şekil 3.12. Çin'in Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Belçika'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik değerleri 2006'dan 2021'e kadar dönemsel dalgalanmalar göstermiş olsa da genel olarak sabit bir eğilim izlemiştir. 2006Q1'de yakınlık merkeziliği 0,666667 iken, bu değer zaman içinde küçük artış ve azalışlarla dalgalanmış, genellikle 0,65 ile 0,70 arasında değişmiştir. Arasındalık merkeziliği, 2006Q1'de 0,063084 başlangıç değeriyle, bazı çeyreklerde 0,030574 gibi daha düşük seviyelere inmiş, diğer dönemlerde ise 0,047864 gibi değerlere çıkmıştır. Özvektör merkeziliği 2006Q1'de 0,980461 ile oldukça yüksek bir başlangıç yapmış ve bu değer zamanla azalarak genelde 0,90 civarında bir değere stabil hale gelmiştir.

Belçika'nın derece değerleri de 2006'dan 2021'e kadar farklılık göstermiştir. 2006Q1'de 30 olan değer, zaman içinde 25 ile 46 arasında dalgalanmıştır. 2016 yılına kadar artış trendi gösteren derece değerleri daha sonra stabil bir seyir sergilemiştir. Söz konusu derece değerleri Belçika'nın küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında ne kadar aktif olduğunu ve kaç farklı ülke ile güçlü bağlantı kurduğunu göstermektedir.

COVID-19 pandemi dönemi boyunca Belçika'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik ve derece değerleri, pandeminin etkisi altında önemli değişiklikler göstermiştir. Yakınlık merkeziliği 2019Q4 döneminde 0,750000 seviyesindeyken, 2020Q1'de aynı seviyede kalmıştır. Ancak, 2020Q2'de hafif bir artışla 0,755556'ya çıkmış, sonrasında ise 2020Q3'te 0,727273'e düşmüş ve 2020Q4'te 0,680000'e kadar gerilemiştir. Ancak, 2021Q1'de

0,734694'e yükselerek bir toparlanma belirtisi göstermiştir. Arasındalık merkeziliği 2019Q4'te 0,033600 iken, 2020Q1'de 0,034764'e çıkmıştır. Ancak pandeminin ilerleyen aylarında, 2020Q2'de 0,020830'a ve 2020Q3'te 0,017930'a düşmüş, 2020Q4'te 0,024330'a yükselmiş, 2021Q1'de ise 0,023507 olarak kaydedilmiştir. Derece değerleri ise pandemi sürecinde genel olarak sabit kalmış, 46 ile başlayıp aynı değerle devam etmiş ancak 2020Q4'te 38'e düşmüştür. Ancak 2021Q1'de tekrar 46'ya yükselerek eski seviyesine dönüş göstermiştir. Genel olarak pandemi sürecinde özellikle derece değerleri ve yakınlık merkeziliği istatistiklerinde önemli bir düşüş göze çarpmakta olup, pandeminin ilerleyen süreçlerinde önemli bir toparlanma sağlandığı görülmektedir.

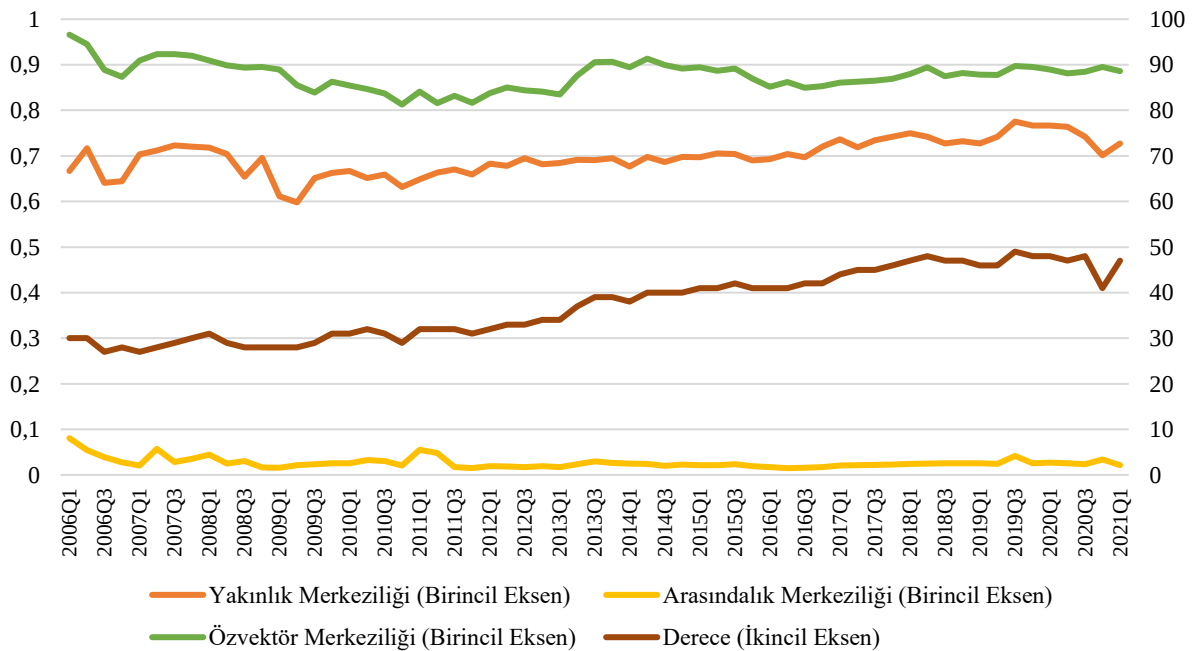


Şekil 3.13. Belçika'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Hollanda'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik değerlerinin 2006'dan 2021'e kadar olan dönemdeki değerleri genel olarak dalgalı bir eğilim göstermiştir. Yakınlık merkeziliği, 2006Q1'de 0,666667 ile başlamış, ardından 2007Q1'de 0,703125 gibi daha yüksek bir değere ulaşmıştır. Bu değerler genelde 0,64 ile 0,72 arasında dalgalanma sergilemiştir. Arasındalık merkeziliği 2006Q1'de 0,080738 ile oldukça yüksek bir başlangıç yapmış, fakat zamanla 0,020688 gibi daha düşük seviyelere gerilemiştir. Özvektör merkeziliği ise 2006Q1'de 0,965914 ile yüksek başlamış ve zamanla 0,873461 gibi değerlere düşmüştür, bu da Hollanda'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantı gücünün değişimini göstermektedir. Merkezilik değerlerinin yatay bir seviyede olması ülkenin ağdaki konumuna eklemeler yapamadığını, mevcut durumu koruduğunu göstermektedir. Hollanda'nın derece

değerleri, 2006Q1'de 30 olarak başlamış ve genelde 30 ile 50 arasında bir aralıkta değişim göstermiştir.

COVID-19 pandemi döneminde Hollanda'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik ve derece değerlerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Özellikle yakınlık merkeziliği ve arasındalık merkeziliği değerleri, pandemi koşullarının etkisi altında dalgalanmalar göstermiştir. Yakınlık merkeziliği 2019Q4'te 0,766667 ile başlamış, 2020Q1'de aynı seviyede kalmıştır. Ancak, 2020Q2'de hafif bir azalışla 0,764045'e düşmüş, sonrasında 2020Q3'te 0,742268'e ve 2020Q4'te 0,701031'e kadar düşüş göstermiştir. Bu düşüşler, pandemi sırasında 2021Q1'de ise 0,727273 seviyesine yükselerek kısmi bir toparlanma göstermiştir. Arasındalık merkeziliği, 2019Q4'te 0,025708 ile başlayıp, 2020Q1'de 0,026985'e çıkmış, pandeminin ilerleyen aylarında 2020Q2 ve Q3'te sırasıyla 0,025351 ve 0,023696 değerlerine düşmüştür. 2020Q4'te ise 0,033910'a yükselmiş, pandemi sürecinde Hollanda limanlarının ağ içindeki köprü rolünün zaman zaman arttığını göstermiştir. 2021Q1'de bu değer 0,021361 olarak kaydedilmiştir. Derece değerleri ise pandemi sürecinde 48 ile başlayıp, 2020Q2'de 47'ye düşmüş, 2020Q4'te daha belirgin bir düşüşle 41'e gerilemiş ve 2021Q1'de 47'ye yükselmiştir. Bu dalgalanmalar, uluslararası taşımacılık ve ticaret rotalarındaki kapanmaların ve kısıtlamaların Hollanda'nın küresel bağlantılarını etkilediğini göstermektedir.

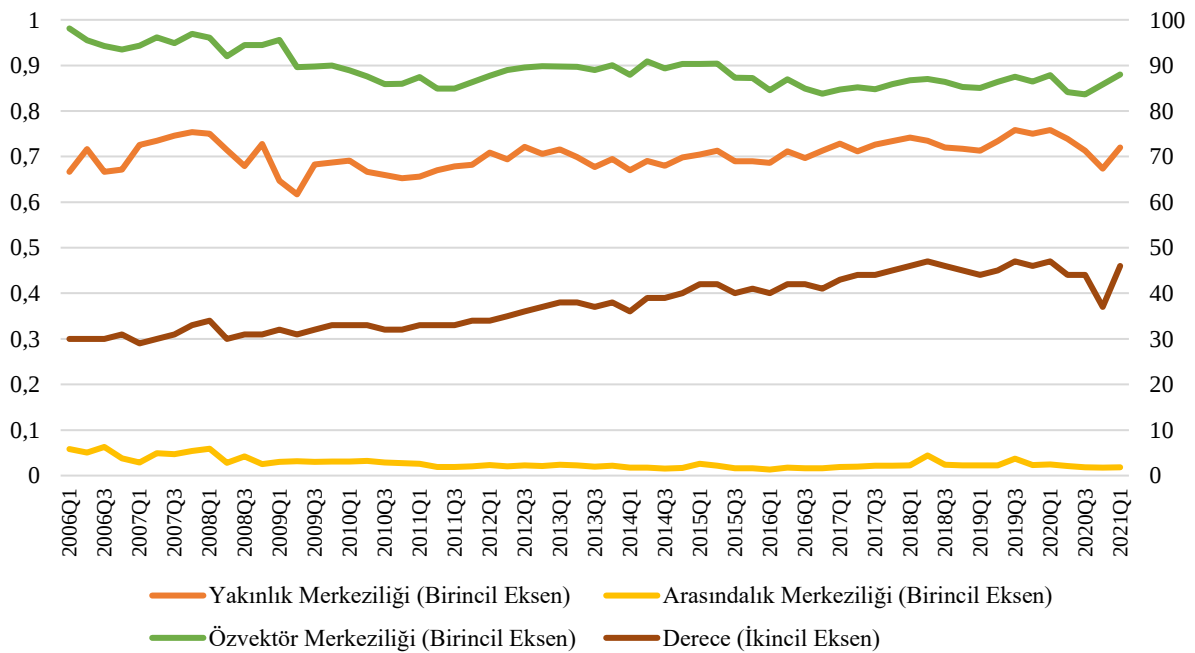


Şekil 3.14. Hollanda'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Almanya'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarındaki merkezilik değerleri 2006'dan 2021'e kadar olan dönemde bir dizi dalgalanma göstermiş olsa da genel olarak istikrarlı bir eğilim izlemiştir. Yakınlık merkeziliği 2006Q1'de 0,666667 ile başlamış ve bu

süreç içerisinde 0,716418 (2006Q2) gibi yüksek değerlere ulaşmıştır. Genellikle 0,66 ile 0,72 arasında bir aralıkta değişen bu değerler, Almanya'nın ağdaki erişilebilirliğini ve etkinliğini göstermektedir. Arasındalık merkeziliği, 2006Q1'de 0,057880 ile oldukça yüksek bir değere sahipken, zamanla 0,028897 (2007Q1) gibi daha düşük seviyelere gerilemiştir. Özvektör merkeziliği 2006Q1'de 0,981107 gibi oldukça yüksek bir değerle başlamış, ardından 0,934904 (2006Q4) gibi değerlere düşmüş, fakat genel olarak 0,93 üzerinde bir değer korunmuştur. Bu, Almanya'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan önemli bağlantılarını sürdürdüğünü yansıtmaktadır. Almanya'nın derece değerleri de 2006'dan 2021'e kadar 29 ile 47 aralığında değişim göstermiş ve genel olarak hafif bir artış eğilimi görülmektedir.

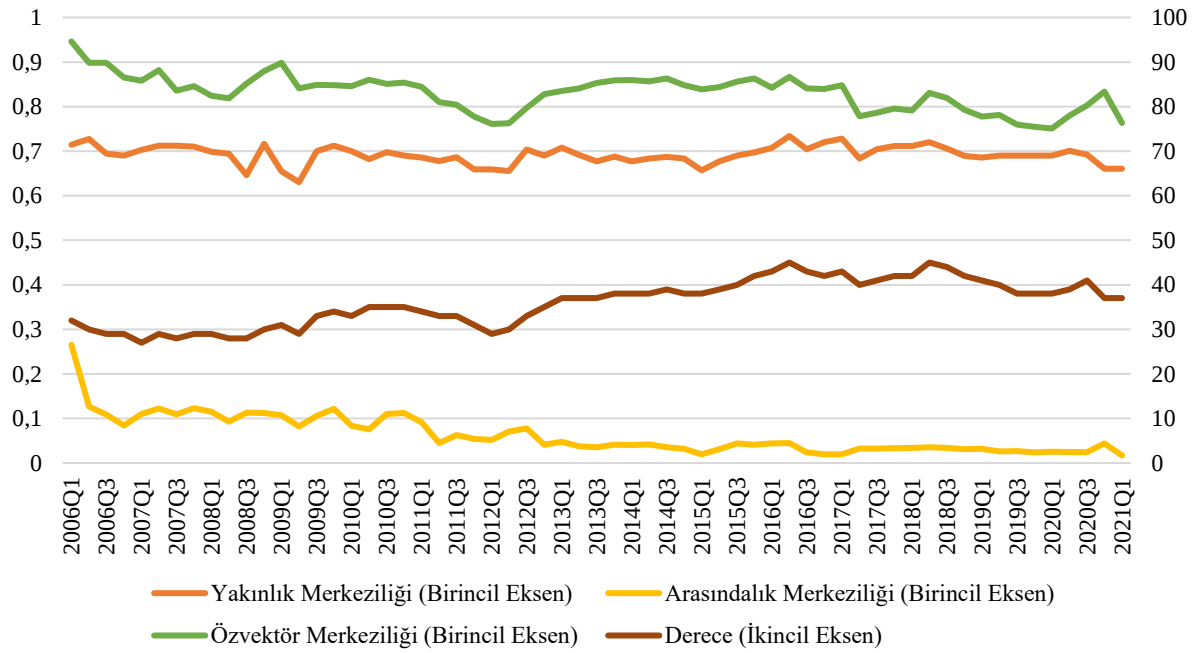
COVID-19 pandemi döneminde Almanya'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik ve derece değerlerinde dikkat çekici kırılmalar meydana gelmiştir. 2019Q4'te 0,750000 ile başlayan Yakınlık merkeziliği, 2020Q1'de 0,758242'ye çıkarak hafif bir artış göstermiş ancak ardından pandeminin etkisiyle 2020Q2'de 0,739130, 2020Q3'te 0,712871 ve 2020Q4'te 0,673267'ye düşmüştür. Ancak, 2021Q1'de 0,720000'e yükselmiş, bu da pandemi koşullarına kısmi bir adaptasyon ve toparlanma olduğunu işaret etmektedir. 2019Q4'te 0,023078 ile başlayan arasındalık merkeziliği, 2020Q1'de 0,024683'e yükselmiş, sonrasında ise 2020Q2'de 0,020975, 2020Q3'te 0,017900 ve 2020Q4'te 0,017736'ya düşerek azalmıştır. 2021Q1'de ise 0,017875 olarak kaydedilmiştir. Derece değerleri 2019Q4'te 46 iken, 2020Q1'de 47'ye yükselmiş, ancak 2020Q2 ve Q3'te 44'e düşmüştür. 2020Q4'te daha belirgin bir düşüşle 37'ye gerilemiş, ancak 2021Q1'de tekrar 46'ya yükselmiştir.



Şekil 3.15. Almanya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

ABD'nin küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik değerleri 2006'dan 2021'e kadar olan süre zarfında çeşitli dalgalanmaları ortaya koymaktadır. Yakınlık merkeziliği 2006Q1'de 0,714286 ile başlamış ve bu dönem boyunca genel olarak 0,69 ile 0,73 arasında değişen değerlerle dalgalanmış ve durağan bir seyir izlemiştir. Arasındalık merkeziliği, 2006Q1'de 0,265325 ile oldukça yüksek bir değerle başlamış, ancak zamanla 0,110062 gibi daha düşük seviyelere gerilemiştir. Bu düşüşler, ABD'nin küresel ağdaki stratejik pozisyonunun zaman içinde değiştiğini ve bazı dönemlerde daha az merkezi bir rol oynadığını işaret etmektedir. Özvektör merkeziliği de 2006Q1'de 0,946133 gibi yüksek bir değerle başlamış, ardından 0,858054 (2007Q1) gibi değerlere düşmüş, fakat genel olarak 0,85 üzerinde bir seviyede kalmıştır. ABD'nin derece değerleri de 2006'dan 2021'e kadar çeşitli değişimler göstermiştir. 2006Q1'de 32 olan değer, zamanla 27'ye (2007Q1) kadar düşmüş ve genellikle 30 ile 40 arasında dalgalanmıştır.

COVID-19 pandemi döneminde ABD'nin küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik ve derece değerlerinde dikkat çekici kırılmalar meydana gelmiştir. Yakınlık merkeziliği, pandemi başlangıcında 2020Q1'de 0,690000 iken, 2020Q2'de 0,701031'e yükselmiş, bu artış ABD limanlarının kısa bir dönem için erişilebilirliğini ve bağlantı kapasitesini artırdığını göstermektedir. Ancak, 2020Q3'te 0,692308'e düşmüş ve 2020Q4'te daha belirgin bir azalışla 0,660194'e gerilemiştir. 2021Q1'de yakınlık merkeziliği hafif bir artışla 0,660550 olarak kaydedilmiş, bu da pandemi koşullarına kısmi bir uyum sağlandığını işaret etmektedir. Arasındalık merkeziliği 2020Q1'de 0,025492 ile başlamış, 2020Q2'de hafif bir azalışla 0,025037'ye düşmüş, 2020Q3'te 0,024434 olarak devam etmiştir. Ancak, 2020Q4'te 0,044191'e yükselerek önemli bir artış göstermiş, bu da ABD limanlarının küresel ağ içindeki bağlantıların ve köprü rolünün bu dönemde arttığını göstermektedir. 2021Q1'de ise 0,017214'e düşmüş, bu da pandeminin ilerleyen safhalarında ABD'nin ağdaki stratejik konumunun azaldığını yansıtmaktadır. 2020Q1'de 0,750824 ile başlayan Özvektör merkeziliği, pandemi ilerledikçe 0,780004 (2020Q2), 0,803064 (2020Q3) gibi artış göstermiştir. Bu artış, ABD'nin ağdaki önemli düğümlerle olan bağlantılarının güçlendiğini ve bu dönemde merkeziyetinin arttığını yansıtmaktadır. Ancak, 2020Q4'te 0,833676'ya yükseldikten sonra, 2021Q1'de 0,763453'e düşmüştür. Bu düşüş, pandemi koşullarının ilerleyen safhalarında, ABD'nin ağdaki etkisinin ve bağlantı kalitesinin azaldığını göstermektedir. Derece değerleri, 2020Q1 ve Q2'de 38 ve 39 olarak sabit kalmış, 2020Q3'te 41'e yükselmiş, bu dönemde ABD'nin ağdaki bağlantı sayısının arttığını göstermiştir. Ancak, 2020Q4'te 37'ye düşmüş ve 2021Q1'de de bu değerde sabit kalmıştır.

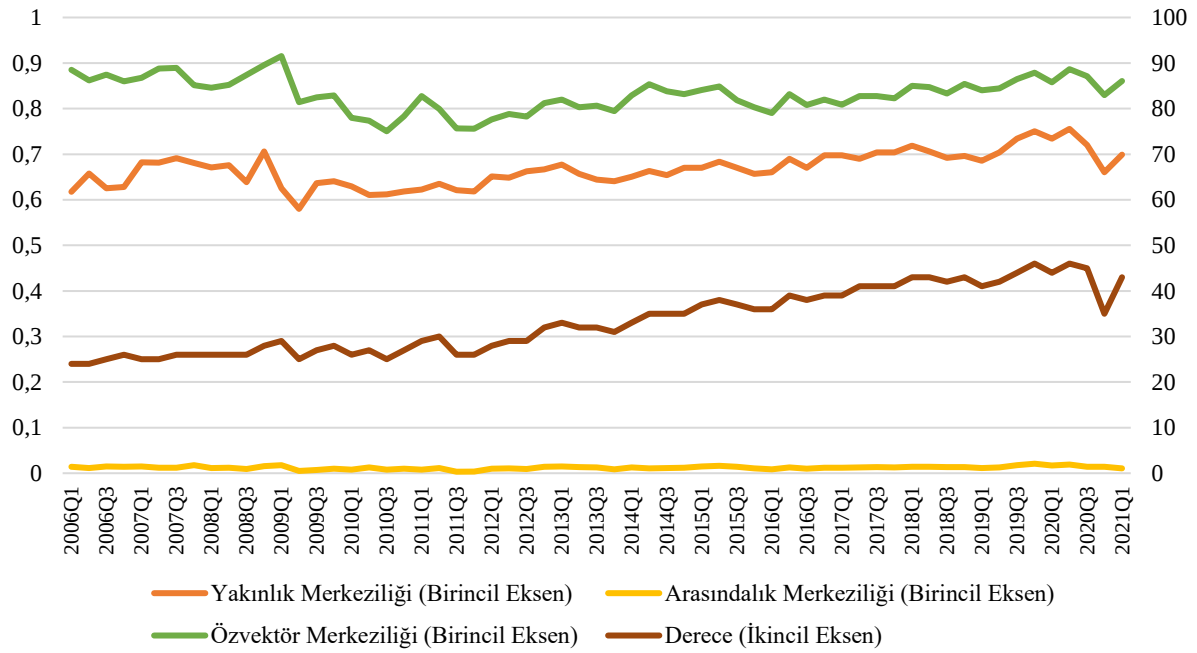


Şekil 3.16. ABD'nin Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Fransa'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağındaki merkezilik ve derece değerleri Şekil 3.17'de görülmektedir. Başlangıçta 0,617 gibi bir değerle ölçülen Yakınlık merkeziliği, zaman içinde yükseliş ve düşüşler yaşayarak 2021Q1'de 0,699'a ulaşmıştır. Bu metrikteki genel yükseliş eğilimi, Fransa'nın küresel konteyner taşımacılık ağında giderek daha merkezi bir rol üstlendiğini ve diğer düğümlerle ortalama olarak daha yakın bir konumda olduğunu göstermektedir. Özellikle 2009Q2'de kaydedilen 0,58 gibi en düşük değerden sonra, Fransa'nın bu merkeziliğinin önemli oranda toparlandığı ve stabil bir artış trendine girdiği gözlemlenmektedir. 2006Q1'de 0,014033 ile başlayan arasındalık merkeziliği, 2021Q1'de 0,010869'a düşmüştür. Bu değer zaman içinde 0,01 ile 0,02 arasında dalgalanması, Fransa'nın küresel taşımacılık ağında kilit transfer noktaları üzerindeki etkisinin değişken olduğunu göstermektedir. Özellikle 2019Q4 ve 2020Q2'de görülen yükselişler (sırasıyla 0,020889 ve 0,019293), pandemi öncesinde ve başlangıcında Fransa'nın stratejik öneminin arttığını, ancak pandemi ilerledikçe bu stratejik rolünün azaldığını yansıtmaktadır. Fransa'nın özvektör merkeziliği 2006Q1'de 0,885 ile oldukça yüksek bir başlangıç yapmış, 2021Q1'de 0,860 seviyesinde ölçülmüştür. Bu değer, Fransa'nın küresel ağdaki diğer önemli düğümlerle bağlantılarının zaman içinde hafif bir düşüş gösterse de genel olarak güçlü kaldığını göstermektedir. Derece değeri, 2006Q1'de 24'ten başlayıp, 2021Q1'de 43'e yükselmiştir. Bu da Fransa'nın zaman içinde daha fazla ülke ile ilave rota ve bağlantı kurarak ağdaki etkinliğini artırdığını göstermektedir.

COVID-19 pandemisi, Fransa'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarını ciddi şekilde etkilemiştir. Pandemi döneminde Fransa'nın yakınlık merkeziliği değerleri dikkate

değer dalgalanmalar yaşamıştır. 2020Q1'de 0,734043 olan değer, 2020Q2'de 0,755556'ya yükselerek Fransa limanlarının, pandemi koşullarına rağmen ağdaki merkeziliğini koruduğunu veya hatta artırdığını göstermiştir. Ancak, bu artış kısa sürmüş, 2020Q3'te 0,72'ye ve daha sonra 2020Q4'te 0,660194'e düşmüştür. 2021Q1'de ise 0,699029'a yükselen değer, Fransa'nın pandemi koşullarına uyum sağlama ve operasyonlarını kısmen düzeltme kapasitesini yansıtmaktadır. Arasındalık merkeziliği ise 2020Q1'de 0,0169 iken 2020Q2'de 0,019293'e yükselmiştir. Bu değer pandeminin başlarında Fransa'nın küresel deniz yolu taşımacılık ağında daha fazla kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu artışın ardından 2020Q3 ve 2020Q4'te sırasıyla 0,014284 ve 0,014399'a düşmüş ve 2021Q1'de 0,010869'a kadar azalmıştır. Bu azalma, pandemi ilerledikçe Fransa'nın ağdaki bağlantı ve transfer noktası olarak etkinliğinin azaldığını göstermektedir. Fransa'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının gücünü ölçmekte kullanılan özvektör merkeziliği, 2020Q1'de 0,858033 iken 2020Q2'de 0,886799'a yükselmiştir. Bu Fransa'nın pandemi sürecinde küresel ağdaki etkin bağlantılarını artırdığını ve bu dönemde merkezi bir role sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, 2020Q3 ve Q4'te değerler sırasıyla 0,864769 ve 0,878711 ile yüksek kalmış, 2021Q1'de ise 0,86026'a düşmüştür. Bu düşüş, pandeminin ilerleyen aşamalarında Fransa'nın ağdaki etkinliğinin azaldığına işaret etmektedir. 2020Q1'de 44 olan derece değeri, pandeminin ilk dönemlerinde 46'ya yükselerek Fransa'nın ağ içinde daha fazla bağlantı kurduğunu ve aktif bir rol aldığını göstermiştir. Ancak, 2020'nin dördüncü çeyreğinde derece değeri 35'e düşmüş; 2021Q1'de ise 43'e tekrar yükselerek pandemi sürecinde Fransa'nın bağlantı sayısının ve küresel taşımacılık ağındaki konumunun değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur.

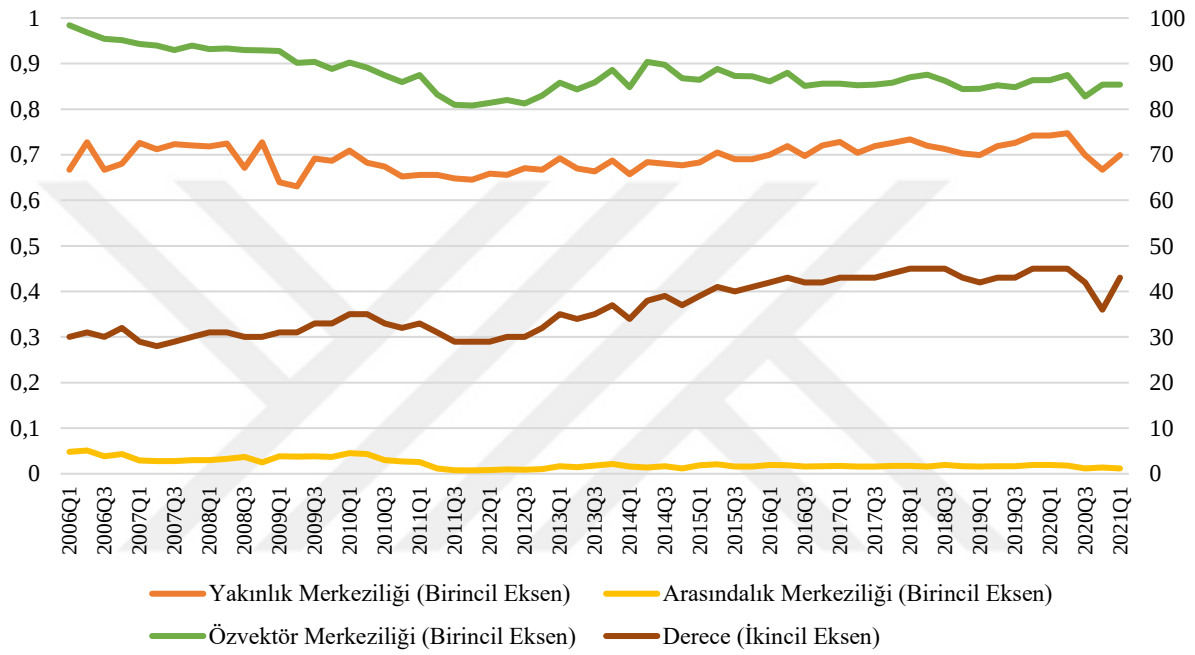


Şekil 3.17. Fransa'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Birleşik Krallık'ın küresel deniz yolu konteyner ağında yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerleri üzerinden yapılan uzun vadeli analiz, bu süre zarfında çeşitli dalgalanmaları ortaya koymaktadır. Başlangıçta 0,666667 olan yakınlık merkeziliği, dönem boyunca 0,741935'e kadar yükselmiştir. Bu yükseliş Birleşik Krallık'ın küresel deniz yolu konteyner ağında daha erişilebilir ve merkezi bir konuma geldiğini göstermektedir. Ancak zaman içinde bu değerlerde bazı düşüşler de gözlemlenmiştir. 2006Q1'de 0,047906 olan arasındalık merkeziliği, 2020Q1'de 0,019189'a kadar düşmüş, bu süreçte Birleşik Krallık'ın küresel ağdaki köprü rolünün azaldığını işaret etmektedir. Özvektör merkeziliği değerine bakıldığında 2006Q1'de 0,984151 iken zamanla bir miktar azalma yaşamış ve daha sonra durağan bir seyir izlemiştir. Derece değerleri de 2012 yılına kadar sabit bir seyir izlemiş ve daha önemli bir gelişim kaydederek 45'e kadar yükselmiştir.

COVID-19 pandemisi, Birleşik Krallık'ın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağı üzerinde önemli etkilere neden olmuştur. Pandemi öncesinde oldukça yüksek bir seviyede olan yakınlık merkeziliği, 2020'nin ilk çeyreğinde 0,741935 ile zirve görmüştür. Bu durum Birleşik Krallık'ın ağdaki diğer düğümlere ortalama olarak yakınlığını ve erişilebilirliğini ifade etmektedir. Ancak pandeminin etkisiyle 2020Q4'e kadar bu değer sürekli azalarak 0,666667'ye düşmüştür. Bu düşüş Birleşik Krallık limanlarının küresel ağdaki etkileşim kapasitesinin ve erişilebilirliğinin pandemi tarafından olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Ancak, 2021Q1'de gözlemlenen 0,699029 değeriyle kısmi bir toparlanma gelişmesi görülmüştür. Arasındalık merkeziliği, 2020Q1'de 0,019189 olarak kaydedilmişken, 2020Q2'de 0,017682'ye düşmüş ve

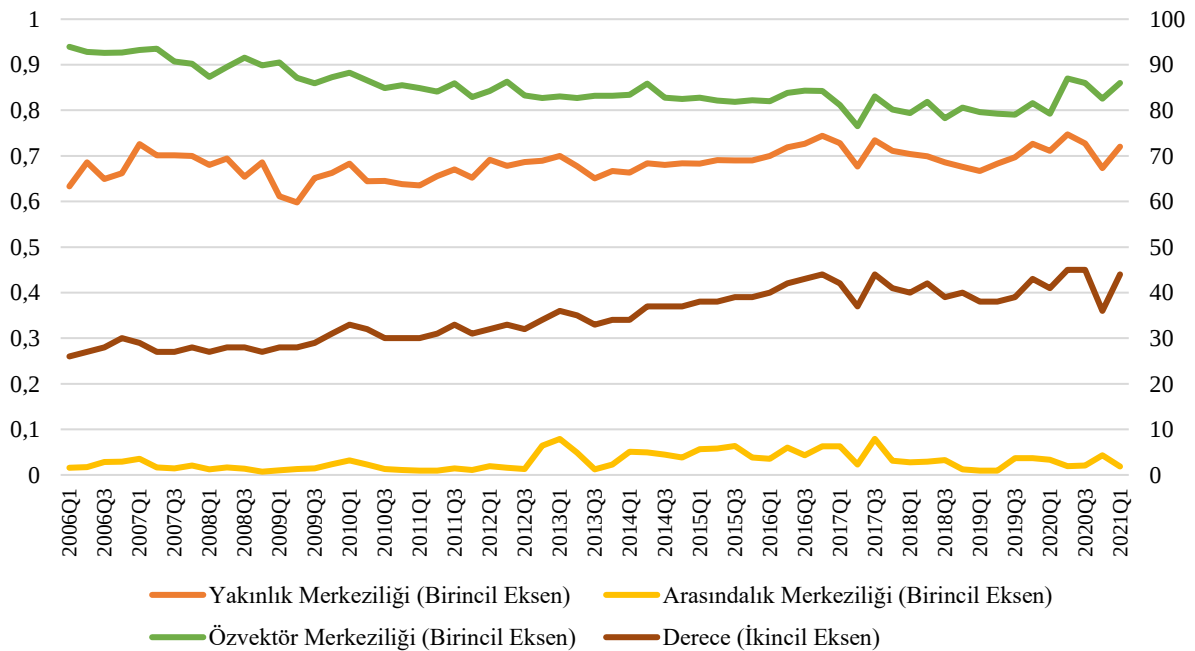
2020Q3 ve 2020Q4 dönemlerinde de benzer azalmalar göstermiştir. Bu durum Birleşik Krallık'ın küresel ağdaki köprü rolünün pandemi sırasında azaldığını göstermektedir. Özvektör merkeziliği, pandemi başlangıcında 0,863588 ile oldukça yüksek bir değere sahipken; 2020 yılı boyunca azalarak 0,854129'a düşmüş ve 2021Q1'de 0,853989 ile benzer düşük bir seviyede kalmıştır. Bu durum Birleşik Krallık'ın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının gücünün pandemi sürecinde azaldığını göstermektedir. Derece değeri, pandemi başında 45 iken, 2020Q4'te 36'ya düşmüş ve 2021Q1'de 43'e yükselmiştir.



Şekil 3.18. Birleşik Krallık'ın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

İspanya'nın yakınlık merkeziliği 2006Q1'de 0,632911 ile başlamış ve genelde hafif yükselen bir eğilim göstermiştir. Bu süre zarfında 2020Q2'de 0,747253 gibi en yüksek değere ulaşmıştır. Bu artış, İspanya'nın küresel taşımacılık ağında zaman içinde daha merkezi ve erişilebilir bir konuma geldiğini göstermektedir. Ancak, değerler bazı yıllarda dalgalanma göstermiştir. Arasındalık merkeziliği ise başlangıçta 0,016066 iken zamanla genel olarak yatay seyir izlemiştir. Bu metrik genelde 0,01 ile 0,08 arasında kalmıştır. İspanya'nın özvektör merkeziliği, 0,939363 gibi yüksek bir değerle başlamış, bu süre zarfında genel olarak azalan bir eğilim izlemiştir. 2021Q1'de 0,860211 ile ölçülen değer, İspanya'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantı gücünün zaman içinde azaldığını göstermektedir. Derece değeri ise, 2006Q1'de 26 iken, genel olarak artış göstererek 2021Q1'de 44'e yükselmiştir. Bu sürekli artış, İspanya'nın zaman içinde küresel deniz yolu konteyner ağında daha fazla bağlantı kurduğunu ve daha aktif bir rol oynadığını işaret etmektedir.

COVID-19 pandemisinin başladığı 2020'nin ilk çeyreğinden 2021Q1'e kadar olan dönem, İspanya'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağları üzerinde belirgin etkilere sahip olmuştur. Pandemi sürecinde İspanya'nın yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerlerindeki değişimler, bu olağanüstü dönemdeki adaptasyon ve zorlukları açıkça göstermektedir. Pandeminin etkisiyle 2020Q1'de 0,71134 olan yakınlık merkeziliği, 2020Q2'de 0,747253 gibi pandemi öncesine kıyasla yükselmiş, bu durum İspanya'nın bu dönemde küresel ağda diğer limanlara nispeten daha erişilebilir olduğunu göstermektedir. Ancak, 2020Q3 ve Q4'te değerler sırasıyla 0,727273 ve 0,673267'ye düşmüş, pandeminin ilerleyen aylarında İspanya'nın ağdaki erişilebilirliğinin azaldığını belirtir. 2021Q1'de ise değer 0,72'ye yükselerek bir toparlanma eğilimi göstermiştir. Özvektör merkeziliği, 2020Q1'de 0,863588 ile başlamış ve 2020Q2'de 0,874836'ya yükselmiş, bu yükseliş İspanya'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının güçlendiğini göstermektedir. Ancak, 2020Q3'te 0,82805'e düşmüş ve 2021Q1'de 0,853989 seviyesine yükselmiştir. Derece değeri, 2020Q1'de 45 iken, 2020Q3'te 42'ye düşmüş, ardından 2020Q4'te 36'ya gerilemiştir. Bu düşüş, pandemi sürecinde İspanya'nın küresel taşımacılık ağlarında kurduğu bağlantı sayısının azaldığını göstermektedir. 2021Q1'de ise 43'e yükselerek, kısmi bir toparlanma ve bağlantı sayısında bir artış yaşandığını yansıtmaktadır.

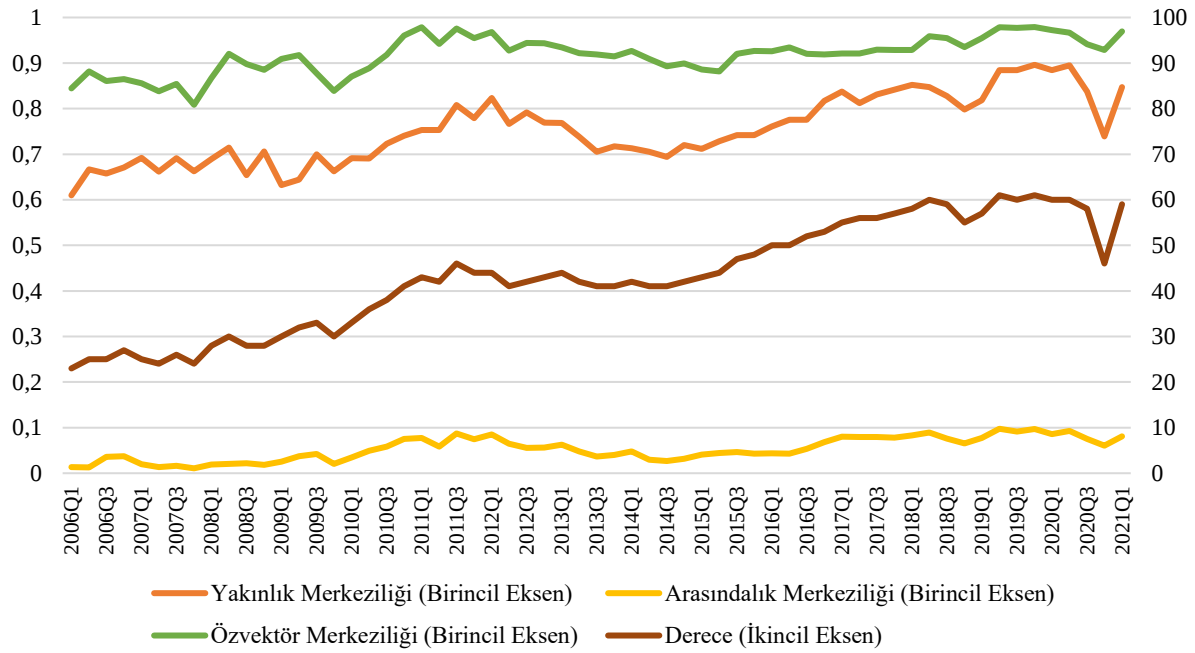


Şekil 3.19. İspanya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Güney Kore'nin deniz yolu konteyner bağlantı ağlarındaki yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerleri, 2006'dan 2021'e kadar olan dönemde çeşitli değişimler göstermiştir. Başlangıçta 0,609756 olan yakınlık merkeziliği,

zaman içinde genel olarak artış göstermiş ve 2019Q4'te 0,896104 gibi en yüksek değere ulaşmıştır. Bu genel artış eğilimi Güney Kore'nin küresel deniz yolu konteyner ağında giderek daha merkezi bir rol üstlendiğini ve diğer ülkelere ortalama olarak daha yakın bir konumda olduğunu göstermektedir. Arasındalık merkeziliği değerleri, 2006Q1'de 0,013403 ile başlamış, zamanla dalgalanmalar yaşayarak 2019Q2'de 0,097579 gibi en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu artış, Güney Kore'nin küresel deniz yolu konteyner ağında önemli bir köprü noktası olarak rolünün güçlendiğini göstermektedir. 2006Q1'de 0,84414 ile başlayan özvektör merkeziliği, 2019Q4'te 0,979012'ye yükselmiş olup bu yükseliş Güney Kore'nin ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının güçlendiğini ve zaman içinde daha etkili bir rol aldığını göstermektedir. Derece değeri, 2006Q1'de 23 iken, 2021Q1'de 59'a yükselmiştir. Bu sürekli artış, Güney Kore'nin zaman içinde küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında daha fazla bağlantı kurduğunu ve daha aktif bir rol oynadığını işaret etmektedir. Özellikle 2010'dan sonra gözlemlenen hızlı yükseliş, bu trendi destekler niteliktedir.

COVID-19 pandemisi, Güney Kore'nin küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarını önemli ölçüde etkilemiş ve pandemi dönemi boyunca yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerlerinde belirgin değişimler meydana gelmiştir. 2020Q1'de 0,884615 ile başlayan yakınlık merkeziliği, 2020Q2'de 0,894737 gibi pandemi öncesine kıyasla yükselmiş, bu dönemde Güney Kore'nin ağdaki erişilebilirliğinin arttığını göstermiştir. Ancak, 2020Q4'te bu değer 0,73913'e düşmüş, pandeminin ilerleyen aylarında Güney Kore'nin ağdaki erişilebilirliğinin ve etkinliğinin azaldığını yansıtmıştır. 2021Q1'de ise değer tekrar 0,847059'a yükselerek, pandemi koşullarına kısmi bir uyum sağlandığını ve bir toparlanma yaşandığını göstermiştir. Arasındalık merkeziliği, 2020Q1'de 0,085877 ile kaydedilmişken, 2020Q2'de 0,093037'e yükselmiş, bu da Güney Kore'nin pandemi sürecinde küresel ağdaki köprü rolünün arttığını işaret etmektedir. Ancak, bu artışın ardından 2020Q4'te 0,060722'ye düşmüş ve 2021Q1'de 0,081142 olarak kaydedilmiştir. Özvektör merkeziliği, 2020Q1'de 0,972154 ile oldukça yüksekken, 2020Q4'te 0,92891'e düşmüş ve 2021Q1'de 0,969262 seviyesine yükselmiştir. Derece değeri, pandemi başında 60 iken, 2020Q4'te 46'ya düşmüş ve 2021Q1'de tekrar 59'a yükselmiştir. Bu durum pandemi sürecinde Güney Kore'nin küresel taşımacılık ağlarında kurduğu bağlantı sayısının azaldığını, ancak sonrasında neredeyse eski seviyelerine döndüğünü göstermektedir.

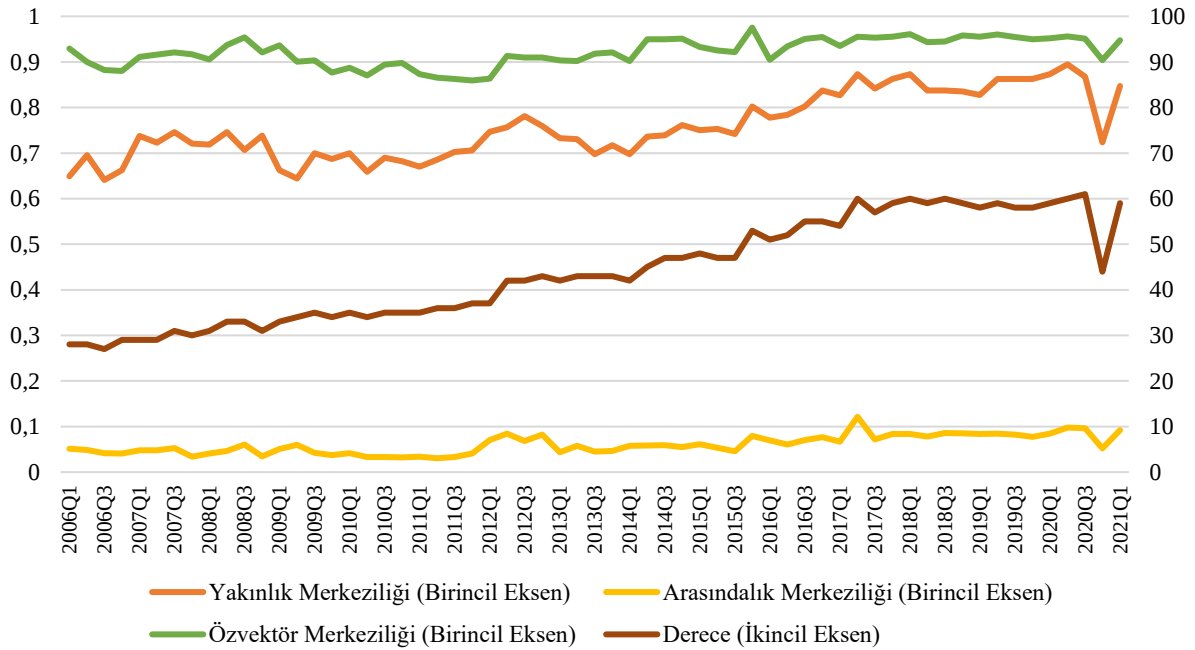


Şekil 3.20. Güney Kore'nin Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Singapur'un deniz yolu konteyner bağlantı ağlarındaki yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerleri, 2006'dan 2021'e kadar olan dönemde belirgin bir artış göstermiştir. 2006Q1'de 0,649351 ile başlayan yakınlık merkeziliği, 2021Q1'de 0,847059'a yükselmiştir. Bu sürekli artış, Singapur'un küresel ağdaki diğer önemli ülkelerle olan erişilebilirliğinin arttığını göstermektedir. Özellikle 2016'dan sonra 0,8 üzerine çıkan değerler, Singapur'un ağdaki etkinliğinin ve öneminin arttığını yansıtmaktadır. 2006Q1'de 0,051363 olan arasındalık merkeziliği, 2021Q1'de 0,091776'a yükselmiştir. Bu değerler, Singapur'un küresel ağdaki köprü ve bağlantı noktası olarak rolünün arttığını göstermektedir. Özellikle 2017 ve sonrasında 0,07 üzerindeki değerler, Singapur'un stratejik öneminin belirgin şekilde arttığını işaret etmektedir. 0,929516 ile başlayan özvektör merkeziliği, 2021Q1'de 0,947676'a yükselmiştir. Bu durum Singapur'un küresel ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının zaman içinde daha da güçlendiğini ve etkili olduğunu göstermektedir. Derece değeri, 2006Q1'de 28 iken, 2021Q1'de 60'a yükselmiştir. Bu artış trendi, Singapur'un zaman içinde küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında daha fazla bağlantı kurduğunu ve daha aktif bir rol oynadığını kanıtlamaktadır.

COVID-19 pandemisi, Singapur'un küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarını etkilemiş, ancak Singapur bu süreçteki zorluklara hızlı bir şekilde uyum sağlamıştır. Pandemi süresince yakınlık merkeziliği 0,873418'den 0,723404'e düşmüş, bu düşüş pandemi koşullarının Singapur limanlarının süreçten olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Ancak, 2021Q1'de değer 0,847059'a yükselerek toparlanma eğilimi göstermiştir. 2020Q1'de 0,084524 ile başlayan Arasındalık merkeziliği, 2020Q2'de 0,097917'ye yükselmiş, ancak 2020Q4'te 0,051772'ye

düşmüştür. Bu durum Singapur'un pandemi sürecinde küresel ağdaki köprü rolünün dalgalanmalarını göstermektedir. Özvektör merkeziliği 2020Q1'de 0,952143 ile yüksekken, 2020Q4'te 0,904135'e düşmüş ve 2021Q1'de 0,947676'a yükselmiştir. Derece değeri de 60'tan 2020Q4'te 44'e düşmüş ancak 2021Q1'de 59'a yükselmiştir.

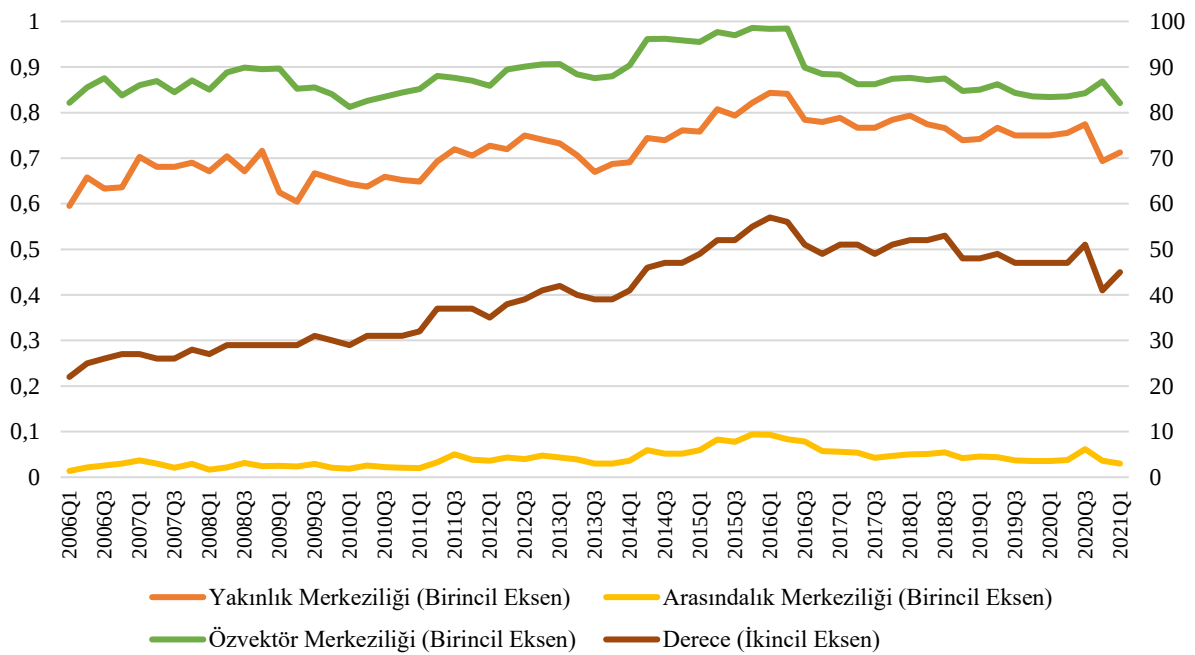


Şekil 3.21. Singapur'un Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Malezya'nın deniz yolu konteyner bağlantı ağlarında yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerleri 2006'dan 2021'e kadar çeşitli trendler ve dalgalanmalar göstermiştir. 2006Q1'de 0,595238 ile başlayan yakınlık merkeziliği, genel olarak artan bir trend göstermiş ve 2021Q1'de 0,712871'e ulaşmıştır. Bu genel artış trendi, Malezya'nın küresel ağdaki diğer önemli ülkelerle olan ilişkisinin arttığını göstermektedir. 2006Q1'de 0,013699 olan Arasındalık merkeziliği, 2015Q4'te 0,093984 gibi oldukça yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. Bu değerler, Malezya'nın küresel deniz yolu konteyner ağında önemli bir geçiş ve bağlantı noktası olarak rolünün arttığını göstermektedir. 0,821543 ile başlayan özvektör merkeziliği, zamanla artarak 2021Q1'de 0,820544 seviyesinde ölçülmüştür. Bu, Malezya'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının güçlü kaldığını ve etkili olduğunu göstermektedir. Derece değeri, 2006Q1'de 22 iken, 2021Q1'de 45'e yükselmiştir. Bu artış, Malezya'nın zaman içinde küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında daha fazla bağlantı kurduğunu ve daha aktif bir rol oynadığını işaret etmektedir.

COVID-19 pandemisi, Malezya'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarını etkilemiş, ancak Malezya bu süreçteki zorluklara hızlı bir şekilde uyum sağlamıştır. Pandemi süresince yakınlık merkeziliği 0,75'ten 2020Q4'te 0,693878'e düşmüş, bu düşüş pandemi

koşullarının Malezya limanlarının erişilebilirliğini ve operasyonel kapasitesini nasıl etkilediğini göstermektedir. Ancak, 2021Q1'de değer 0,712871'e yükselerek, pandemi koşullarına kısmi bir uyum sağlandığını ve bir toparlanma yaşandığını göstermiştir. Arasındalık merkeziliği, 2020Q1'de 0,035383 ile kaydedilmişken, 2020Q3'te 0,061405'e yükselmiş, bu da Malezya'nın pandemi sürecinde küresel ağdaki köprü rolünün arttığını işaret etmektedir. Ancak, bu artışın ardından 2020Q4'te 0,036069'ye düşmüş ve 2021Q1'de 0,029686 olarak kaydedilmiştir. Özvektör merkeziliği, 2020Q1'de 0,834106 ile yüksekken, 2020Q4'te 0,868858'e düşmüş ve 2021Q1'de 0,820544 seviyesine yükselmiştir. Derece değeri de 2020Q1'de 47 iken, 2020Q4'te 41'e düşmüş ancak 2021Q1'de tekrar 45'e yükselmiştir.

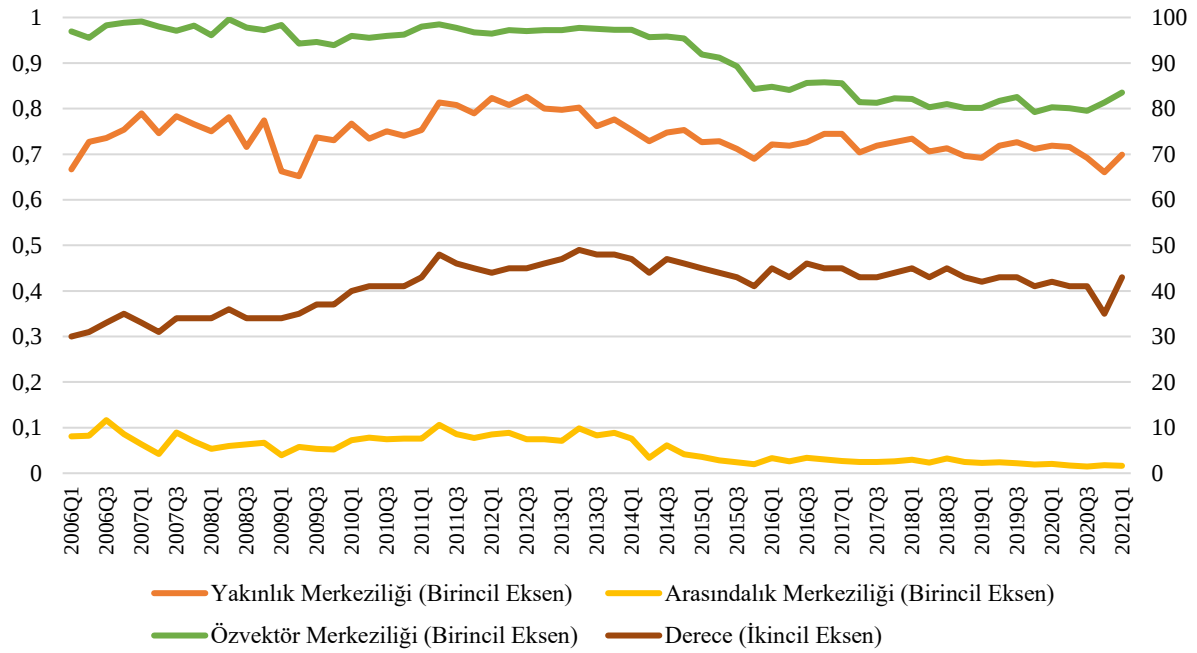


Şekil 3.22. Malezya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Hong Kong, küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında öne çıkan bir merkez olarak, 2006'dan 2021'e kadar olan dönemde yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece gibi merkezilik ölçütlerinde gözlemlenen değişimlerle çeşitli trendleri yansıtmıştır. Yakınlık merkeziliği 2006Q1'de 0,666667 ile başlamış ve zaman içinde dalgalı bir seyir izlemiş, 2021Q1'de 0,699029'a ulaşarak hafif bir artış göstermiştir. Ancak bu değerler, genel olarak büyük dalgalanmalarla istikrarlı bir artıştan ziyade zaman zaman yüksek ve düşük seviyelerde dengelenmiştir. 2006Q1'de 0,080715 olan arasındalık merkeziliği, 2021Q1'de 0,016123'e kadar düşmüş, bu süre zarfında genel bir düşüş trendi izlemiştir. Bu düşüş, Hong Kong'un küresel ağdaki köprü ve bağlantı noktası olarak stratejik öneminin zamanla azaldığını göstermektedir. 0,969116 ile oldukça yüksek bir değerle başlayan özvektör merkeziliği, 2021Q1'de 0,835406'a düşmüştür. Bu genel azalma, Hong Kong'un küresel ağdaki

diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının zaman içinde zayıfladığını gösterir ve küresel etkinliğinin azaldığını işaret etmektedir. Derece değeri ise 2006Q1'de 30'dan başlayarak, 2021Q1'de 43'e yükselmiştir.

COVID-19 pandemisi, Hong Kong'un küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarını etkilemiş, pandemi dönemi boyunca yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerlerinde belirgin değişimler meydana gelmiştir. Pandemi öncesi dönemde 0,71134 gibi bir değerle oldukça yüksek olan yakınlık merkeziliği, 2020 yılında 0,660194'e kadar düşmüş, bu düşüş pandemi koşullarının Hong Kong limanlarının erişilebilirliğini ve operasyonel kapasitesini nasıl etkilediğini göstermektedir. 2021Q1'de ise değer 0,699029'a yükselerek, pandemi koşullarına kısmi bir uyum sağlandığını ve bir toparlanma yaşandığını göstermiştir. Arasındalık merkeziliği, pandemi başlamadan önce 0,018742 ile oldukça düşük bir seviyedeysen, pandeminin etkisiyle 2020Q4'te 0,01767'ye düşmüş, ardından 2021Q1'de 0,016123'e daha da azalmıştır. Bu, Hong Kong'un pandemi sürecinde küresel ağdaki köprü rolünün azaldığını işaret etmektedir. Özvektör merkeziliği de pandemi sürecinde dalgalanmalar göstermiş, 2020Q1'de 0,802745'ten 2020Q4'te 0,813385'e yükselmiş ve 2021Q1'de 0,835406 seviyesine çıkmıştır. Bu artış, Hong Kong'un pandemi koşullarında ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarını güçlendirdiğini ve etkili bir rol oynamaya devam ettiğini göstermektedir. Özvektör merkeziliği de pandemi sürecinde dalgalanmalar göstermiş, 2020Q1'de 0,802745'ten 2020Q4'te 0,813385'e yükselmiş ve 2021Q1'de 0,835406 seviyesine çıkmıştır. Bu artış, Hong Kong'un pandemi koşullarında ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarını güçlendirdiğini ve etkili bir rol oynamaya devam ettiğini göstermektedir.

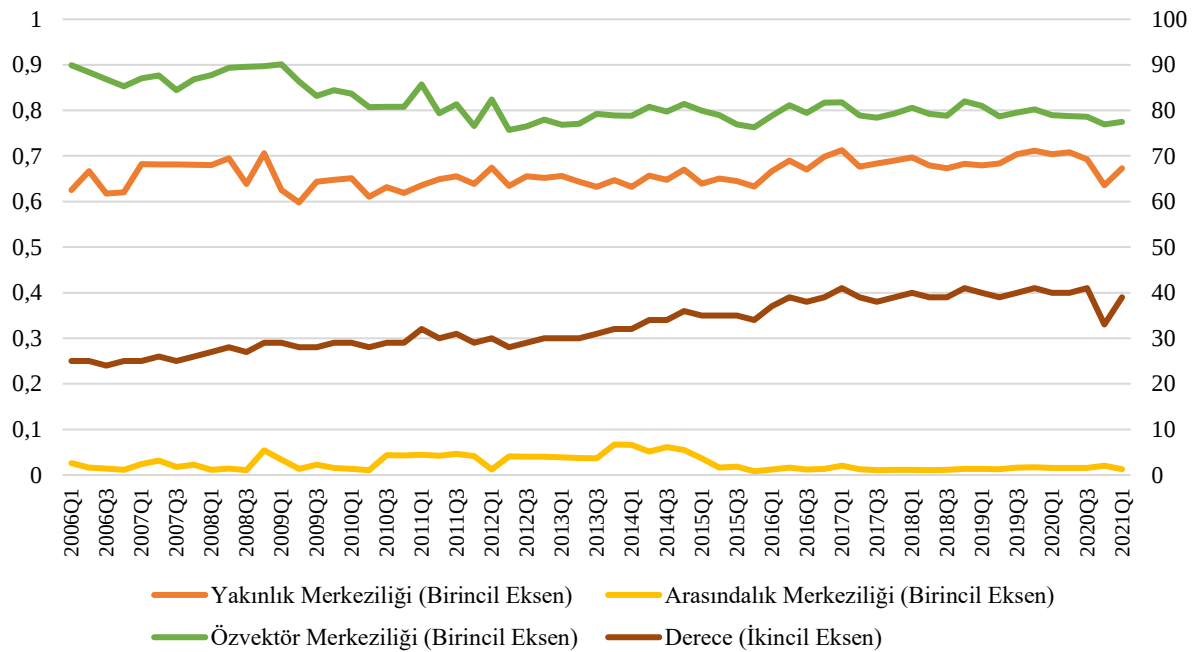


Şekil 3.23. Hong Kong'un Merkezilik Değerlerindeki Değişim

İtalya'nın küresel deniz yolu konteyner ağlarındaki merkezilik ölçütleri 2006'dan 2021'e kadar olan dönemde çeşitli dalgalanmalar göstermiştir. Başlangıçta 0,625 olan yakınlık merkeziliği, dönem boyunca genellikle yükselmiş ve 2021Q1'de 0,672897'a ulaşmıştır. Ancak bu değerler, özellikle 2016 sonrasında gözlemlenen yükselişlere rağmen, 2020Q4'te 0,635514 gibi pandemi nedeniyle düşüşler yaşanmıştır. 2006Q1'de 0,025802 ile başlayan arasındalık merkeziliği, 2008Q4 ve 2011Q1 gibi dönemlerde 0,054343 ve 0,044083 gibi zirve değerlere ulaşmıştır. Ancak genel olarak bu değer 2020Q4'te 0,020207'ye düşmüş ve daha sonra 2021Q1'de 0,012768'e azalmıştır. Bu azalan trend, İtalya'nın küresel ağdaki köprü ve geçiş noktası olarak rolünün zamanla azaldığını göstermektedir. İtalya'nın özvektör merkeziliği 0,898816 ile oldukça yüksek bir değerle başlamış, ancak 2021Q1'de 0,774785'e kadar düşmüştür. Bu düşüş, İtalya'nın ağdaki diğer önemli düğümlerle olan bağlantılarının gücünün ve etkinliğinin zaman içinde azaldığını göstermektedir. 2006Q1'de 25 olan derece değeri, zamanla artarak 2021Q1'de 39'a yükselmiştir.

COVID-19 pandemisi, İtalya'nın küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağlarını önemli ölçüde etkilemiş, pandemi dönemi boyunca yakınlık merkeziliği, arasındalık merkeziliği, özvektör merkeziliği ve derece değerlerinde belirgin değişimler meydana gelmiştir. Pandeminin başlangıcında 2020Q1'de 0,704082 olan yakınlık merkeziliği, 2020Q4'te 0,635514'e düşmüş, bu düşüş pandemi koşullarının İtalya'nın etkilediğini göstermektedir. 2021Q1'de ise değer 0,672897'a yükselerek, pandemi koşullarına kısmi bir uyum sağlandığını ve bir toparlanma yaşandığını göstermiştir. Arasındalık merkeziliği, pandemi başlamadan önce 2020Q1'de 0,015647 olarak kaydedilmiş, pandeminin ilerleyen aylarında 2020Q4'te

0,020207'ye yükselmiş, ancak 2021Q1'de 0,012768'e düşmüştür. Bu dalgalanmalar, İtalya'nın pandemi sürecinde küresel ağdaki köprü rolünün değişken olduğunu ve zaman zaman artış gösterse de genel olarak azaldığını yansıtır. Özvektör merkeziliği, pandemi sürecinde 2020Q1'de 0,789271'den başlamış, 2020Q4'te 0,7693'e düşmüş ve 2021Q1'de 0,774785 seviyesine çıkmıştır. Derece değeri, pandemi başında 2020Q1'de 40 iken, 2020Q4'te 33'e düşmüş, ancak 2021Q1'de tekrar 39'a yükselmiştir. Bu, pandemi sürecinde İtalya'nın küresel taşımacılık ağlarında kurduğu bağlantı sayısında yaşanan düşüşleri ve sonrasında yaşanan kısmi toparlanmayı göstermektedir.



Şekil 3.24. İtalya'nın Merkezilik Değerlerindeki Değişim

Genel olarak bakıldığında ağların önemli düğümlerinde pandemi süreciyle ilgili olarak yaşanan düşüşler ve sonrasında gözlemlenen toparlanma süreçleri daha belirgin ve dikkat çekici bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca pandeminin etkisiyle küresel ticaret ağlarının daha dağınık bir yapıya büründüğü ve bağlantı kalınlıklarının incelendiği gözlemlenmiştir. Bu da uluslararası konteyner taşımacılığı süreçlerinde genel olarak sorunların belirginleştiğine işaret etmektedir. 2021 yılına gelindiğinde ise, özellikle bazı anahtar düğümlerde, pandeminin ilk dönemlerine kıyasla bağlantı sayılarında ve düğüm büyüklüklerinde bir toparlanma gözlemlenmiştir. Bu toparlanma, düğümlerin yavaş yavaş eski bağlantı güçlerine ve etkileşim kapasitelerine kavuşmaya başladıklarını göstermektedir.

3.6.3. Küresel Konteyner Bağlantı Ağındaki Topluluk Yapılarına İlişkin Bulgular

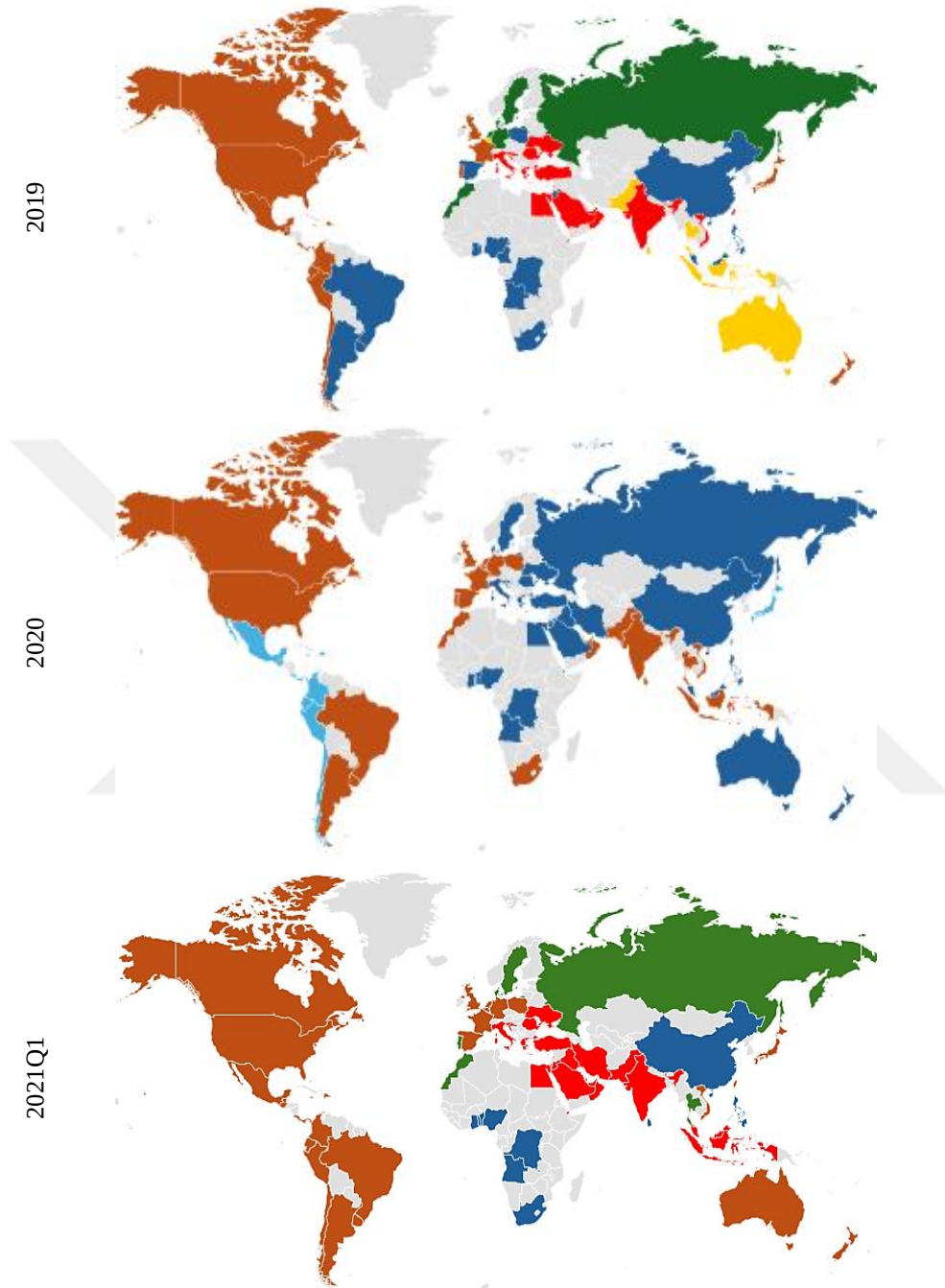
Küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağları, dünya ticaretindeki dinamikleri ve ekonomik ilişkileri şekillendiren önemli unsurlardan biridir. Modülerite analizi, bu bağlantı ağlarının yapısal özelliklerini ve kıtasal gruplaşmalarını detaylı bir şekilde inceleyerek, zaman içindeki evrimini ve etkileşimlerini anlamak için kritik bir araçtır. Özellikle 2019'dan 2021'in ilk çeyreğine kadar olan dönemde, COVID-19 pandemisinin küresel ticaret üzerindeki etkileri, bu bağlantı ağlarında önemli değişikliklere neden olmuştur. Bu bölümde söz konusu yıllar arasında farklı kıtaları temsil eden grupların nasıl evrildiğini ve pandeminin bu gruplar üzerindeki spesifik etkileri analiz edilmiştir.

2019 yılına ait haritaya bakıldığında Sahra Altı Afrika'dan Angola, Kamerun, Kongo, Gana ve Nijerya gibi ülkeler tek bir grup içinde yoğunlaşmıştır. Asya kıtasına bakıldığında 2019'da Güneydoğu Asya ve Orta Doğu ülkeleri, kendi bölgesel gruplarında yoğunlaşmış ve bu gruplar genelde Asya kıtasının ticaret dinamiklerini yansıttığı görülmektedir. Kuzey ve Güney Amerika'dan ülkeler hem kendi kıtaları içinde hem de transatlantik bağlantılarla Avrupa ülkeleriyle ortak gruplar içinde yer almıştır. Avrupa ülkeleri çoğunlukla kendi içlerinde ve Kuzey Amerika ülkeleri ile ortak gruplar oluşturmuş, bu gruplar Avrupa Birliği ülkelerinin ticari ve politik bağlarını yansıtmıştır. Yine Avustralya kıtası etrafında sarı renkli grup bir kümelenme oluşturmuştur.

2020 yılına ait harita incelendiğinde COVID-19 pandemisinin başlaması ile küresel ticaretteki kesintiler, özellikle Asya ve Avrupa kıtalarındaki ülkelerle Amerika kıtası arasındaki deniz yolu konteyner bağlantılarını etkilediği görülmektedir. Bu dönemde, Asya'dan Avrupa'ya ve Amerika'ya olan konteyner trafiği, lojistik zorluklar ve karantina önlemleri nedeniyle yeni grup yapılarının oluşmasına sebep olmuştur. Doğu Avrupa ülkeleri, pandemi sürecinde tedarik zincirlerini güçlendirmek ve daha dayanıklı hale getirmek için Asya ve Orta Doğu ülkeleriyle daha sıkı iş birlikleri kurmuş, bu süreçte grup yapıları yeniden şekillenmiştir. Akdeniz ülkeleri de genellikle Asya bağlantılarını güçlendirmiştir. Batı Avrupa ülkeleri ise Amerika kıtasıyla olan bağlantılarını güçlendirmiş ve buradaki ülkelerle aynı grup içinde yer almışlardır.

2021'in ilk çeyreğinde, COVID-19 aşılama çalışmalarının başlaması ve pandeminin ekonomik etkilerine adaptasyon süreçleri, deniz yolu konteyner bağlantı ağlarında önemli değişikliklere yol açmıştır. Güney Amerika kıtası bağlantıları pandeminin devam eden etkilerine rağmen, Kuzey Amerika ve Avrupa ile ulaşım bağlantılarını artırarak daha fazla entegre olmuştur. Bu süreçte Asya ülkelerinin grubunda bir düşüş meydana gelmiş Amerika kıtasında sıkı ilişkiler belirginleşmiştir. Yine 2021 yılında meydana gelen bir değişimde Orta

Doğu ve Akdeniz ülkelerinin konteyner taşımacılığındaki iş birliklerini geliştirerek bir grup oluşturdukları dikkat çekmektedir.



Şekil 3.25. Modülerlik Sınıflarının Pandemi Dönemindeki Değişimi

Şekil 3.25 incelendiğinde 2019 yılında coğrafi olarak birbirine yakın olan ülkelerin ve aynı ekonomik birlik içerisinde yer alan ülkelerin güçlü deniz yolu ulaştırma bağlantıları sebebiyle benzer gruplarda yer aldığı dikkat çekicidir. Bu bağlamda çok sayıda modülerite grubunun bulunduğu görülmektedir. Fakat pandeminin başlamasıyla beraber bu grup sayıları azalmış ülkeler arasındaki ilişkiler Asya merkezli ya da Amerika merkezli bir görünüme

bürünmüştür. İlerleyen süreçte ülkeler arasındaki gruplar pandemi öncesine benzer bir görünüme kavuşmuştur.

3.6.4. Küresel Konteyner Bağlantı Ağı'nın Zaman Serisi Bulguları

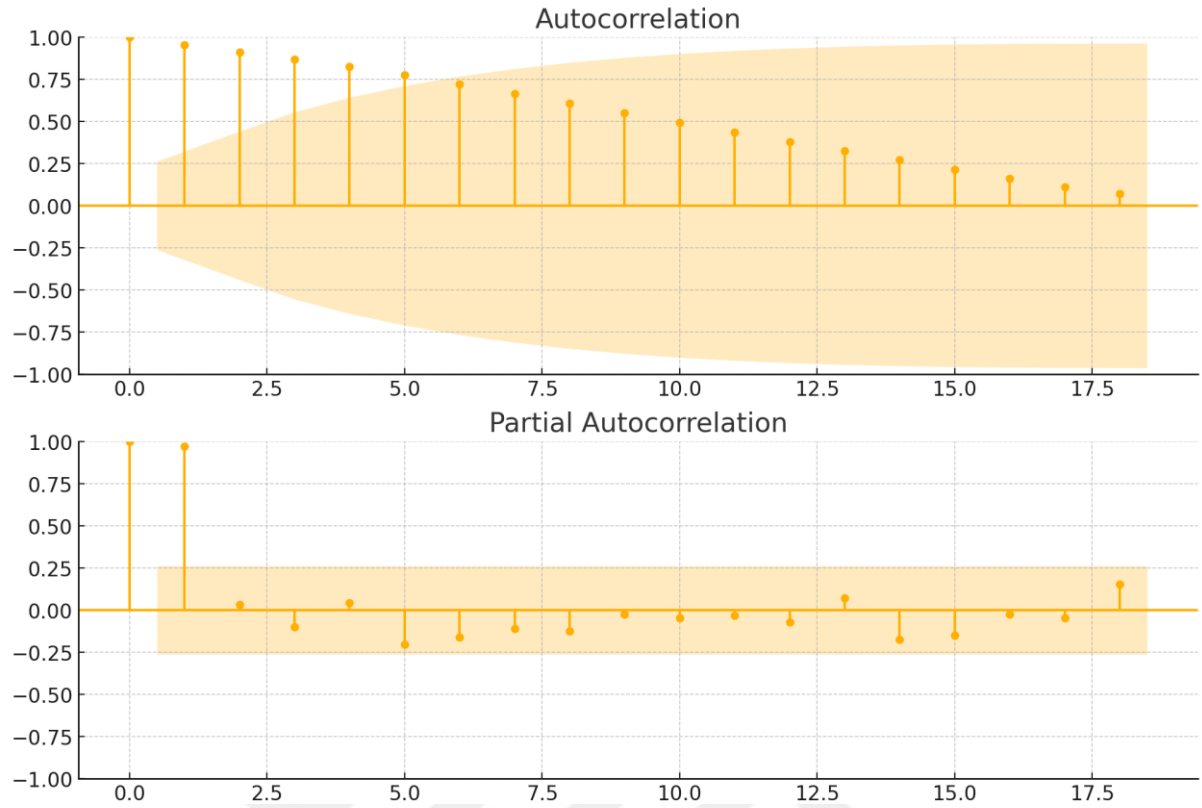
Bu bölümde küresel deniz yolu konteyner bağlantı ağında yer alan kenarların zaman serisi analiz yöntemlerinden ARIMA tekniği kullanılarak analizi yapılmıştır. ARIMA yöntemi uygulamasında serinin mevsimsel etkilerinin olup olmadığının incelenmesi gerekmekte olup, mevsimsellik özelliği taşıyan serilerde SARIMA modelleri kullanılmaktadır. Bu kapsamda bir serinin mevsimsel olup olmadığının belirlenmesinde Kruskal-Wallis Testi kullanılmaktadır. Yapılan analiz sonucunda p değeri 0,973 olarak tespit edilmiş olup mevsimsellik olmadığı sonucuna varılmıştır.

ARIMA yöntemi uygulamasının ilk aşamasında çalışmanın verileri görselleştirilerek zaman içindeki durağanlık ve mevsimsellik tespit edilmeye çalışılmaktadır. Şekil 3.2'de yer alan düğüm değerlerine ilişkin zaman serisi incelendiğinde yıllar içinden artan bir eğilim görülmektedir. Bu kapsamda serinin durağan olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca durağanlık incelemesinde kullanılan ADF (Augmented Dickey-Fuller) testi ile serinin durağan olup olmadığını istatistiksel olarak kontrol edilmiştir. Burada eğer p-değeri 0,05'ten küçükse, seri durağan kabul edilmektedir. Durağan olmayan seriler için fark alma işlemi yapılmaktadır. Yapılan ADF test sonucunda p-değeri 0,211 olarak hesaplandığından serinin durağan olmadığı sonucuna varılmıştır. Seri durağan yapıda olmadığı için bir fark alma işlemi yapılarak seri durağan hale getirilmiş olup test sonuçları Tablo 3.3'te görülmektedir.

Tablo 3.3. Kenar Sayıları Serisinin Durağanlık Testi Sonuçları

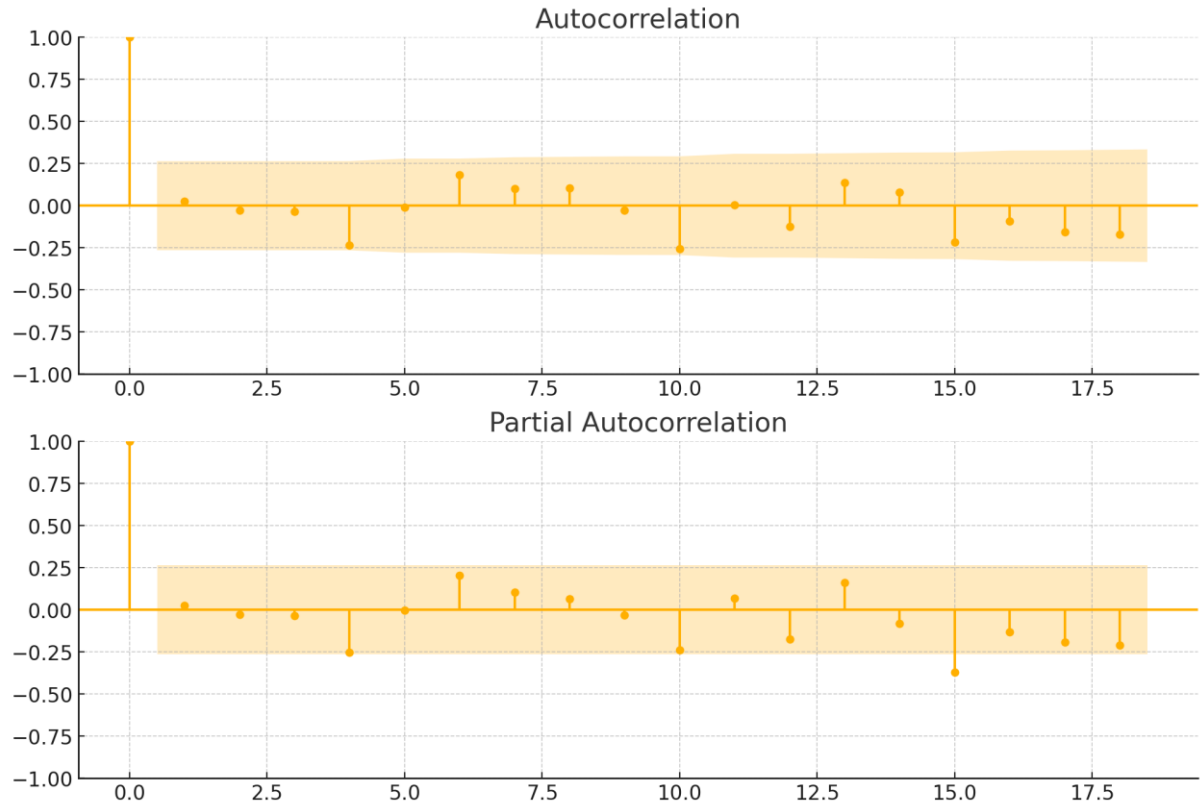
	Fark Alma İşlemi Öncesi	Fark Alma İşlemi Sonrası
p-değeri <0,05	0,911	0,000

Fark alma işlemi öncesi ACF ve PACF grafiklerine baktığımızda, ACF grafiğinde otokorelasyonların yavaşça azaldığını görüyoruz. Bu durum, serinin birim köke sahip olduğunu ve durağan olmadığını gösterir. Durağan olmayan serilerde genellikle zaman içinde ortalama ve varyans değişiklik gösterir. ACF grafiğinde bu azalma, serinin trend bileşeni içerdiğini ve fark alma işlemi uygulanarak durağan hale getirilmesi gerektiğini işaret eder. PACF grafiğinde ise ilk birkaç gecikmede önemli kısmi otokorelasyonlar gözlemlenir, bu da AR modelindeki p değerinin düşük bir sayı olabileceğini gösterir. Genel olarak, fark alma işlemi öncesi grafikler bize serinin durağan olmadığını ve modelleme öncesi fark alınması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 3.26. Kenar Sayıları Serisinin ACF ve PACF grafikleri

Birinci fark alma işlemi sonrasında oluşturulan ACF ve PACF grafiklerine baktığımızda, ACF grafiğinde otokorelasyonların hızla azaldığını ve sıfır civarında seyrettiğini görülmektedir. Bu durum serinin birim kökten arındırıldığını ve durağan hale getirildiğini gösterir. Durağan hale getirilen serilerde ortalama ve varyans zaman içinde sabit kalır. PACF grafiğinde, ilk birkaç gecikme dışında kısmi otokorelasyonların da önemli olmadığını gözlemliyoruz. Bu durum, serinin artık daha az otokorele olduğunu ve ARIMA modellemesi için uygun hale geldiğini gösterir. Fark alma işlemi sonrası grafikler, serinin trend ve otokorelasyon bileşenlerinin etkilerinden arındırıldığını ve modelleme için hazır olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.27. Kenar Sayıları Serisinin Birinci Fark Alma İşlemi Sonrası ACF ve PACF Grafikleri

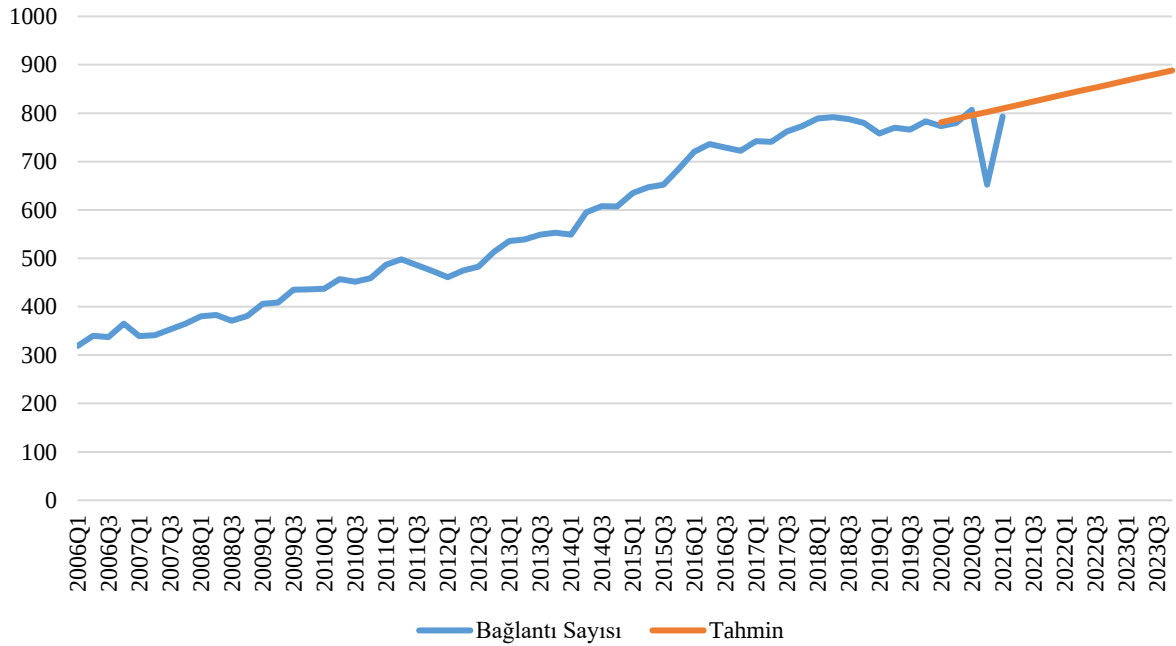
Zaman serisi analizinde uygun modelin seçilmesi, tahminlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini doğrudan etkiler. Model seçiminde kullanılan temel kriterlerden biri, modelin uyumunu ve karmaşıklığını ölçen AIC (Akaike Information Criterion) ve BIC (Bayesian Information Criterion) değerleridir. Daha düşük AIC ve BIC değerlerine sahip model veri setine daha iyi uyum sağlayan ve daha az karmaşık olan model olarak kabul edilir. Uygun model seçiminde farklı modeller denenmiş olup en uygun modelin ARIMA (1,1,1) olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.4. Kenar Sayıları Serisinin ARIMA Modelleri Karşılaştırması

Denenen Modeller	AIC	BIC
ARIMA (0, 1, 0)	469,43	471,44
ARIMA (0, 1, 1)	468,66	472,67
ARIMA (0, 1, 2)	469,18	475,20
ARIMA (1, 1, 0)	467,76	471,77
<u>ARIMA (1, 1, 1)</u>	<u>461,66</u>	<u>467,68</u>
ARIMA (1, 1, 2)	463,56	471,59
ARIMA (2, 1, 0)	468,25	474,28
ARIMA (2, 1, 1)	463,56	471,59
ARIMA (2, 1, 2)	464,73	474,77

Şekilde 3.28’de görülen mavi çizgi gerçekleşen bağlantı sayılarını, turuncu çizgi ise ARIMA (1, 1, 1) modeline dayalı tahmin edilen bağlantı sayılarını göstermektedir. Yapılan analizde, 2006 yılının ilk çeyreğinden 2019 yılının dördüncü çeyreğine kadar olan bağlantı sayıları verilerine dayanılarak ARIMA (1, 1, 1) modeli kullanılarak geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Grafik incelendiğinde küresel konteyner bağlantı ağındaki kenar sayılarının zaman içinde önemli bir artış trendi yakaladığı dikkat çekmektedir. Bu durum deniz yolu taşımacılığına ilişkin bağlantılarının giderek güçlendiği ve sisteme daha fazla konteyner bağlantısının dahil olduğunu göstermektedir. Gelecek beklentileri COVID-19 pandemisinin etkisiyle 2020-Q2 ve 2020-Q3 dönemlerinde gerçekleşen bağlantı sayılarında belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu bağlamda gerçekleştirilen tahminin altında bir bağlantı sayısı pandemi sebebiyle oluşmuştur. Bu dönem içerisinde gerçekleşen bağlantılar tahmin ettiğimiz trendin altında kalmış ilerleyen süreçlerde bir toparlanma gerçekleşerek trend çizgisine yakınlaşmıştır. Bu durum panda eminin bölgesel konteyner bağlantılarına önemli etkisinin olduğunu fakat ağın dayanıklılık göstererek bir süre sonra olması gereken trendi yakaladığını yansıtmaktadır.

Grafikte, ARIMA (1, 1, 1) modeline dayalı olarak yapılan tahminler, bağlantı sayılarının gelecekte de artış eğiliminde olacağını göstermektedir. Pandemi dönemindeki ani düşüş ve ardından gelen toparlanma dikkate alındığında, modelin öngörülleri bağlantı sayılarının düzenli bir şekilde artmaya devam edeceği yönündedir.



Şekil 3.28. Kenar Sayıları Serisinin Gelecek Tahmini

ARIMA modelinin uygulamasının son aşamasında uygulanan modelin tahmin için güvenilirliği değerlendirilmektedir. Bu kapsamda Ljung-Box testi, modelin artıklarının

otokorelasyon içerip içermediğini belirlemek için kullanılır. Bu test artıkların rastgele olup olmadığını değerlendirir. ARIMA (1, 1, 1) modeli için Ljung-Box testi sonuçlarına göre p değeri 0,994 olarak bulunmuştur. Bulunan p-değerinin 0,05'ten büyük olması, artıkların otokorelasyon içermediğini ve modelin uygun olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle modelin kalıntıları rastgele dağılmış olup modelin zaman serisini iyi bir şekilde temsil ettiğini doğrulamaktadır. Bu sonuç, modelin öngörü gücünü ve güvenilirliğini yansıtmaktadır.

3.6.5. Küresel Konteyner Bağlantı Ağının Kırılabilirlik Analizi Bulguları

Kompleks ağ analizi, karmaşık sistemlerin yapısal ve işlevsel özelliklerini anlamak için kritik bir araçtır. Ağ analizi, özellikle kırılabilirlik analizi açısından bakıldığında belirli bileşenlerin veya düğümlerin bir sistemden çıkarılmasının ardından sistemin nasıl tepki verdiğini anlamak için kritik bir araçtır. Savaş, ambargo, doğal afetler veya salgın hastalık gibi durumlar ülkelerin ticaretini ya da ulaştırma bağlantılarını etkileyebilir. İşte bu gibi durumlarda ağdaki bazı düğümler sistem dışında kalabilir. Kırılabilirlik analizi bu kapsamda bir ağın veya sistemdeki öğelerin çıkarılması sonucu ortaya çıkabilecek yapısal ve işlevsel bozulmaları inceleyerek, bu sistemlerin zayıf noktalarını ve bu zayıflıkların potansiyel sonuçlarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu kısımda yapılan analiz belirli düğümlerin (ülkelerin) bir ağdan çıkarılmasının, ağın genel yapısal bütünlüğüne ve işleyişine olan etkilerini değerlendirmektedir.

Tablo 3.5'te küresel konteyner bağlantı ağının en fazla bağlantısına sahip (en yüksek dereceli) üyelerinin ağdan çıkarılması durumunda oluşan değişimleri göstermektedir. 2019 yılı verilerine göre oluşturulan ağda kenar sayısı 855, yoğunluk 0,31, bağlı bileşen sayısı bir ve 0,15'lik bir modülerlik değeri tespit edilmiştir. Bu değerler başlangıç koşullarında ağın nasıl organize edildiği yansıtmaktadır. Yapılan analiz ağın hangi düğümlerin çıkarılması durumunda en çok etkileneceğini, yani kırılabilirlik derecesini belirlemeye yöneliktir.

Tablo 3.5. incelendiğinde kenar sayısındaki değişimler belirli düğümlerin ağ üzerinde ne kadar önemli bir rol oynadığını ve bu düğümlerin çıkarılmasının ağın genel bağlantı yapısına olan etkisini göstermektedir. Çin'in çıkarılması, ağdan 67 kenarın kaybolmasına yol açmış ve bu, kenar sayısında %7,84'lük bir düşüşe sebep olmuştur. Bu büyük düşüş, Çin'in ağdaki diğer düğümler arasındaki bağlantılarda merkezi bir rol oynadığını ve ağın bağlantı yapısının yoğunluğunda önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Genel olarak, her bir merkezi ülkenin çıkarılmasıyla kenar sayısında gözlenen düşüşler, bu ülkelerin ağdaki bağlantıların gücünü ve yoğunluğunu nasıl etkilediğini açıkça ortaya koymaktadır.

Ağ yoğunluğu, ağdaki kenar sayısının teorik maksimum kenar sayısına oranı olarak tanımlanır ve ağın ne kadar sıkı bağlantılı olduğunun bir göstergesidir. Çin gibi ağın merkezi

düğümünün çıkarılması, yoğunluğun %5,31 oranında azalmasına neden olmuştur. Bu, Çin'in ağ içerisinde pek çok düğümle doğrudan bağlantılar kurduğunu ve bu bağlantıların çıkarılmasının ağın genel yoğunluğunu önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. İtalya'nın çıkarılmasının yoğunluk üzerindeki etkisi ise daha sınırlı kalmış ve yoğunluk %2,31 azalmıştır. Bu azalmalar, çıkarılan bazı düğümlerin ağın genel yapısında ne kadar önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Tüm durumlar için, bağlantılı bileşen sayısında bir değişiklik gözlemlenmemiş; ağ tek bir bağlantılı bileşen olarak kalmıştır. Bu durum ağın yapısal bütünlüğünün korunduğunu ve çıkarılan düğümlerin ağın bağlantılılığını tamamen bozmayacağını göstermektedir. Ancak, bu durum ağın belirli düğümlere olan bağımlılığının düşük olduğu anlamına gelmemektedir. Çıkarılan düğümlerin bağlantılarının yoğunluğunu ve ağ içindeki rolünü göz önünde bulundurmak, daha kapsamlı bir dayanıklılık değerlendirmesi için önemlidir.

Modülerlik değerindeki artışlar, özellikle Çin ve Kore için dikkate değerdir. Çin'in çıkarılması modülerliği %8,54 oranında arttırırken, Kore için bu artış %10,25'e ulaşmıştır. Bu artışlar, çıkarılan düğümlerin ağ içinde farklı topluluklar arasında köprü görevi gördüğünü ve bu köprülerin kaldırılmasının ağın topluluk içi bağlantılarını güçlendirdiğini göstermektedir. Modülerlik değerindeki bu artışlar, ağın daha belirgin ve bağımsız topluluk yapılarına sahip olduğunu işaret eder ve ağın yapısal adaptasyonunu veya evrimini anlamak için önemli bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Tablo 3.5. Kırılgenlik Analizi Sonuçları

Ağdan Çıkarılan Düğümler	Yeni Kenar Sayısı	Değişim (%)	Yeni Yoğunluk Değeri	Değişim (%)	Yeni Komponent Sayısı	Değişim	Yeni Modülerite Değeri	Değişim (%)
Çin	788	-7,84	0,29	-5,31	1	0	0,16	+8,54
Kore	793	-7,25	0,29	-4,71	1	0	0,16	+10,25
Singapur	794	-7,13	0,29	-4,59	1	0	0,16	+7,12
Malezya	804	-5,96	0,30	-3,39	1	0	0,15	+3,36
Hollanda	805	-5,85	0,30	-3,27	1	0	0,15	+3,37
Almanya	806	-5,73	0,30	-3,15	1	0	0,15	+4,46
Belçika	807	-5,61	0,30	-3,03	1	0	0,15	+5,40
Fransa	809	-5,38	0,30	-2,79	1	0	0,15	+5,37
Birleşik Krallık	810	-5,26	0,30	-2,67	1	0	0,15	+3,79
İspanya	811	-5,15	0,30	-2,55	1	0	0,15	+6,20
ABD	811	-5,15	0,30	-2,55	1	0	0,15	+1,42
Hong Kong	812	-5,03	0,30	-2,43	1	0	0,15	+5,59
İtalya	813	-4,91	0,30	-2,31	1	0	0,15	+2,59

TARTIŞMA

Krizler insanlık tarihinin bir parçası olup, bu olayların gelecekte yeniden ortaya çıkma olasılığı bulunmaktadır. Bu tür olaylar farklı nedenlerden kaynaklanmakla birlikte, küresel ekonomi üzerinde çeşitli ve derin etkiler yaratabilmektedir. 1929 Büyük Buhranı, 1973 Petrol Krizi ve 2008 Mortgage Krizi gibi ekonomik temelli olaylar küresel ekonominin bu tür durumlara karşı hassas olabileceğini ortaya koymuştur. COVID-19 pandemisi ise ekonomik kökenli krizlerden farklı olarak sağlık kaynaklı bir kriz olmasına rağmen, küresel ekonomi ve lojistik ağlar üzerinde önemli etkiler yaratmıştır. Her bir kriz, tedarik zincirlerinde ve lojistik ağlarda aksamalara neden olmuş ve uluslararası ticarete derin etkiler bırakmıştır. Büyük Buhran döneminde dünya ticareti önemli ölçüde daralmış, Petrol Krizi ise hızla artan enerji fiyatlarıyla taşımacılık maliyetlerini artırmıştır. COVID-19 pandemisinde ise küresel ticaret, karantina önlemleri ve seyahat kısıtlamaları nedeniyle ciddi şekilde aksayarak ekonomik toparlanmayı zorlaştırmıştır. Bu açıdan, geçmişte yaşanan krizler ışığında, gelecekte de farklı nedenlerle ortaya çıkabilecek krizlerin ekonomik ve toplumsal dengeleri sarsabileceği söylenebilir.

COVID-19 pandemisi, küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında büyük etkiler yaratmış ve ağın yapısal dinamiklerinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Yapılan analizde pandemi öncesinde, küresel konteyner ağı istikrarlı bir genişleme göstererek düğüm ve bağlantı sayılarında genel olarak artış trendi sergilemiştir. Ancak pandemi sürecinde bu büyüme trendi sektöre uğramış, düğüm ve bağlantı sayılarında belirgin azalmalar ve dalgalanmalar yaşanmıştır. Bu dalgalanmalar volatilité analizi ile daha net bir şekilde tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan bazı araştırmalar da çalışmada elde edilen bulguyu destekler niteliktedir. Dirzka ve Acciaro çalışmalarında, yerel düzeyde ortaya çıkan şok dalgasının hızla küresel taşıma ağlarına yayıldığını belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmada alınan önlemlerin etkisiyle deniz yolu konteyner taşıma ağlarında toparlanma sinyallerinin de kısa vadede ortaya çıktığına dikkat çekilmiştir²⁷². Dünya Bankası'nın COVID-19 Ticaret İzleme Raporu da pandeminin Çin'de ortaya çıkan ilk vakalardan sonra küresel deniz yolu ticaret hacmi ve konteyner trafiği üzerinde hızlı ve sert etkiler yarattığını vurgulamaktadır. Raporda, özellikle pandeminin erken dönemlerinde bu etkilerin yoğun bir şekilde hissedildiği ancak ilerleyen süreçte ticaret

²⁷² Dirzka ve Acciaro, 2022.

hacimlerinde toparlanma yaşandığı ifade edilmektedir²⁷³. Bir diğer çalışmada da Borucka ve Kozłowski pandeminin deniz yolu taşımacılığında limanların işlem hacimleri üzerine olan etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada konteyner limanlarının iş hacimlerindeki trendde yaşanan bozulma analiz edilmiştir. Yapılan analizde pandeminin ilk aylarında taşımacılık hacminde azalma ve sefer iptalleri yaşandığı ancak bu durumun kısa süreli olduğu belirtilmiştir. En zor dönem olarak Şubat 2020 olduğu; bu tarihte limanlardaki konteyner trafiğinin neredeyse sekiz yıl öncesindeki seviyeye düştüğü; ancak sektörün hızlı bir canlanma yaşadığı ifade edilmiştir²⁷⁴. Konu üzerine yapılan bu araştırmalarda kullanılan veri setleri farklı olsa da genel olarak çalışmada elde edilen sonuçlara paralel sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Ağ yoğunluğu, bir ağdaki bağlantıların toplam potansiyel bağlantılara oranını ifade eder ve ağın genel işleyişine dair önemli bir gösterge niteliğindedir. Çalışmada, ağın bağlantı yoğunluğundaki dalgalanmaların pandeminin etkilerini yansıttığı ortaya konulmuştur. Pandemi öncesinde istikrarlı bir artış trendi sergileyen ağ yoğunluğu, pandemi sürecinde belirgin dalgalanmalar göstermiştir. Guerrero ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada, pandeminin liman bağlantıları üzerindeki etkileri araştırılmış ve 2019-2020 yılları arasında liman bağlantılarındaki coğrafi değişimler incelenmiştir. Analizler, Doğu Asya'daki birkaç limanın bağlantı yoğunluğunda iyileşme kaydedildiğini, ancak diğer limanların bağlantılarında belirgin düşüşler yaşandığını göstermektedir²⁷⁵. Bu anlamda, liman bağlantılarında gözlenen genel gerilemelerin ağ yoğunluğunu olumsuz etkilediği ve pandeminin bu metrikte düşüşlere neden olduğu bulgularla uyumlu bir şekilde ortaya koyulmuştur.

Çalışma kapsamında yapılan analizlerde ağın merkezi ülkeleri olarak Çin, Güney Kore, Singapur, Malezya, Hollanda, Almanya, Belçika, Fransa, Birleşik Krallık, İspanya, ABD, Hong Kong ve İtalya'nın öne çıktığı görülmüştür. Dünya Bankasının yayımladığı lojistik performans indeksine bakıldığında söz konusu ülkelerin en yüksek puanları alan ülkeler olduğu görülmektedir²⁷⁶. Bu durum, özellikle deniz taşımacılığı ve lojistik hizmetlerindeki güçlü altyapılarının, bu ülkelerin küresel ticaret ağlarındaki merkezi konumlarını desteklediğini ortaya koymaktadır. Merkezilik ölçümleri konusunda liman bazlı yapılan çalışmada Duan ve arkadaşları, 2019 yılına ilişkin Alphaliner platformunda yer alan 30 gemi şirketinin nakliye programları ve rotalarına ilişkin verileri kullanarak küresel limanların kırılabilirlik analizini

²⁷³ The World Bank. (2020). "COVID-19 Trade".

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/188381593450101888/pdf/COVID-19-Trade-Watch-June-29-2020.pdf> (erişim tarihi:18.11.2023).

²⁷⁴ Borucka ve Kozłowski, 2023.

²⁷⁵ Guerrero vd., 2022.

²⁷⁶ The World Bank. (2023). "Global logistics performance index". <https://lpi.worldbank.org/international/global> (erişim tarihi:18.11.2023).

gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada en merkezi limanların Çin (8 adet), İspanya (2 adet), Malezya (2 adet), Almanya (2 adet), Endonezya (2 adet), Singapur (1 adet), Güney Kore (1 adet), Hollanda (1 adet), Hong Kong (1 adet), Tayvan (1 adet), Yunanistan (1 adet), Meksika (1 adet), Birleşik Arap Emirlikleri (1 adet), Jamaika (1 adet), Fransa (1 adet), Fas (1 adet), Sri Lanka (1 adet) ve Belçika (1 adet) ülkelerinde yer aldığı tespit edilmiştir²⁷⁷. Cullinane ve Haralambides ise çalışmalarında pandeminin konteyner taşımacılığına olan etkisine odaklanmışlardır. Bu çalışmada 2020'nin ilk yarısında konteyner taşımacılığında önemli bir düşüş yaşandığı, en büyük değişimin Rotterdam (-%7), Şanghay (-%6,8), Los Angeles (-%17,1), Hamburg (-%14,7), Le Havre (-%29), Barcelona (-%20,5) ve Valencia (-%9,1) limanlarında olduğu ifade etmişlerdir²⁷⁸. Sözü geçen diğer araştırmacıların gerçekleştirdiği bu araştırmalarda bahsedilen limanlar, dünyanın en önemli ve stratejik aktarma merkezleri olarak kabul görmekte olup çalışmada tespit edilen merkezi ülkelerde yer almaktadırlar.

Pandemi sürecinde küresel ticaret ağındaki merkezi düğümlerde gözlemlenen değişimlere ilişkin bulgular, Duan ve arkadaşları ile Cullinane ve Haralambides' in çalışmalarındaki sonuçlarla örtüşmektedir. Duan ve arkadaşları, küresel deniz ticaret ağında önemli kırılma noktası oluşturabilecek limanları tespit ederken, Çin, Singapur, Güney Kore, Malezya, Hollanda, Almanya, Belçika, Fransa ve İspanya gibi ülkelerdeki kritik limanların daha fazla dikkat edilmesi gereken düğümler olduğunu vurgulamışlardır. Benzer şekilde, Cullinane ve Haralambides, pandeminin etkisiyle özellikle Çin, Hollanda, Almanya ve İspanya'daki en büyük limanlarda konteyner taşımacılığında önemli düşüşler yaşandığını belirtmişlerdir. Bu bulgular, çalışmada ortaya konan merkezi düğümler ve pandemi sürecinde yaşadıkları değişimlerle paralellik göstermektedir.

Küresel ticarete Çin, dünya çapında en büyük ürün ihracatçısı olarak öne çıkmakta olup birçok ürünün üretim merkezi konumundadır. Bu ürünlerin küresel dağıtımı büyük ölçüde deniz yolu ile konteyner kapları kullanılarak yapılmaktadır. Bu kapsamda Çin, dünyanın en büyük ve en işlek limanlarına ev sahipliği yapmaktadır. Şanghay Limanı, dünyanın en yoğun konteyner limanı olarak dikkat çekmektedir. Çin'in lojistik altyapısının en önemli unsurlarından olan limanlar küresel tedarik zincirindeki önemli rolüyle büyük bir stratejik öneme sahiptir²⁷⁹.

Çin'in başlattığı Kuşak ve Yol Girişimi gibi büyük ölçekli projeler, deniz ve demir yolu ticaret yollarını geliştirmeyi hedeflemekte ve Çin'i Avrupa, Afrika ve Asya ülkelerine daha güçlü bir şekilde bağlamaktadır²⁸⁰. Ayrıca Çin, deniz yolu taşımacılık ağını güçlendirmek

²⁷⁷ Duan vd., 2024.

²⁷⁸ Cullinane ve Haralambides, 2021:374.

²⁷⁹ Wang vd., 2021:49.

²⁸⁰ Tutar ve Koşer, 2016:81.

amacıyla yurtdışında birçok liman yatırımı yapmaktadır. Devlet destekli şirketlerin yurtdışındaki limanlara yaptığı yaklaşık 11 milyar dolarlık yatırım (COSCO Shipping Ports ve China Merchants Ports vd.) küresel liman ağını güçlendirmektedir. China Communications Construction Company Limited ise liman tasarımı ve inşaatında küresel düzeyde önemli bir işletmedir²⁸¹. Bu yatırımlar Çin'in deniz yolu taşımacılığındaki stratejik gücünü artırarak ülkenin küresel ticaret üzerindeki etkisini pekiştirmektedir. Bu bilgiler ışığında, Çin'in uluslararası lojistik ve ticaret açısından önemli bir merkez konumunda olduğu ve deniz yolu taşımacılığının bu durumun oluşmasında itici bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Güney Kore, Asya'nın büyük ekonomilerinden biri olarak, küresel ticaret ve deniz yolu taşımacılığı ağında önemli bir rol oynamaktadır. Ülke yüksek teknoloji ürünleri başta olmak üzere çeşitli endüstri dallarında güçlü bir üretim kapasitesine sahiptir. Küresel deniz yolu taşımacılığı kapsamında bakıldığında Busan Limanı dünyanın en işlek konteyner limanlarından biri olup, Asya ile Amerika ve Avrupa arasındaki ticaretin ana geçiş noktalarından biridir²⁸². Güney Kore, Asya'nın doğu kıyısında stratejik bir konumda yer alarak Japonya, Çin ve diğer Güneydoğu Asya ülkeleri ile güçlü deniz yolu bağlantılarına sahiptir. Bu konum, Güney Kore'nin bölgesel ve küresel ticarete merkezi bir rol oynamasına katkı sağladığı düşünülmektedir²⁸³. Bu bağlamda ülkenin köprü görevi deniz yolu konteyner taşımacılığının verimli ve kesintisiz bir şekilde işlemesi açısından önem arz edebilir²⁸⁴.

Singapur, küresel lojistik ağındaki stratejik rolüyle, Güneydoğu Asya'nın deniz yolu konteyner taşımacılığında önemli bir merkezdir. Çin ve ASEAN ülkeleri arasındaki ticaret bağlantılarını güçlendiren Çin-Singapur Uluslararası Kara-Deniz Ticaret Koridoru, Singapur'u bölgesel ticaretin kalbinde bir düğüm noktası haline getirmiştir²⁸⁵. Bununla birlikte, Singapur'un serbest ticaret anlaşmaları ve ASEAN ile entegrasyonu bölgesel iş birliklerini ve küresel ticaretteki durumunu pekiştirmektedir²⁸⁶. Bir şehir devleti olan ve dünyanın en yoğun limanlarından birine ev sahipliği yapan Singapur'un başarısı, yalnızca fiziksel altyapısına değil aynı zamanda uluslararası ticaret ağındaki stratejik konumuna da dayandığı söylenebilir. Bu unsurlar, ülkenin küresel deniz yolu konteyner taşımacılığındaki liderliğini sürdürmesine olanak tanıdığı düşünülmektedir.

²⁸¹ CSIS, 2023.

²⁸² Sahoo ve Song, 2022:2.

²⁸³ Cullinane ve Song, 1998:66.

²⁸⁴ Jung, 2011:2.

²⁸⁵ Zhu vd., 2023:2.

²⁸⁶ Ministry of Foreign Affairs Singapore. (2024). "Singapore's foreign policy: International organisations". <https://www.mfa.gov.sg/SINGAPORES-FOREIGN-POLICY/International-Organisations> (erişim tarihi:30.09.2024).

Malezya, stratejik coğrafi konumu ve modern liman altyapısıyla küresel deniz taşımacılığında önemli bir rol üstlenmektedir. Port Klang ve Tanjung Pelepas gibi limanları, Asya-Pasifik ile Avrupa arasında ticaret yollarında kritik noktalar olarak hizmet vermekte, konteynerizasyonun artışı ve ekonomik büyüme ile hacimlerini giderek artırmaktadır²⁸⁷. Bu limanlar, aktarma faaliyetlerinin yanında diğer limanları ve bölgeleri besleyici merkezi bir konuma sahiptir²⁸⁸. Asya'nın en işlek ticaret rotaları üzerindeki konumu, Malezya'yı yalnızca ulaştırma açısından bir merkez değil, aynı zamanda küresel ticaretin sürdürülebilirliği için önemli kılmaktadır.

Hollanda, Avrupa'nın lojistik merkezi ve küresel deniz yolu konteyner taşımacılığında stratejik bir aktör olarak yer almaktadır. Özellikle Rotterdam Limanı, Avrupa'nın en büyük limanı olmasıyla kıta içindeki ticaret akışlarının merkezi bir unsuru olup, Asya, Amerika ve Afrika arasındaki küresel ticarete ana geçiş noktalarından birini oluşturmaktadır²⁸⁹. Limanın, Avrupa'nın iç bölgelerine kara, nehir ve demir yolu bağlantılarıyla ulaşım sağlayabilmesi, ticaretin hızlanmasına ve maliyetlerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır²⁹⁰. Hollanda'nın liman sayesinde elde ettiği bu önemli rolü, yalnızca Avrupa'nın dış ticaret ağlarının etkinliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda küresel tedarik zincirlerinin sürdürülebilirliği üzerinde de önemli bir etki yaratmaktadır.

Almanya, dört trilyon USD tutarında GSYİH ile AB'nin tüm ekonomik çıktısının %24,26'sını oluşturmaktadır²⁹¹. Ülke, Avrupa'nın en büyük ekonomisi olarak küresel ticaret ağlarında merkezi bir aktör konumundadır ve bu rolünü özellikle Hamburg Limanı aracılığıyla güçlendirmektedir. Hamburg Limanı, Avrupa'nın en işlek limanlarından biri olarak Almanya'nın ihracat ve ithalat faaliyetlerinde kritik bir lojistik merkezdir²⁹². Limanın gelişmiş altyapısı ve verimli operasyonel süreçleri, Almanya'nın ve diğer AB ülkelerinin ürettiği geniş ürün yelpazesini dünya pazarlarına ulaştırma görevini başarıyla üstlenmektedir. Almanya'nın Avrupa içindeki merkezi coğrafi konumu, bu ticaretin kara, demir ve nehir yolları üzerinden kıta geneline yayılmasını kolaylaştırarak ülkenin lojistik avantajlarını artırmaktadır. Özellikle Almanya'nın yüksek teknoloji ürünleri ve endüstriyel mallarını dünya çapına dağıtmasında

²⁸⁷ Jeevan vd., 2015:86.

²⁸⁸ Rahmatdin vd., 2017:178.

²⁸⁹ Nikghadam vd., 2021:583.

²⁹⁰ Port of Rotterdam. (n.d.). "Why Rotterdam? The port will take you ahead".

<https://www.portofrotterdam.com/en/why-rotterdam/port-will-take-you-ahead> (erişim tarihi: 01.12.2024).

²⁹¹ WEF. (2023). "EU countries' largest economies: Energy and GDP".

<https://www.weforum.org/stories/2023/02/eu-countries-largest-economies-energy-gdp/> (erişim tarihi: 01.12.2024).

²⁹² Dinçer, 2021:1197.

Hamburg Limanı'nın stratejik önemi büyüktür²⁹³. Almanya, güçlü altyapısı, stratejik konumu ve küresel taşımacılık ağlarındaki merkezi rolüyle Avrupa'nın ekonomik devi olma konumunu pekiştirmekte ve Hamburg Limanı gibi kritik lojistik merkezleri aracılığıyla dünya ticaretinde söz sahibi olmaya devam etmektedir.

Belçika Avrupa'nın önemli bir coğrafi noktasında yer almakta olup, AB için stratejik bir konuma sahiptir. Ülkenin kuzey denizine kıyısı bulunması hem ülke açısından hem de Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri için önemlidir. Günümüzde Belçika AB için önemli bir ihracat kapısıdır. Belçika, özellikle Antwerp Limanı olmak üzere, dünyanın en büyük ve en işlek konteyner limanlarından bazılarına ev sahipliği yapar. Antwerp Limanı hem hacim hem de konteyner trafiği açısından dünyanın en büyük limanları arasında yer almakta ve Avrupa'nın en önemli ticaret merkezlerinden birisi durumundadır²⁹⁴. Belçika'nın, AB'nin lojistik ve dağıtım operasyonları için önemli bir ülke olarak kritik rol üstlendiği düşünülmektedir²⁹⁵. Avrupa'nın birçok bölgesine hızlı ve etkili bir şekilde mal dağıtımını yapabilme kapasitesi, Belçika'nın konteyner taşımacılığındaki merkezi konumuna katkı sağlamaktadır.

Fransa, Avrupa'nın önde gelen ekonomik güçlerinden biri olarak, küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında önemli yere sahiptir. Le Havre Limanı, Fransa'nın en büyük konteyner limanı olup, ülkenin Atlantik kıyısındaki ana ticaret kapısıdır. Bu liman, Asya, Amerika ve Afrika ile Avrupa arasındaki ticaretin ana geçiş noktası olarak hizmet vermektedir. Le Havre Limanı'nın yanı sıra Marsilya Limanı da Akdeniz üzerinden Afrika, Orta Doğu ve Asya ile olan ticaretin önemli bir merkezidir²⁹⁶. Bu limanlar, geniş ulaşım ağları ve modern altyapıları ile küresel ticaretin verimli ve kesintisiz bir şekilde işlenmesini desteklemektedir²⁹⁷. Aynı zamanda Fransa merkezli CMA-CGM şirketi dünyanın üçüncü büyük konteyner hat işletmecisi durumundadır²⁹⁸. Ülkenin gelişmiş ulaşım imkanları, sağlam sanayi altyapısı ve yüksek üretim kapasitesi, küresel tedarik zinciri ağında kritik bir rol üstlenmesini sağladığı değerlendirilmektedir.

Birleşik Krallık, küresel ticaretin önemli bir aktörü olarak, deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında merkezi bir konuma sahiptir. Ülke, köklü denizcilik geçmişi ve stratejik coğrafi konumuyla önemli bir denizci ülkedir²⁹⁹. Felixstowe Limanı, ülkenin en büyük

²⁹³ Hafen Hamburg. (n.d.) "Port of Hamburg". <https://www.hafen-hamburg.de/en/portofhamburg/port-of-hamburg/> (erişim tarihi:01.12.2024).

²⁹⁴ Esser vd., 2020:150.

²⁹⁵ Meersman ve Nazemzadeh, 2017:317.

²⁹⁶ Bagoulla ve Guillotreau, 2020:2.

²⁹⁷ Magnan ve van der Horst, 2020:113.

²⁹⁸ Alphaliner. (2024). "Alphaliner TOP 100". <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/> (erişim tarihi:12.10.2024)

²⁹⁹ Lesniewska vd., 2019:2.

konteyner limanı olup, İngiltere'nin Avrupa ve dünya ile olan ticaret bağlantılarının ana arterlerinden biridir. Bu liman Asya, Amerika ve Avrupa arasındaki ticaretin ana geçiş noktası olarak hizmet vermektedir. Bunun yanı sıra, Southampton ve Londra Gateway limanları da önemli aktarma merkezleri olarak işlev görmektedir olup Birleşik Krallık'ın küresel ticaret ağındaki stratejik önemini pekiştirmektedir³⁰⁰. Birleşik Krallık, üretim kapasitesi, stratejik coğrafi konumu, köklü denizcilik geçmişi ve uluslararası deniz borsasıyla küresel deniz yolu ağının önde gelen otoritelerinden biridir³⁰¹. Bu sebeplerden dolayı ülkenin denizcilik sektöründe söz sahibi konumda olduğu söylenebilir.

İspanya, Akdeniz bölgesindeki stratejik konumu ile küresel deniz yolu taşımacılığı özellikle güney Avrupa geçişinde önemli bir konumda yer almaktadır³⁰². Barselona ve Valensiya limanları, ülkenin en büyük limanları olup, Avrupa, Afrika ve Amerika arasındaki ticaretin ana geçiş noktalarıdır³⁰³. İspanya, tarım ürünleri, otomobil, kimyasal maddeler ve tüketim malları gibi çeşitli ürünlerin üretiminde ve ihracatında önemli bir konuma sahiptir³⁰⁴. Bu ürünlerin dünya çapındaki dağıtımı, İspanya'nın uluslararası taşımacılıktaki önemini artırabilir. Ayrıca ülkenin coğrafi konumu da deniz yolu taşımacılığı açısından ülkeyi önemli bir merkez haline getirdiği düşünülmektedir.

ABD, küresel ekonominin en büyük aktörü olarak deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında merkezi bir düğümdür. Los Angeles ve Long Beach limanları, ülkenin en işlek limanları olup, Asya ile Amerika kıtaları arasındaki ticaretin ana geçiş noktalarıdır. Bu limanlar, ABD'nin batı kıyısındaki ticaretin büyük bir bölümünü yönetmektedir³⁰⁵. Ayrıca, doğu kıyısındaki New York ve Savannah limanları da küresel ticaretin önemli merkezlerindendir³⁰⁶. ABD, teknoloji, otomobil, tarım ürünleri ve sanayi malları gibi çeşitli sektörlerde dünyanın ileri gelen ülkesi konumundadır. Aynı zamanda ülke, önemli bir ithalatçı durumunda olup günümüzde yaklaşık 29 trilyon USD tutarında GSYİH ile dünyanın en büyük ekonomisi konumundadır³⁰⁷. Bu nedenle küresel ticaret açısından ABD önemli bir konuma sahiptir. Ülke hem Avrupa hem de Asya ülkeleriyle gelişmiş limanları sayesinde güçlü ticaret bağları kurmuştur. Ayrıca, küresel

³⁰⁰ Rodrigues vd., 2014:55.

³⁰¹ Freightos. (2024). "Biggest ports in UK": <https://www.freightos.com/freight-resources/biggest-ports-in-uk/#-the-importance-of-uk-sea-port> (erişim tarihi: 02.12.2024).

³⁰² Garcia-Alonso vd., 2019:262.

³⁰³ Serry ve Kerbiriou, 2020:28.

³⁰⁴ Martínez-Moya ve Feo-Valero, 2020:5.

³⁰⁵ Bartholdi vd., 2016:243.

³⁰⁶ Port Authority of NY and NJ. (n.d.). "Our Port". <https://www.panynj.gov/port/en/index.html> (erişim tarihi:05.12.2024); Ramos, 2021:253.

³⁰⁷ IMF. (2024). "World Economic Outlook Database: Gross domestic product, current prices". <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD> (erişim tarihi:05.12.2024).

deniz yolu taşıma koridorlarının bir kısmı ABD'ye bağlanmakta, bu da ülkenin stratejik önemini artırmaktadır.

Hong Kong, Asya'nın en önemli ticaret ve finans merkezlerinden biri olarak, küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında önemli bir konuma sahiptir. Hong Kong Limanı, bölgenin en işlek limanlarından biri olup, Çin ve Güneydoğu Asya ile dünya arasındaki ticaretin ana geçiş noktalarından biridir. Hong Kong, elektronik, tekstil, makine ve çeşitli tüketim mallarının dünya çapında dağıtımında önemli bir rol oynamaktadır. İleri düzeydeki lojistik hizmetleri ve güçlü finansal altyapısı, Hong Kong'un küresel ticarete kilit bir düğüm noktası olmasına yardımcı olduğu söylenebilir³⁰⁸.

İtalya, Akdeniz'deki stratejik konumu ve gelişmiş liman altyapısıyla Asya ile Avrupa arasındaki küresel deniz yolu konteyner taşımacılığında en önemli durak noktalarından biri olarak konumlandırılmaktadır. Cenova ve Trieste limanları, yalnızca Avrupa iç pazarlarına erişimin sağlanmasında değil, aynı zamanda Akdeniz'den geçen uluslararası ticaret koridorlarının sürekliliğinin desteklenmesinde de kritik bir rol üstlenmektedir³⁰⁹. Trieste'nin, Orta ve Doğu Avrupa'ya güçlü demir yolu bağlantılarıyla ön plana çıktığı, Cenova'nın ise Kuzey Avrupa'ya yönelik deniz yolu taşımacılığı için stratejik bir alternatif oluşturduğu bilinmektedir³¹⁰. Bu limanlar, Asya'dan Avrupa'ya taşınan yüksek hacimli konteynerlerin lojistik akışlarının kolaylaştırılmasında ve İtalya'nın giyim, otomotiv, makine sanayi ile gıda ürünleri gibi ihracat kalemlerinin küresel dağıtımında merkezi bir işlev üstlenmektedir. Ayrıca, Çin'in Kuşak ve Yol Girişimi kapsamında Trieste limanını bir lojistik düğüm noktası olarak seçmesi, İtalya'nın Asya-Avrupa ticaretindeki stratejik öneminin daha da pekişmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, İtalya'nın Akdeniz'de Afrika, Orta Doğu ve Avrupa arasındaki ticaret yollarının birleştiği bir kavşak noktası olarak konumlandırıldığı ve Asya'dan Avrupa'ya uzanan deniz ticaret rotasında kritik bir lojistik merkez olarak değerlendirildiği vurgulanmaktadır³¹¹.

Küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında merkezi konumda olan ülkeler, stratejik coğrafi avantajları, gelişmiş altyapıları ve ekonomik kapasiteleriyle dünya ticaretinin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Çin, üretim kapasitesi ve Şanghay gibi dünyanın en işlek limanlarıyla küresel ticaretin stratejik bir merkezi olarak öne çıkmaktadır. Güney Kore, yüksek teknoloji ürünleri üretiminde uzmanlaşmış yapısı ve Busan Limanı'nın Asya, Amerika ve Avrupa arasındaki kritik rolüyle dikkat çekmektedir. Singapur, Güneydoğu Asya'nın lojistik kalbi olarak uluslararası ticaret koridorlarının birleşim noktasında yer almaktadır. Malezya,

³⁰⁸ Ma vd., 2020:3; Fu vd., 2023:1.

³⁰⁹ Lupi vd., 2021:84.

³¹⁰ Carrese vd., 2022:48.

³¹¹ Nigro vd., 2024:2.

Port Klang ve Tanjung Pelepas limanlarıyla Asya-Pasifik ve Avrupa ticaretinde kritik bir bağlantı işlevi görmektedir. Avrupa'da Hollanda, Rotterdam Limanı sayesinde Avrupa'nın dış ticaretinde lider bir konumdadır. Almanya, Hamburg Limanı'nın kara, demir yolu ve nehir ulaşımını birleştiren üstün lojistik ağıyla Avrupa'nın ticari akışlarını optimize etmektedir. Belçika, Antwerp Limanı ile Avrupa'nın lojistik operasyonlarında stratejik bir oyuncu olarak öne çıkmaktadır. Fransa, Le Havre ve Marsilya limanlarıyla Atlantik ve Akdeniz üzerinden kıtalararası ticareti yönlendirmektedir. Birleşik Krallık, köklü denizcilik geçmişi ve Felixstowe gibi modern limanlarıyla uluslararası ticaretin önemli bir aktörüdür. İspanya, Barselona ve Valensiya limanlarıyla Akdeniz'in ana ticaret koridorlarında stratejik bir konuma sahiptir. ABD hem doğu hem batı kıyılarındaki büyük limanlarıyla küresel ticaretin vazgeçilmez liderlerinden biridir. Hong Kong, ileri lojistik altyapısı ve stratejik konumuyla Asya-Pasifik ticaretinin anahtar noktalarından biridir. Son olarak, İtalya, Akdeniz'deki Trieste ve Cenova limanlarıyla Asya ve Avrupa arasındaki ticaret yollarında kritik bir rol üstlenmektedir.

Çalışmada merkezi düğümlerin çoğunun, Asya ile Amerika kıtaları arasındaki ulaşımı kapsayan Pasifik rotası veya Asya ile Avrupa arasındaki ulaşımı içeren Hint Okyanusu-Akdeniz geçişleri üzerinde konumlandığı tespit edilmiştir. Bu durumun düğümlerin merkezi rollerini pekiştirdiği düşünülmektedir. Bu ana koridorlar, küresel ticaretin büyük bir kısmını yönlendiren stratejik yollar olarak değerlendirilebilir. Söz konusu ülkelerin hem bu yollar üzerinde bulunmaları hem de gelişmiş liman altyapıları ve lojistik bağlantıları sayesinde, deniz yolu taşımacılığı ağında merkezi konuma sahip oldukları değerlendirilmektedir.

Pandemi dönemi, küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağındaki önemli düğümlerde meydana gelen aksaklıkların, bu taşımacılık sisteminin ne kadar kırılgan olduğunu ve küresel ticaretin sürdürülebilirliği açısından riskler taşıdığını ortaya koymuştur. Özellikle Çin, ABD ve AB gibi büyük ticaret merkezlerinde karşılaşılan zorluklar, ağın merkezi yapısında dalgalanmalara neden olmuş ve küresel ticaretin bu merkezlerinin pandemi krizinden ciddi şekilde etkilendiğini göstermiştir. Bu durum, küresel tedarik zincirlerinin dayanıklılığını artırmanın önemini daha da belirgin hale getirmiştir. Pan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da vurgulandığı gibi, COVID-19 pandemisinin yarattığı aksaklıklar, kritik ticaret noktalarının ağ bağlantı yoğunluğunu zayıflatarak sistemin kırılganlığını arttırmış ve bu merkezlerde sürdürülebilir bir ticaret akışının kırılgan olduğunu ortaya çıkarmıştır³¹².

Pandemi döneminde küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı ağlarında, özellikle Çin, ABD ve AB gibi büyük ticaret merkezleri üzerindeki etkiler, yalnızca bu ülkelerin değil aynı zamanda bunlarla bağlantılı diğer ülkeleri de etkilemiştir. Ağın merkezi yapısını oluşturan bu

³¹² Pan vd, 2022.

lkeler, konteyner taşımacılığı sisteminde tıpkı oligopol piyasalardaki güçlü oyuncular gibi baskın bir role sahiptir. Oligopol piyasalarda az sayıda firmanın kararlarının tüm piyasa üzerinde belirleyici olması gibi, küresel deniz yolu taşımacılığında da az sayıdaki merkezi düğümler, ağıın kırılğanlığı ve dayanıklılığı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir³¹³. Denizcilik sektörünün oligopolistik yapısını vurgulayan Monios ve Wilmsmeier, COVID-19 pandemisinin bu yapının dezavantajlarını daha da belirgin hale getirdiğini tespit belirtmişlerdir³¹⁴. Grzelakowski'nin çalışması da deniz yolu konteyner taşımacılığı pazarının, az sayıda lider firmanın birleşmeler ve ittifaklar yoluyla pazarı büyük ölçüde kontrol ettiğı oligopolistik bir yapıya sahip olduğunu vurgulamaktadır. Yazar, pandemi döneminde yüksek fiyatlandırma gücünün tüketicilere ve diğerk tedarik zinciri aktörlerine maliyet yüklediğini, hizmet kalitesindeki düşüşlerin ise tedarik zincirlerinde önemli aksaklıklara yol açtığını vurgulamıştır³¹⁵. Çin'in pandemi sırasında uyguladığı kapanmalar ve bu sebepler ortaya çıkan tedarik zincirlerindeki aksaklıklar, diğerk ülkelerin ticaret akışında büyük kesintilere neden olmuştur. Bu durum, oligopol piyasalardaki güçlü oyuncuların rekabet eksikliği nedeniyle krizlere karşı daha kırılğan hale gelmesine benzer bir şekilde, lojistik ağlarının merkezi düğümlerinde yaşanan sorunların tüm sistemi etkilediğini göstermektedir.

Çalışmada 2021 yılı itibarıyla deniz yolu konteyner taşımacılığı ağlarındaki merkezi düğümlerde, pandeminin ilk dönemlerine kıyasla bağlantı sayılarında ve düğüm büyüklüklerinde önemli bir toparlanma yaşandığı tespit edilmiştir. Bu durum küresel ticaretin yeniden canlanmasıyla birlikte deniz taşımacılığı ağlarının eski kapasite ve verimlilik seviyelerine ulaşmaya başladığını ortaya koymaktadır. Bu bulguyu destekler nitelikte yapılan çalışmada, Alamoush ve arkadaşları pandemi döneminde yaşanan arz zinciri bozulmalarının, 2021 yılı itibarıyla yk hareketliliğinde gözlenen artışlarla kısmen düzeldiğini ve sektördeki toparlanmayı desteklediğini ifade etmişlerdir³¹⁶. Notteboom ve arkadaşları da konteyner taşımacılığı ağlarında pandemi sonrası liman çağrılarının ve bağlantıların kademeli olarak normalleştiğini, bazı bölgelerde ise bu sürecin hızla ilerlediğini vurgulamaktadır³¹⁷. Luo ve arkadaşları ise uluslararası ticaretin pandemi sırasında ciddi şekilde aksasa da 2021 sonrası toparlanma sürecine girdiğini ve ticaret ağlarının direncinin arttığını vurgulamışlardır³¹⁸.

Pandemi kaynaklı konteyner krizi ve ağdaki merkezi düğümlerdeki sorunlar, İktisadi Bağımlılık Teorisi çerçevesinde değerkendirildiğinde, küresel ticaret sistemindeki yapısal

³¹³ Yang ve Liu, 2022:1.

³¹⁴ Monios ve Wilmsmeier, 2022:701.

³¹⁵ Grzelakowski, 2023b:424.

³¹⁶ Alamoush vd., 2022:11.

³¹⁷ Notteboom vd., 2021:204.

³¹⁸ Luo vd., 2023:3.

kırılganlıkları gözler önüne sermektedir. Bu teori, bazı ülkelerin ekonomik olarak merkezi aktörlere bağımlı hale geldiğini ve bu merkezlerdeki aksaklıkların zincirleme etkiler yaratarak tüm sistemi etkileyebileceğini vurgular. Özellikle Çin, ABD ve Almanya gibi ülkeler, lojistik ve üretim ağlarının merkezi düğümleri olarak kritik roller üstlenmektedir. Calatayud ve arkadaşlarının analizlerine göre, merkezi düğümlerdeki bozulmalar, ticaret ağlarının işlevselliğini ciddi şekilde tehdit edebilir. Bu durum hem malların hem de hizmetlerin akışını engelleyerek küresel ekonomide arz-talep dengesizliklerini tetikleyebilir. Merkezi aktörlere aşırı bağımlı ülkeler, dışsal şoklar karşısında daha savunmasız hale gelirken, bu bağımlılık küresel krizlerin etkisini daha da derinleştirebilir³¹⁹. Wen ve arkadaşları ise Asya-Avrupa deniz taşımacılığı ağı üzerine yaptığı çalışmada merkezi limanların ağıın kırılganlığındaki belirleyici rolünü vurgulamışlardır. Araştırma, ağıdaki merkezileşmenin azaltılmasının ağıın dayanıklılığını artırabileceğini ve heterojen bağlantı kalıplarının kırılganlığı artırdığını göstermektedir³²⁰. Pandemide konteynerlerin yanlış konumlanması, limanlardaki kapasite sorunları ve üretim kesintileri, lojistik zincirlerin küresel ölçekte aksamasına neden olmuş ve ekonomik aktiviteleri ciddi biçimde sınırlandırmıştır. Bu tür krizler yalnızca belirli bir bölgeyi değil, bağlı ekonomiler yoluyla tüm küresel konteyner taşımacılığı sistemini etkileyerek ticaretin sürekliliğini riske atmaktadır.

Bağımlılık Teorisi ve Oligopol piyasa perspektifinden bakıldığında yukarıda bahsedilen küresel deniz yolu konteyner taşımacılığında az sayıdaki ülkeye bağımlı durumda olan ülkeler, riskli durumlarla karşı karşıya kalabilir. Bu ülkelerin ulaştırma bağlantılarını çeşitlendirmesi ve liman altyapılarını güçlendirmesi kırılgan yapılarının hafifletilmesine katkı sağlayabilir.

Pandemi öncesi (2019) ve sonrası dönemlerde yapılan modülerite analizi, deniz yolu konteyner ağlarının grup yapıları hakkında önemli bulgular sunmaktadır. 2019'da Sahra Altı Afrika ülkeleri (Angola, Kamerun, Kongo, Gana, Nijerya) yoğun bir bölgesel grup oluştururken, Asya kıtasında Güneydoğu Asya ve Orta Doğu ülkeleri benzer şekilde kendi bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Avrupa, Kuzey Amerika ile güçlü transatlantik ticari bağlarını sürdürürken, Kuzey ve Güney Amerika da hem kıta içi hem de transatlantik iş birlikleriyle kümelenmiştir. Avustralya ise çevresel bir grup oluşturmuştur. COVID-19'un 2020'de küresel ticareti sekteye uğratmasıyla bu dengeler değişmiş, tedarik zincirindeki aksaklıklar ve ulaşım zorlukları nedeniyle yeni gruplaşmalar oluşmuştur. Doğu Avrupa'nın Asya ve Orta Doğu ülkeleriyle, Akdeniz ülkelerinin ise Asya ile olan bağlantılarını güçlendirdiği, Batı Avrupa'nın ise Amerika kıtasıyla ilişkilerini yoğunlaştırdığı gözlemlenmiştir. 2021'in ilk çeyreğinde

³¹⁹ Calatayud vd., 2017:207.

³²⁰ Wen vd., 2022:9.

aşılama programları ve ekonomik adaptasyon süreçleri, ağlarda daha bütünleşik bir yapıya geçiş sağlamıştır. Güney Amerika, Avrupa ve Kuzey Amerika ile bağlantılarını artırarak entegrasyonunu güçlendirmiş, buna karşın Asya ülkeleri arasındaki gruplaşmalar zayıflamıştır. Orta Doğu ve Akdeniz ülkeleri iş birliklerini daha da geliştirerek yeni bir bölgesel küme oluşturmuştur.

Çekim Modeli, uluslararası ticaret teorisinde, iki ülke arasındaki ticaret hacminin ülkelerin ekonomik büyüklükleri ile doğru, aralarındaki mesafe ile ise ters orantılı olduğunu öngören bir yaklaşımdır. Bu modele göre, coğrafi olarak birbirine yakın ve büyük ekonomik hacme sahip ülkeler, daha düşük taşıma maliyetleri ve güçlü ticari bağlar nedeniyle aralarındaki ticareti artırma eğilimindedir³²¹. Pandemi sürecinde küresel konteyner bağlantı ağlarında meydana gelen değişiklikler, Çekim Modeli'nin bu temel ilkelerini destekler nitelikte gözlemlenmiştir. Pandemi koşullarında coğrafi yakınlık ve ekonomik birliğin, ülkeler arasındaki konteyner taşımacılığı ilişkilerini daha belirgin hale getirmiş olabileceği düşünülmektedir. Bu süreçte modülerite gruplarının sayısında azalma yaşanmış ve ticari ilişkilerin bölgesel merkezler etrafında daha yoğunlaştığı görülmüştür; Asya ve Amerika merkezli ağlar, bu dönemde öne çıkan güçlü bağlantılara ev sahipliği yapmıştır. Çekim Modeli'nin öngördüğü şekilde, coğrafi yakınlık ve büyük ekonomik aktörler arasındaki yoğun ticaret ilişkileri, bu ülkelerin birbirleriyle olan ticaret akışını desteklemiştir. İlerleyen dönemde, pandemi etkisinin azalması ile ülkeler arasındaki ticaret ağlarının pandemi öncesi dönemdeki görünümüne yeniden kavuşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Bu durum, uluslararası ticaret ağlarının, kriz dönemlerinde Çekim Modeli'nin varsayımlarına uygun şekilde yeniden yapılanabileceğine işaret eden bir gözlem olarak değerlendirilebilir.

Küresel deniz yolu konteyner ağının zaman serisi analizi, bu ağın uzun vadeli eğilimlerini anlamak açısından öneme sahiptir. Bu bağlamda ARIMA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analiz, küresel konteyner taşımacılığının zaman içerisindeki trendini ve pandeminin etkilerini inceleme olanağı tanımıştır. Analiz sonucunda özellikle 2020 yılının ikinci ve üçüncü çeyreklerinde trend çizgisinden belirgin bir sapma olduğu tespit edilmiştir. Fakat ilerleyen dönemlerde bağlantı sayılarında toparlanma görülmüş ve ağ, eski trend çizgisine yakın bir performans göstermeye başlamıştır. Li ve arkadaşları, ağ teorisini kullanarak pandemi öncesi ve sonrası ağ yapısını karşılaştırmış ve pandeminin büyük liman merkezlerinde ilk etapta kırılganlık yarattığını, ancak genel ağ yapısının dayanıklılığını koruduğunu göstermiştir. Ağın pandeminin ilk dönemlerindeki düşüşe rağmen, erişilebilirlik ve ağ büyüklüğünde toparlanma

³²¹ Leitão, 2024.

gösterdiği saptanmıştır³²². Bu bulguyu destekler nitelikte yapılan bir diğer çalışmada ise Wu ve arkadaşları küresel konteyner ağının kasıtlı saldırı toleransının 2015, 2017, 2019 ve 2021 yıllarında sırasıyla %7,98, %8,52, %9,57 ve %9,72 olduğunu belirlemişlerdir. Bu bulgu, COVID-19 pandemisi sonrasında (2021 yılında) 2015'ten 2019'a kadar olan kademeli güçlenme eğilimini sürdürdüğünü, ancak bu eğilimin %1,57'lik göreceli bir değişimle önemli ölçüde yavaşladığını göstermektedir. Bu sonuç ağın COVID-19 öncesine kıyasla daha düşük bir ölçüde de olsa güçlenmeye devam ettiğine dair önemli bir işarettir. Çalışma, pandeminin kısa zaman içinde etkisinin azaldığını ve küresel konteyner taşımacılığı açısından kademeli bir iyileşme göstererek daha güçlü bir yöne doğru geliştiğini vurgulamaktadır³²³. Bu çerçevede, her iki çalışma da küresel konteyner taşımacılığı ağlarının pandeminin olumsuz etkilerinden toparlandığını ve gelecekte artış eğilimini sürdüreceğini işaret etmektedir. Rekabetin giderek arttığı bir ortamda küresel ticaretin güçlü bir parçası olmak isteyen ülkelerin gelişen denizcilik ağı içinde yer almaları büyük önem arz etmektedir. Ülkelerin bu alandaki yatırımları artırması ve güçlü bağlantılar geliştirmesi, küresel ticaretin etkin bir parçası olmalarını sağlamada stratejik bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Kırılğanlık analizi, belirli bileşenlerin veya düğümlerin bir sistemden çıkarılması durumunda sistemin nasıl tepki verdiğini anlamak için önemli bir yöntemdir. Küresel konteyner bağlantı ağında yapılan kırılğanlık analizi, savaş, ambargo, doğal afetler veya salgın hastalıklar gibi durumların deniz yolu konteyner bağlantıları üzerindeki etkilerini değerlendirebilir. Bu analiz, ağdaki önemli düğümlerin (Çin, Güney Kore, Singapur, Malezya, Hollanda, Almanya, Belçika, Fransa, Birleşik Krallık, İspanya, ABD, Hong Kong, İtalya) herhangi birinin sistem dışı kalması durumunda ortaya çıkabilecek yapısal bozulmaları incelemektedir.

2019 yılı verilerine göre oluşturulan küresel konteyner bağlantı ağında kenar sayısı 855, yoğunluk 0,31, bağlı bileşen sayısı bir ve modülerlik değeri 0,15 olarak tespit edilmiştir. Bu başlangıç değerleri, ağın genel yapısının ve bağlantıların nasıl organize edildiğini göstermektedir. Çin'in ağdan çıkarılması, 67 kenarın kaybolmasına yol açarak kenar sayısında %7,84'lük bir düşüşe ve yoğunluğun %5,31 oranında azalmasına neden olmuştur. Bu durum, Çin'in ağdaki diğer düğümlerle doğrudan bağlantılar kurarak merkezi bir rol oynadığını ve bu bağlantıların kaldırılmasının ağın genel bağlantılilik yoğunluğunu önemli ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Çin'den sonra Güney Kore'nin ağdan çıkarılması da benzer şekilde kenar sayısında %7,25'lik bir kayba yol açmıştır. Bu bulgular hem Çin'in hem de Güney Kore'nin ağın merkezi düğümleri olarak ağın genel işleyişi için kritik önem taşıdığını göstermektedir.

³²² Li vd., 2024:12.

³²³ Wu vd., 2024:12.

Kırılganlık analizindeki modülerlik değerindeki artışlar, özellikle Çin ve Kore için dikkate değer olduğu gözlenmiştir. Çin'in çıkarılması modülerliği %8,54 oranında arttırırken, Kore için bu artış %10,25'e ulaşmıştır. Bu artışlar, çıkarılan düğümlerin ağ içinde farklı topluluklar arasında köprü görevi gördüğünü ve bu köprülerin kaldırılmasının ağın topluluk içi bağlantılarını güçlendirdiğini gösterebilir. Modülerlik değerindeki bu artışlar, ağın daha belirgin ve bağımsız topluluk yapılarına sahip olduğunu işaret etmekte olup, ağın yapısal adaptasyonunu veya evrimini anlamak için önemli bir gösterge olarak değerlendirilebilir. Sonuç olarak, küresel konteyner bağlantı ağının kırılganlık analizi, ağın belirli düğümlere olan bağımlılığını ve bu düğümlerin çıkarılmasının ağın genel yapısına ve işleyişine olan olumsuz etkilerini ortaya koymaktadır.

Kırılganlık analizi küresel ticaret ağlarının daha dirençli ve dayanıklı hale getirilmesi için önemli kararların alınmasına yardımcı olabilir. Bu anlamda, kritik düğümlerin korunması ve ağın esneklik kapasitesinin artırılması, küresel ticaretin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşıyabilir. Konteyner taşımacılığının en önemli düğümleri konumunda olan ülkelerde gerçekleşebilecek bir olumsuzluk veya kriz durumunda ağın genel yapısının ciddi olarak etkilenmesi uluslararası deniz yolu ulaşımının kırılgan yapısını gösterdiği düşünülmektedir. Sistemin sorunsuz bir şekilde işlemesi, Çin gibi önemli düğümlerde aksaklıkların yaşanmamasına bağlıdır. Pandemi döneminde yaşanan olumsuz tecrübe bu ülkelerin önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, COVID-19 pandemisinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkileri kompleks ağ analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışma, küresel ticaretin temel yapı taşlarından biri olan deniz yolu taşımacılığının, pandemi gibi geniş çaplı bir kriz karşısında kırılganlığını ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır. Pandemi sürecinde tedarik zincirlerindeki kesintiler, limanlardaki operasyonel aksaklıklar ve konteyner taşımacılığında yaşanan gecikmeler dünya ticaretinde önemli aksamalara neden olmuştur. Bu bağlamda deniz yolu konteyner taşımacılığı sektörünün bu tür krizlere karşı dayanıklılığının artırılması hem ulusal hem de uluslararası ticaretin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Çalışmanın bulguları mevcut sistemin zayıf noktalarını belirleyerek, gelecekte benzer krizlere karşı daha hazırlıklı olunmasına katkılar sunabilir. Böylece küresel ticaretin sürekliliğini sağlamak ve ekonomik kayıpları minimize etmek adına önemli faydalar sağlanabilir. Ayrıca, literatürde ağ analizi yaklaşımıyla ülkelerin küresel konteyner taşımacılığındaki konumunu detaylı bir şekilde inceleyen çalışmanın bulunmaması bu araştırmayı özgün kılmaktadır.

Küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı, dünya ticaretinin temel unsurlarından biri olarak, ölçek ekonomisi sağlayan kritik bir lojistik hizmettir. Dünya ticaretinin yaklaşık %80'i deniz yolu ile gerçekleştirilmekte olup, bunun büyük bir kısmı konteyner taşımacılığı aracılığıyla yürütülmektedir. Bu sistem, ürünlerin güvenli ve maliyet etkin bir şekilde taşınmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda büyük hacimlerde taşımaların düşük birim maliyetle yapılmasına olanak tanıyarak ölçek ekonomisinin somut bir örneğini sunmaktadır. Bu açıdan, modern konteyner gemilerinin binlerce konteyneri aynı anda taşıyabilme kapasitesi, uzak mesafelere düşük maliyetle ulaşımı mümkün kılarken, küresel tedarik zincirlerinin verimliliğini artırarak dünya ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır.

Küresel ticareti kolaylaştıran konteynerler günümüzde taşımacılıkta yaygın olarak kullanılmakta olup “dünyayı değiştiren kutu” olarak nitelendirilmektedir. Konteyner taşımacılığının en önemli avantajlarından biri lojistik süreçlerin standardizasyonunu sağlamasıdır. Konteynerlerin standart boyutları, taşımacılık işlemlerinin tüm aşamalarında (yükleme, boşaltma, depolama ve dağıtım) kolaylık ve hız kazandırmaktadır. Bu standardizasyon, uluslararası ticaretin etkin ve sorunsuz bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, konteynerler kapalı ve güvenli bir yapıya sahip olduğundan, ürünlerin taşınma sırasında zarar görme veya kaybolma riskini minimize etmektedir. Bu durum, özellikle değerli ve hassas ürünlerin taşınmasında büyük bir avantaj sağlamaktadır. Küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir role

sahiptir. Büyük miktardaki yüklerin tek seferde taşınabilmesi, enerji verimliliğini artırmakta ve karbon ayak izini azaltmaktadır.

Küresel krizler, taşımacılık ve ekonomi üzerinde derin ve geniş kapsamlı etkiler yaratabilmektedir. Ekonomik krizler, doğal afetler, salgın hastalıklar ve jeopolitik gerilimler gibi çeşitli kriz türleri tedarik zincirlerini ve lojistik operasyonlarını ciddi şekilde etkileyebilmektedir. Krizler sırasında limanların kapanması, gemi seferlerinin iptali veya gecikmeler, taşımacılık maliyetlerinin artmasına ve tedarik sürelerinin uzamasına neden olabilmektedir. COVID-19 pandemisi, bu tür krizlerin taşımacılık sektörü üzerindeki etkilerinin çarpıcı bir örneğidir. Pandemi sırasında birçok liman ve lojistik merkezi kapanmış veya operasyonlarını sınırlandırmak zorunda kalmıştır. Bu durum konteyner taşımacılığında ciddi aksamalara ve küresel tedarik zincirlerinde önemli kesintilere yol açmıştır. Bu süreçte artan talep ve azalan arz nedeniyle konteyner kiralama ücretlerinde ve navlun fiyatlarında da daha önce yaşanmamış derecede artışlar meydana gelmiştir.

Çalışmada, COVID-19 pandemisinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkileri detaylı bir kompleks ağ analizi ile incelenmiştir. Çalışmanın ana bulguları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Pandemi sürecinde kenar sayılarında belirgin azalmalar gözlemlenmiştir. Özellikle 2020'nin ilk yarısında, pandemi kaynaklı kısıtlamalar ve lojistik süreçlerdeki aksaklıklar nedeniyle taşımacılık akışları ciddi şekilde sekteye uğramış, ağ yoğunluğunda ve bağlantı sayılarında düşüş yaşanmıştır. Bu durum, ticaret ağının esnekliği ve dayanıklılığını sınanan bir dönem olarak öne çıkmıştır. Birçok ülke arasındaki bağlantılar zayıflarken, ağın merkezi düğümleri de pandeminin etkilerini ciddi şekilde hissetmiştir. Ancak bu olumsuzluklara rağmen, 2021 itibarıyla toparlanma sinyalleri ortaya çıkmıştır. Küresel taşımacılık yeniden hareketlenmiş, ağın bağlantı yoğunluğu eski seviyelerine ulaşma eğilimi göstermiştir.

Çalışma kapsamında yapılan analizlerde ağın merkezi ülkeleri olarak Çin, Güney Kore, Singapur, Malezya, Hollanda, Almanya, Belçika, Fransa, Birleşik Krallık, İspanya, ABD, Hong Kong ve İtalya'nın öne çıktığı görülmüştür. Genel olarak, pandemi sürecinin başlangıcında bu ülkelerin düğüm büyüklüklerinde ve ağdaki merkezlik değerlerinde belirgin düşüşler yaşanmıştır. Özellikle bağlantı yoğunluğundaki azalmalar, ticaret akışlarının aksadığını ve ağın genel yapısının zayıfladığını göstermiştir. Ancak, bu etkiler her ülke için aynı ölçüde olmamakla birlikte, 2021 itibarıyla birçok merkezi düğümde toparlanma belirtileri gözlemlenmiştir. Bu durum, küresel ağın dayanıklılığını ve merkezi düğümlerin pandeminin zorluklarına rağmen kritik rollerini sürdürme kapasitesini ortaya koymaktadır. Öte yandan,

merkezi düğümlerdeki zayıflamaların, ağ genelinde geniş çaplı bir istikrarsızlığa yol açtığı da tespit edilmiştir.

Merkezi ülkeler, yalnızca ağın lider düğümleri olarak işlev görmekle kalmamış, aynı zamanda küresel ticaretin sürekliliğini sağlamak için lojistik altyapıları, stratejik konumları ve sahip oldukları büyük konteyner hat operatörleri sayesinde ticaret akışlarını yeniden canlandırmada öncü bir rol üstlenmiştir. Bu ülkelerdeki limanların yüksek kapasitesi ve gelişmiş teknolojik altyapıları, pandemi sonrası toparlanmayı desteklemiş ve ticaret akışlarında istikrarı sağlamıştır. Ancak, bu avantajlar kriz sırasında aşırı merkezileşmeden kaynaklanan kırılganlıkları tam anlamıyla önleyememiş, ağ genelinde yeniden yapılandırma ve alternatif tedarik rotalarının geliştirilmesi gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur.

2019 yılında coğrafi ve ekonomik birliktelikler temelinde şekillenen ve çok sayıda modülerite grubundan oluşan bir yapı hakimken, pandeminin etkisiyle bu grup sayıları azalmıştır. Ağ yapısal olarak Asya veya Amerika merkezli bir görünüme bürünmüştür. Pandemi sonrası süreçte ise ülkeler arasındaki gruplar, pandemi öncesine benzer bir yapıya doğru toparlanma göstermiştir.

ARIMA tekniği ile yapılan zaman serisi analizine göre pandemi başlangıcına kadar olan süreçte küresel konteyner bağlantı ağının kenar sayılarının genel olarak artış eğiliminde olduğu, ancak pandemi sırasında bu eğilimden ciddi bir sapma yaşandığı tespit edilmiştir. Uygulanan model gelecekte ağın gelişeceğini, ülkeler arasında daha fazla güçlü bağlantılar kurulacağını göstermiştir.

Küresel konteyner bağlantı ağının kırılganlık analizi, ağ yapısının dışsal şoklara karşı duyarlılığını açıkça ortaya koymaktadır. Yapılan analizler, merkezi düğümlerin kaybı durumunda konteyner taşımacılığı akışlarının ciddi şekilde kesintiye uğrayacağını ve ağın genel yapısının zayıflayacağını göstermektedir. Özellikle Çin'in ağdan çıkarılması durumunda, yapısal bozulmaların diğer düğümlerle kıyaslandığında çok daha büyük olacağı belirlenmiştir. Bu durum, lojistik maliyetlerin artmasına ve diğer düğümlerin aşırı yüklenmesine yol açabilir. Bu sebeple, alternatif rotaların geliştirilmesi, bölgesel düğümlerin güçlendirilmesi stratejilerinin uygulanması gibi çözümler, kırılganlığı azaltmak için kritik önlemler olarak değerlendirilebilir.

COVID-19 pandemisinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışma, gelecekte benzer krizlerle karşılaşıldığında deniz yolu konteyner taşımacılığının dayanıklılığını artırmak amacıyla çeşitli politika önerileri sunmaktadır.

Küresel konteyner taşımacılığının krizlere dayanıklı hale getirilmesi amacıyla, liman altyapısının güçlendirilmesi önemli bir stratejik öncelik olarak değerlendirilebilir. Limanların operasyonel kapasitesinin artırılmasının, kriz dönemlerinde işleyişin aksamadan devam etmesi açısından kritik bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Bu açıdan, liman altyapısının modernizasyonu, kriz dönemlerinde operasyonel verimliliğin artırılmasına yönelik önemli bir adım olarak görülebilir. İleri teknoloji kullanımı ve otomasyon sistemlerinin yaygınlaştırılmasının, liman operasyonlarının hızını ve doğruluğunu artırarak potansiyel aksaklıkların önüne geçebileceği düşünülmektedir. Konteynerlerin dijital takibi de yükleme ve boşaltma süreçlerinin daha etkin yönetilmesini sağlayabilir. Ayrıca, limanlarda kullanılan makinelerin ve ekipmanların modernizasyonunun, arıza oranlarını azaltarak kesintisiz hizmet sunulmasına katkıda bulunabileceği öne sürülmektedir.

Limanlarda yedekleme kapasitelerinin oluşturulması ve esnek operasyonel planların geliştirilmesi, kriz dönemlerinde iş sürekliliğinin sağlanması açısından büyük önem taşıyabilir. COVID-19 pandemisi sırasında yaşanan boş konteyner krizi, yedekleme kapasitesinin ve esnek operasyonel planların önemini açıkça ortaya koymuştur. Pandemi sırasında konteynerlerin dünya genelinde yanlış yerlerde birikmesi, tedarik zincirlerinde büyük aksamalara neden olmuş ve boş konteynerlerin doğru yerlere hızlıca yeniden dağıtılmasını zorlaştırmıştır. Yedekleme kapasitesinin, beklenmedik durumlarda limanların hızlı bir şekilde toparlanmasını ve operasyonlara devam edebilmesini sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu, özellikle doğal afetler, siber saldırılar veya ani talep artışları gibi durumlarda kritik bir avantaj sunabilir. Esnek operasyonel planlar ise, değişen koşullara hızlı adaptasyon yeteneği kazandırarak, limanların kriz anlarında bile etkin bir şekilde faaliyet göstermesine olanak tanıyabilir.

Boş konteyner krizinin ortaya koyduğu bir diğer önemli nokta, sadece liman altyapısına yapılan yatırımların yeterli olmadığı, aynı zamanda gemi ve konteyner kapasitelerinin artırılmasının da kritik bir ihtiyaç olduğudur. Küresel ticaret ağlarının dayanıklılığını artırmak için tüm ülkelerin sadece liman kapasitelerini genişletmekle kalmayıp, aynı zamanda gemi filolarının modernizasyonuna ve yeni konteyner üretimine yatırım yapması gerekmektedir. Bu süreçte, özellikle kamu ve özel sektör iş birliğiyle oluşturulacak konteyner havuzları, taşımacılık maliyetlerini azaltabilir ve kriz dönemlerinde konteyner erişiminde yaşanan sorunları hafifletebilir. Ayrıca, küçük ekonomilere sahip ülkelerin bu yatırımlara dahil edilmesi ve uluslararası finans kuruluşlarının bu ülkeleri desteklemesi, küresel taşımacılık ağının daha dengeli bir şekilde yeniden yapılandırılmasına katkı sağlayacaktır.

Küresel deniz yolu konteyner taşımacılığının krizlere dayanıklılığını artırmak için çeşitlendirme stratejisinin uygulanması sektörün krizler karşısında daha dirençli hale gelmesine

katkı sağlayabilir. Tedarik kaynaklarının ve lojistik rotalarının farklılaştırılması, tek bir kaynağa olan bağımlılığı azaltarak riskleri dağıtabilir. Özellikle COVID-19 pandemisi sürecinde, az sayıda ülkeye olan bağımlılığın ne kadar riskli olduğu gözler önüne serilmiştir. Bu deneyimlerden yola çıkarak, farklı bölgelerden tedarik sağlamak ve alternatif lojistik rotaları oluşturmak, tedarik zincirinin krizlere karşı daha dirençli olmasını sağlayabilir. Asya'daki bir tedarik sıkıntısına karşı Avrupa veya Amerika gibi farklı bölgelerden alternatif tedarik kaynaklarına yönelmek, tedarik zincirinin sürekliliğini korumak için etkili bir strateji olabilir. Bunun yanı sıra, yerel üretimin desteklenmesi, küresel tedarik zincirlerine olan bağımlılığı azaltarak krizlere karşı daha dirençli bir yapı oluşturabilir. Ayrıca, bölgesel iş birliklerinin güçlendirilmesi, bölgeler arasında bilgi ve kaynak paylaşımını artırarak tedarik zincirlerinin daha esnek ve uyumlu hale gelmesine katkıda bulunabilir. Konteyner ağlarındaki düğüm noktalarının çeşitlendirilmesi ve ağın merkezileşmesinin önlenmesi, merkezi bir düğümde yaşanacak aksaklığın tüm ağı etkileme riskini minimize edebilir.

Küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı, COVID-19 pandemisi gibi küresel çapta etkili krizlerle karşı karşıya kaldığında, sektörün sürdürülebilirliği için uluslararası iş birliği ve koordinasyonun güçlendirilmesi önem taşıyabilir. Deniz yolu konteyner taşımacılığı, dünya ticaretinin önemli bir bileşeni olarak, mal ve ürünlerin uluslararası sevkiyatını sağlama konusunda kilit bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, kriz dönemlerinde bu taşıma şeklinin etkin bir şekilde işlemesi, küresel ticaretin ve ekonominin istikrarını korumak açısından hayati önem taşır. Öncelikle, uluslararası iş birliği ve koordinasyon, deniz yolu konteyner taşımacılığının krizlerden etkilenme riskini azaltmada kritik bir faktör olabilir. Bu anlamda, uluslararası denetleme mekanizmalarının kurulması, liman operasyonlarının şeffaflığını artırabilir, fiyatlandırma politikalarını düzenleyebilir ve kriz dönemlerinde adil kaynak dağılımını sağlayabilir. Pandemi gibi küresel çapta etkili olan krizlerde ülkeler arası iş birliği ve iletişim, limanların ve deniz taşımacılığı tesislerinin etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak için önemli olabilir. Ayrıca, kriz yönetimi ve acil durum planlarının geliştirilmesi, deniz yolu konteyner taşımacılığının krizlere karşı daha dirençli hale gelmesini sağlayabilir. Bu planlar, kriz durumlarında etkili bir şekilde hareket etmek için belirlenmiş prosedürleri içermeli ve tüm paydaşlar arasında koordinasyonu sağlamalıdır. Özellikle, liman operatörleri, nakliye şirketleri ve uluslararası denizcilik kuruluşları arasında iş birliğini teşvik etmek, kriz durumlarında daha etkili bir müdahale sağlayabilir ve tedarik zincirinin aksamadan işlemesini sağlayabilir. Bu sayede, küresel deniz yolu konteyner taşımacılığı, krizlerle başa çıkabilmek için daha hazır ve dirençli hale gelebilir, böylece dünya ticaretinin sürdürülebilirliğini koruyabilir.

Deniz yolu konteyner taşımacılığı ağında merkezi konumda bulunmayan ülkelerin, diğer ülkelerle bağlantılarını güçlendirmesi, küresel ekonomide etkin bir rol üstlenmeleri için gerekli bir strateji olarak görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre, ağı kilit oyuncularını tamamen deniz çıkışına sahip ülkelerdir. Bu durum, denize çıkışı olmayan ülkeler için deniz yolu bağlantılarına erişimin stratejik önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu bağlamda söz konusu dezavantajlı ülkelerin önemli limanlara sahip komşu ülkelerle iş birliği yaparak deniz yolu bağlantısı sağlayan özellikle demir yolu ulaştırma projeleri geliştirmesi büyük fayda sağlayabilir. Bununla birlikte, deniz yolu taşımacılığında doğal darboğazların (Süveyş Kanalı, Malakka Boğazı, Panama Kanalı) oluşturduğu riskler göz önüne alındığında, liman bağlantılı ulaştırma projelerinin hayata geçirilmesi ülkeler için önemli avantajlar yaratabilir. Bu kapsamda Kalkınma Yolu, Demir İpek Yolu ve TRACESA gibi projeler, deniz yolu taşımacılığının oligopolistik yapısından kaynaklanan risklerin hafifletilmesine katkıda bulunabilir.

Pandemi sürecinde yaşanan boş konteyner krizi, küresel deniz taşımacılığı sisteminin kırılganlıklarını ortaya koyarken, konteyner operatörleri için benzersiz bir kârlılık dönemi yaratmıştır. Konteynerlerin yanlış konumlanması ve limanlardaki tıkanıklıklar nedeniyle taşıma maliyetlerinde dramatik artışlar yaşanmış, bu durum özellikle büyük konteyner hat operatörlerinin gelirlerini rekor seviyelere taşımıştır. Piyasanın oligopolistik yapısı nedeniyle, MAERSK, MSC, COSCO ve CMA CGM gibi büyük şirketler taşıma ücretlerini birkaç katına çıkararak bu krizden fayda sağlamıştır. Öte yandan, konteyner kıtlığı ve artan taşımacılık maliyetleri, küçük ve orta ölçekli işletmelerin ticari faaliyetlerini olumsuz etkileyerek küresel ticarete ek maliyet baskılarına yol açmıştır. Bu süreç, küresel deniz yolu taşımacılığı ağındaki piyasa yapısının ve fiyatlandırma mekanizmalarının yeniden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Boş konteyner krizinden elde edilen bu kârlar, büyük operatörlerin sektördeki hakimiyetlerini pekiştirmiş ve daha dayanıklı bir tedarik zinciri oluşturulması ihtiyacını bir kez daha gözler önüne sermiştir. Bu anlamda, uluslararası düzenleyici kuruluşların fiyat şeffaflığını artırmaya yönelik düzenlemeler yapması ve konteynerlerin etkin dağılımını sağlamak için küresel bir iş birliği mekanizması oluşturması kritik bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışma, COVID-19 pandemisinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkilerini kompleks ağ analizi yöntemiyle inceleyerek, teorik açıdan literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Özellikle küresel tedarik ağlarının kırılganlık ve dayanıklılık dinamiklerini nicel olarak modelleyen bu yaklaşım, benzer krizlerin ağ yapıları üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik yeni bir metodolojik çerçeve sunmaktadır. Pratik katkı bağlamında ise liman altyapılarının modernizasyonu, alternatif lojistik rotaların geliştirilmesi

ve uluslararası iş birliği mekanizmalarının güçlendirilmesi gibi somut politika önerileriyle sektör paydaşlarına kriz yönetiminde rehberlik etmektedir. Akademik olarak, kompleks ağ analizi ve ARIMA modelleri gibi nicel tekniklerin lojistik sistemlerdeki uygulanabilirliğini vurgulayan çalışma, gelecekteki araştırmalar için hem metodolojik bir temel hem de doğal afetler veya jeopolitik şoklar gibi farklı kriz senaryolarının incelenmesine yönelik bir yol haritası oluşturmaktadır. Sosyal açıdan ise, tedarik zincirlerindeki aksaklıkların ekonomik ve toplumsal etkilerini değerlendirerek, krizlerin yönetilmesi noktasında politika yapıcılar ve ilgili paydaşlar için stratejik karar alma süreçlerine katkı sağlayabilir. Bu çok yönlü katkılar, çalışmayı hem akademik hem de endüstriyel perspektifte özgün ve değerli kılmaktadır.

COVID-19 pandemisinin uluslararası deniz yolu konteyner taşımacılığı üzerindeki etkilerini inceleyen bu araştırma, elde edilen bulgularla benzer krizlere yönelik gelecekte yapılacak daha derinlemesine araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır. Özellikle, pandemi gibi küresel şokların uzun vadeli sonuçlarının incelenmesi, toparlanma süreçlerinin hangi faktörler tarafından yönlendirildiği ve bu süreçlerin sürdürülebilirliği üzerine odaklanan çalışmalar, kriz yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayabilir. Kompleks ağ analizi, lojistik ve tedarik zincirleri üzerindeki kriz etkilerini anlamada kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Ancak, gelecekteki çalışmalar bu analizleri farklı veri setleri ve diğer kriz türleri üzerinde uygulayarak ağların genel kırılganlık ve dayanıklılık özelliklerini daha kapsamlı bir şekilde ortaya koyabilir. Örneğin, doğal afetler, jeopolitik gerilimler veya iklim değişikliği gibi farklı küresel şokların deniz yolu taşımacılığı ve tedarik zincirleri üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenebilir. Ayrıca, merkezi düğümlerin devre dışı kalması durumunda alternatif lojistik senaryolarının etkisi, dinamik ağ simülasyonları ile test edilerek, kriz durumlarında daha esnek ve dayanıklı bir küresel taşımacılık sistemi geliştirilmesine yönelik stratejiler belirlenebilir. Bu tür çalışmalar, sadece akademik literatüre katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda uluslararası ticaretin sürdürülebilirliği ve krizlere karşı dirençli bir lojistik altyapısının oluşturulması açısından da pratik öneme sahiptir. Özellikle, küresel tedarik zincirlerinin daha adil ve dengeli bir şekilde yeniden yapılandırılmasına yönelik politika önerileri, gelecekteki araştırmaların odak noktalarından biri olabilir.

KAYNAKÇA

- Acar, A. Z. ve Köseoğlu, A. M. (2014). *Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Akakura, Y., Sasaki, T., Ono, K. ve Watanabe, T. (2018). “An Assessment of the Impacts on the International Container Transport and the World Economy Resulting from the 2014/15 US West Coast Port Disruption”. *IDRiM Journal*, 8(1): 1-21.
- Akram, V. (2024). “İzmir’in Sokak ve Cadde Ağlarının Çizge Teori Tabanlı Değerlendirilmesi”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 26(76): 119-133.
- Alamouh, A. S., Ballini, F. ve Ölçer, A. I. (2022). “Ports, maritime transport, and industry: The immediate impact of COVID-19 and the way forward”. *Maritime Technology and Research*, 4(1): 1-26.
- Altınay, D. (2023). “Sociatry of moreno: online sociodrama and sociatry for social crises”. *Revista Brasileira de Psicodrama*, 31(e0523): 1-9.
- Arthur, W. B., Beinhocker, E. ve Stranger, A. (2020). “Complexity economics: An introduction”. *Proc. Santa Fe Institute Fall Dialogue*.
- Atan, S. (2022). “Web3A: Web Tabanlı bir Ağ Analiz Aracı”. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1): 1-20.
- Ayaz, İ. S., Bucak, U., Mollaoğlu, M. ve Esmer, S. (2022). “Resilience Strategies of Ports against COVID-19 in Terms of Chaos Theory”. *Marine Policy*, 146(105323): 1-9.
- Baggio, R., Scott, N. ve Cooper, C. (2010). “Network science: A review focused on tourism”. *Annals of Tourism Research*, 37(3): 802-827.
- Bagoulla, C. ve Guillotreau, P. (2020). “Maritime transport in the French economy and its impact on air pollution: An input-output analysis”. *Marine Policy*, 116(103818): 1-9.
- Bai, X., Xu, M., Han, T. ve Yang, D. (2022). “Quantifying the impact of pandemic lockdown policies on global port calls”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 164(2022): 224-241.
- Barabási, A.L. ve Albert, R. (1999). “Emergence of Scaling in Random Networks”. *Science*, 286(5439): 509-512.
- Barabási, A.L. (2003). *Linked: How everything is connected to everything else and what it means*. Penguin Group, New York.
- Barabási, A. L. (2014). *Network Science Acknowledgements Random Networks*. Creative Commons.

- Barabási, A. L. (2016). *Network Science*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Barabási, A.L. ve Albert, R. (1999). “Emergence of scaling in random networks”. *Science*, 286(5439): 509–512.
- Başer, S.Ö. (2013). “Deniz Taşımacılığı Ekonomisi”, Cerit, A. G., Deveci, A., Esmer, S. (Ed.), *Denizcilik İşletmeleri Yönetimi*. Beta Yayınları, İstanbul, 61-91.
- Bartholdi, J. J., Jarumaneeroj, P. ve Ramudhin, A. (2016). “A new connectivity index for container ports”. *Maritime Economics ve Logistics*, 18:231-249.
- Bartosiak, C., Kasprzyk, R. ve Tarapata, Z. (2011). “Application of graphs and networks similarity measures for analyzing complex networks”. *Biuletyn Instytutu Systemów Informatycznych*, (7): 1-7.
- Bayraktutan, Y. ve Özbilgin, M. (2013). “Limanların uluslararası ticarete etkisi ve Kocaeli limanlarının ülke ekonomisindeki yeri”. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26): 11-41.
- Beraha, A., Canbolat, E. Ö., Çeliksoy, E. ve Baş, A. (2020). “Türkiye’de Kurumsal Teori Alanında Çalışan Akademisyenlerin Küçük Dünya Varsayımı”. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2): 731-750.
- Beškovnik, B., Zanne, M. ve Golnar, M. (2022). “Dynamic Changes in Port Logistics Caused by the COVID-19 Pandemic”. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(10), 1-13.
- Beşirli, H. (2016). “Türk Dünyasının Kültürel Etkileşiminde Sosyal Hareketliliğin Önemi”. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (56): 53-60.
- Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M. ve Hwang, D. U. (2006). “Complex networks: Structure and dynamics”. *Physics reports*, 424(4-5): 175-308.
- Borca, B., Putz, L. M. ve Hofbauer, F. (2021). “Crises and their effects on freight transport modes: a literature review and research framework”. *Sustainability*, 13(10), 5740.
- Borucka, A. ve Kozłowski, E. (2023). “Selected polynomial identification techniques to evaluate maritime transport trends around COVID-19”. *Zeszyty Naukowe. Transport-Politechnika Śląska*, 120, 51-68.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Johnson J.C. (2013). *Analyzing Social Networks First Edition*. Sage Public, London.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C. ve Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*. John Wiley ve Sons, New Jersey.
- Börner, K., Sanyal, S. ve Vespignani, A. (2007). “Network science”. *Annual Review of Information Science & Technology*, 41(1): 537-607.

- Brooks, M. R., Pallis, T. ve Perkins, S. (2014). *Port investment and container shipping markets: Roundtable summary and conclusions*. OECD Publishing, Paris.
- Calatayud, A., Mangan, J. ve Palacin, R. (2017). “Vulnerability of international freight flows to shipping network disruptions: A multiplex network perspective”. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 108: 195-208.
- Carrese, S., Petrelli, M. ve Renna, A. (2022). “A new approach for the identification of strategic Italian ports for container traffic”. *Transport Policy*, 120: 47-55.
- Chen, S., Wang, Z. Z., Tang, L., Tang, Y. N., Gao, Y. Y., Li, H. J., ... ve Zhang, Y. (2018). “Global vs local modularity for network community detection”. *PloS one*, 13(10): 1-21.
- Chua, J.Y., Foo, R., Tan, K.H. and Yuen, K.F. (2022). “Maritime resilience during the COVID-19 pandemic: impacts and solutions”. *Continuity ve Resilience Review*, 4(1): 124-143.
- Codal, K. S. ve Coşkun, E. (2016). “Sosyal Ağ Türlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bir Ağ Analizi”. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1): 143-158.
- Cullinane, K. ve Haralambides, H. (2021). “Global trends in maritime and port economics: the COVID-19 pandemic and beyond”. *Maritime Economics ve Logistics*, 23(3): 369-380.
- Cullinane, K. ve Song, D. W. (1998). “Container terminals in South Korea: Problems and panaceas”. *Maritime Policy and Management*, 25(1): 63-80.
- Deb, P., Furceri, D., Jimenez, D., Kothari, S., Ostry, J. D. ve Tawak, N. (2022). “The effects of COVID-19 vaccines on economic activity”. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 158(1): 1-25.
- Demiral, D. G. (2020). “Ağ Bilimi ve Modelleri”. *Journal of Empirical Economics and Social Sciences*, 2(2): 36-55.
- Demirgil, H. (2018). “Süleyman Demirel Üniversitesi yayınlarında bilimsel yoğunlaşma alanları ve bibliyometrik ağ analizi”. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 13(2): 36-53.
- Dey, PK. (2004). “Oil Pipelines”. *Encyclopedia of Energy- ELSEVIER*, 4: 673-690.
- Deveci, D. A. (2013). “Deniz Ulaştırması: İşletmeler ve İşlevler”. Cerit, A. G., Deveci, A., Esmer, S. (Ed.), *Denizcilik İşletmeleri Yönetimi*. Beta Yayınları, İstanbul, 23-34.
- Diğer, F. C. Y. (2021). “2007-2018 Lojistik Performans Endekslerinde Başat Aktör Olan Almanya'nın Lojistik Potansiyeli ve Stratejilerinin İncelenmesi”. *Third Sector Social Economic Review*, 56(2): 1190-1209.
- Dirzka, C. ve Acciaro, M. (2022). “Global shipping network dynamics during the COVID-19 pandemic's initial phases”. *Journal of Transport Geography*, 99(103265): 1-15.

- Doğru, M. ve Yorulmaz, M. (2021). “Gemilerde Dijitalleşme: Önemi ve Etkileri”. *Journal Of International Social Research*, 14(77): 1085-1097.
- Donnan, R. C., Edwards, C. R., Iyer, A. R., Karamete, T., Myers, P. F., Olson, S. E., ... ve Lambert, J. H. (2020). “Enterprise resilience of maritime container ports to pandemic and other emergent conditions”. *2020 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*. 24 Nisan 2020, IEEE, 1-6.
- Duan, W., Li, Z., Zhou, Y. ve Deng, Z. (2024). “A Novel Technical Framework for the Evaluation of Node Significance and Edge Connectivity in Global Shipping Network”. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(8): 1-22.
- Dulebenets, M. A., Pasha, J., Abioye, O. F. ve Kavooosi, M. (2021). “Vessel scheduling in liner shipping: A critical literature review and future research needs”. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 33: 43-106.
- El Din, M., Masengu, R., Ncube, M. ve Al Kaabi, S. (2021). “The Impact of Post-COVID-19 Container Shortage Crisis on Global Supply Chains”. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 07-11 Mart 2021, Sinapur, 459-468.
- El Noshokaty, S. (2013). “Shipping optimisation systems (SOS): liner optimisation perspective”. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 5(3): 237-256.
- Erdal, M. ve Çancı, M. (2003). *Uluslararası Taşımacılık Yönetimi*. UTİKAD Yayınları, İstanbul.
- Erdoğan, H. T. (2016). “Ulaşım hizmetlerinin ekonomik kalkınma üzerine etkisi”. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1): 187-215.
- Erdős, P. ve Rényi, A. (1960). “On the Evolution of Random Graphs”. *Publications of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences*, 5: 17–61.
- Eren, E. ve Uysal, E. (2017). “İktisatta yeni heterodoks gelişmeler”. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2): 134-151.
- Ergün, İ. (1987). *Türkiye’nin Ekonomik Kalkınmasında Ulaştırma Sektörü*. Ankara Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Eroğlu, G. S. (2020). *Olumlu, danışma ve olumsuz ağ ilişkileri: Hemşireler üzerine bir çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Eser, R. (2016). *Kompleksite İktisadı, Kendi Kendine Organize Olan Kritiklik ve Firma Dinamikleri*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Eser, R. (2021). *İktisada Farklı Bir Bakış Açısı; Kompleksite İktisadı*. İktisat ve Doğa Bilimleri-Doğa Bilimlerine Doğru Genişlemesi ve Etkileşimi Üzerine İncelemeler. Astana Yayınları, Ankara.
- Esser, A., Sys, C., Vanelslander, T. ve Verhetsel, A. (2020). “The labour market for the port of the future. A case study for the port of Antwerp”. *Case Studies on Transport Policy*, 8(2): 349-360.
- Filip, Nistor ve Popa, Catalin. (2014). “The Role Of Transportation In Economic Development”. *Mircea cel Batran Naval Academy Scientific Bulletin*, 17: 10-12.
- Freeman, L. C. (1977). “A set of measures of centrality based on betweenness”. *Sociomeiry*, 40: 35-41.
- Fruchterman, T. M. ve Reingold, E. M. (1991). “Graph drawing by force-directed placement”. *Software: Practice and experience*, 21(11): 1129-1164.
- Fortunato, S. (2010). “Community detection in graphs”. *Physics reports*, 486(3-5): 75-174.
- Fu, Y., Lin, Q., Grifoll, M., Lam, J. S. L. ve Feng, H. (2023). “Investigating the evolution of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area (GBA) multi-port system: The multi-faced perspectives”. *Ocean ve Coastal Management*, 233(106450): 1-13.
- Gagnon, J. E., Kamin, S. B. ve Kearns, J. (2023). “The impact of the COVID-19 pandemic on global GDP growth”. *Journal of the Japanese and International Economies*, 68(101258): 1-12.
- Garcia-Alonso, L., Monios, J. ve Vallejo-Pinto, J. Á. (2019). “Port competition through hinterland accessibility: the case of Spain”. *Maritime Economics ve Logistics*, 21: 258-277.
- Gazzeah, K., Abubakar, I. R. ve Hammad, E. (2022). “Impacts of COVID-19 pandemic on the global flows of people and goods: Implications on the dynamics of urban systems”. *Land*, 11(3): 1-18.
- Gençer, M. (2017). “Sosyal ağ analizi yöntemlerine bir bakış”. *Yildiz Social Science Review*, 3(2): 19-34.
- Gintis, H. (2006). “The origin of wealth: Evolution, complexity, and the radical remaking of economics”, *Journal of Economic Literature*, 44(4): 1018-1031.
- Giscard, P. L. ve Wilson, R. C. (2018). “Cycle-centrality in economic and biological networks” *The Sixth International Conference on Complex Networks and Their Applications*. 29 Kasım- 01 Aralık 2017, Springer International Publishing, 14-28.
- Gould, A. (2021). “Sovereign control and ocean governance in the regulation of maritime private policing”. *Policing and society*, 31(3): 337-353.

- Gönel, G. (2007). *Deniz taşımacılığında lojistik sisteminin performans ölçümü ve bir uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Bursa.
- Grando, F., Noble, D. ve Lamb, L. C. (2016). “An analysis of centrality measures for complex and social networks”. *2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*. 4-8 Aralık 2016, Washington, 1-6.
- Granovetter, M. S. (1973). “The Strength of Weak Ties”. *The American Journal of Sociology*, 78(6): 1360-1380.
- Gregory, P. (2020). “Measuring the Spanish Flu’s Economic Impact Using Historical Macroeconomic Statistics”. *University Library of Munich, Germany*.
- Grzelakowski, A. S. (2023a). “Costs and Benefits of the Disruptions Caused by the Pandemic Crisis and the Container Shipping Market’s Turbulences and their Allocation within the Global Supply Chains: An Analytical Approach”. *European Research Studies Journal*, 26(3): 133-151.
- Grzelakowski, A. S. (2023b). “Global maritime container transport market under the Covid-19 crises; Its evolvement, integration and regulatory challenges”. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 17: 423-430.
- Guerrero, D., Nierat, P., Thill, J. C. ve Cohen, E. (2021). “Visualizing maritime connectivity at national level: the case of LSBCI links of West European countries”. *Case Studies on Transport Policy*, 9(4): 1818-1824.
- Guerrero, D., Letrouit, L. ve Pais-Montes, C. (2022). “The container transport system during COVID-19: An analysis through the prism of complex networks”. *Transport Policy*, 115: 113-125.
- Gürsakaç, N. (2007). *Sosyal Bilimler Karmaşıklık ve Kaos*, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Gürsakaç, N. (2009). *Sosyal Ağ Analizi*, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Gürsakaç, N., Aydın, Z. B., Gürsakaç, S. ve Tüzüntürk, S. (2008). “Ağ Bilimi ve İstatistik”. 9. *Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*. 28-30 Mayıs 2008, Aydın, 87.
- Gürsakaç, N., Tüzüntürk, S. ve Sert, F. (2014). “Sosyal Ağ Verilerinin Kuvvet Yasası Olasılık Dağılımına Uygunluk Analizi: Twitter Örneği”. *15. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem ve İstatistik Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 22-25 Mayıs 2014, Isparta, 464-482.
- Hage, P. ve Harary, F. (1995). “Eccentricity and centrality in networks”. *Social networks*, 17(1): 57-63.

- Halim, R. A., Kwakkel, J. H. ve Tavasszy, L. A. (2016). "A scenario discovery study of the impact of uncertainties in the global container transport system on European ports". *Futures*, 81: 148-160.
- Hanneman, R. A. ve Riddle, M. (2005). *Introduction to Social Network Methods: Table of Contents*. University of California, Riverside, Riverside, CA.
- Hao, C. ve Yue, Y. (2016). "Optimization of container multimodal transport system based on dynamic programming". *Procedia Engineering*, 137: 382-390.
- He, Y., Yang, Y., Wang, M. ve Zhang, X. (2022). "Resilience Analysis of Container Port Shipping Network Structure: The Case of China". *Sustainability*, 14(15): 1-17.
- Hoffmann, J., Van Hoogenhuizen, J. W. ve Wilmsmeier, G. (2014). "Developing an index for bilateral liner shipping connectivity". *IAME 2014 Conference Proceedings. Presented at the International Association of Maritime Economists (IAME)*, 15-18 Temmuz 2014, Norfolk, 1-23.
- Homer-Dixon, T. (2011). "Complexity science". *Oxford Leadership Journal*, 2(1): 1-15.
- Hommes, C. (2013). *Behavioral rationality and heterogeneous expectations in complex economic systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hsu, C. L. ve Ho, T. C. (2021). "Evaluating key factors of container shipping lines from the perspective of high-tech industry shippers". *Journal of Marine Science and Technology*, 29(1): 30-43.
- Huang, C. Y., Sun, C. T., Hsieh, J. L. ve Lin, H. (2004). "Simulating SARS: Small-World epidemiological modeling and public health policy assessments". *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 7(4).
- Huchet-Bourdon, M. ve Korinek, J. (2011). *To what extent do exchange rates and their volatility affect trade? OECD Trade Policy Working Papers*, OECD Publishing, Paris.
- Huseynzade, M. (2006). *Deniz Taşımacılığının Ülke ve Bölge Kalkınmasındaki Rolü*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ilyas, M., Jin, Z., Ullah, I., & Jafri, A. A. (2023). "Investigation of Risk Factors Influencing the Safety of Maritime Containers Supply Chain: In the Period of the Pandemic". *Sustainability*, 15(11): 1-18.
- İnanlı, H. ve Yorulmaz, M. (2021). "Konteyner Limanlarında Dijital Dönüşüm: Kocaeli Limanlarında Bir İnceleme". *The Journal Of Social Science*, 5(10): 462-473.
- Jeevan, J., Ghaderi, H., Bandara, Y. M., Saharuddin, A. H. ve Othman, M. R. (2015). "The implications of the growth of port throughput on the port capacity: The case of

- Malaysian major container seaports". *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 3: 84-98.
- Jerebić, V. ve Pavlin, S. (2018). "Global Economy Crisis and its Impact on Operational Container Carrier's Strategy". *Promet-TrafficveTransportation*, 30(2): 187-194.
- Jia, M., Gabrys, B., & Musial, K. (2023). "A network science perspective of graph convolutional networks: A survey". *IEEE Access*, 11, 39083-39122.
- Johns, M. (2021). *Containerships and Black Swans: The Impact of Disruptive Events on the Industry*. In *New Maritime Business: Uncertainty, Sustainability, Technology and Big Data*. Springer International Publishing, New York.
- Jonsson, P. F. ve Bates, P. A. (2006). "Global topological features of cancer proteins in the human interactome". *Bioinformatics*, 22(18): 2291-2297.
- Jin, G., Feng, W. ve Meng, Q. (2022). "Prediction of Waterway Cargo Transportation Volume to Support Maritime Transportation Systems Based on GA-BP Neural Network Optimization". *Sustainability*, 14(21): 1-24.
- Jung, B. M. (2011). "Economic contribution of ports to the local economies in Korea". *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 27(1): 1-30.
- Kadushin, C. (2012). *Understanding Social Networks: Theories, Concepts and Findings*, Oxford University Press, Oxford.
- Kalgora, B. ve Christian, T. M. (2016). "The financial and economic crisis, its impacts on the shipping industry, lessons to learn: the container-ships market analysis". *Open Journal of Social Sciences*, 4(1): 38-44.
- Kang, L., Wu, W., Yu, H. ve Su, F. (2022). "Global Container Port Network Linkages and Topology in 2021". *Sensors*, 22(15): 1-15.
- Karaca, D. A. ve Bacik, E. Y. (2023). "Sosyal Ağ Analizi ile COVID-19 Araştırmalarında Uluslararası Yayınların İncelenmesi". *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, (9),387-408.
- Karakadılar, I. S. (2022). "Kuru dökme yük taşımacılığı piyasasının geleceğine dair öngörüler". *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 24(43): 634-654.
- Khan, K., Su, C. W., Khurshid, A. ve Umar, M. (2022). "The dynamic interaction between COVID-19 and shipping freight rates: a quantile on quantile analysis". *European Transport Research Review*, 14(1): 1-16.

- Khandan, S. A. J. ve Falhi, H. M. (2023). "The Time Scope of the Container Carrier's Liability (A Comparative Study based on International Conventions and Iraqi and Egyptian Laws)". *Migration Letters*, 20(6): 37-50.
- Kılınç, Ö. (2021). *Freight Forwarder İşletmelerinde Deniz yolu İhracat Operasyon Sürecinin Hizmet Kalitesindeki Rolüne İlişkin Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kim, B., Kim, G. ve Kang, M. (2022). "Study on Comparing the Performance of Fully Automated Container Terminals during the COVID-19 Pandemic". *Sustainability*, 14(15): 1-13.
- Kleinberg, J., 2000. "The small-world phenomenon: An algorithmic perspective". In *Proceedings of The Thirty-Second Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, 163-170.
- Knoke, D. ve Yang, S. (2019). *Social network analysis*. SAGE publications, London.
- Koçak, E. ve Kışış, H. (2015). "Liman Özelleştirmeleri: Mersin Limanı İçin Beklentiler ve Gerçekleşmeler". *International Journal of Economic & Administrative Studies*, 8(15): 279-296.
- Komianos, A. (2018). "The autonomous shipping era. operational, regulatory, and quality challenges". *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 12(2): 335-348.
- Kutnar, K., Marušič, D. (2009). "Some Topics in Graph Theory". Naimzada, A.K., Stefani, S., Torriero, A. (Ed), *Networks, Topology and Dynamics. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer, Berlin, 3-22.
- Kuźmicz, K. A. (2022). "Impact of the COVID-19 pandemic disruptions on container transport". *Engineering Management in Production and Services*, 14(2), 106-115.
- Laine, J. T. ve Vepsäläinen, A. P. (1994). "Economies of speed in sea transportation". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24(8): 33-41.
- Lee, E. J. (2024). "Red Sea Tensions, Tanker War Lessons?". *Survival*, 66(2): 115-126.
- Lee, C. Y. ve Song, D. P. (2017). "Ocean container transport in global supply chains: Overview and research opportunities". *Transportation Research Part B: Methodological*, 95: 1-53.
- Leitão, N. C. (2024). "Gravity Model and International Trade: A Survey of the Literature". *Administrative Sciences*, 14(9): 1-16.

- Lesniewska, F., Ani, U., Carr, M. ve Watson, J. (2019). "In the eye of a storm governance of emerging technologies in UK ports post Brexit". *Living in the Internet of Things*, 2019: 1-9.
- Levinson, M. (2016). *The Box: How The Shipping Container Made The World Smaller And The World Economy Bigger*. Princeton University Press, Princeton.
- Lewis, T. G., 2011. *Network Science: Theory and Applications*. John Wiley and Sons, New Jersey.
- Lezoray, O. ve Grady, L. (2012). *Graph theory concepts and definitions used in image processing and analysis. Image Processing and Analysis*, CRC Press, Florida.
- Li, K. X., Li, M., Zhu, Y., Yuen, K. F., Tong, H. ve Zhou, H. (2023). "Smart port: A bibliometric review and future research directions". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 174(103098): 1-15.
- Li, X., Jin, Y. Y. ve Chen, G. (2003). "Complexity and synchronization of the world trade web". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 328(1-2): 287-296.
- Li, Z., Li, H., Zhang, Q. ve Qi, X. (2024). "Data-driven research on the impact of COVID-19 on the global container shipping network". *Ocean & Coastal Management*, 248(106969): 1-14.
- Lindstad, H., Asbjørnslett, B. E. ve Strømman, A. H. (2012). "The Importance of economies of scale for reductions in greenhouse gas emissions from shipping". *Energy Policy*, 46: 386-398.
- Liu, J., Gu, B. ve Chen, J. (2023a). "Enablers for maritime supply chain resilience during pandemic: An integrated MCDM approach". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 175(103777): 1-26.
- Liu, J., Wang, X. ve Chen, J. (2023b). "Port congestion under the COVID-19 pandemic: The simulation-based countermeasures". *Computers & Industrial Engineering*, 183(109474): 1-16.
- Long, D. (2012). *Uluslararası Lojistik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi*, (Çev. M. Tanyaş ve M. Düzgün). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Luo, W., He, L., Yang, Z., Zhang, S., Wang, Y., Liu, D., ... ve Chen, M. (2023). "Spatio-temporal heterogeneity in the international trade resilience during COVID-19: a complex network approach". *Applied Geography*, 154: 1-24.
- Lupi, M., Pratelli, A., Seminara, L. ve Farina, A. (2021). "The Development of Deep and Short Sea Shipping Container Routes Departing from Italian Ports". *NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 68(2): 83-92.

- Ma, H. L., Wong, C. W. H., Leung, L. C. ve Chung, S. H. (2020). "Facility sharing in business-to-business model: A real case study for container terminal operators in Hong Kong port". *International Journal of Production Economics*, 221, 107483.
- Magnan, M. ve van der Horst, M. (2020). "Involvement of port authorities in inland logistics markets: the cases of Rotterdam, Le Havre and Marseille". *Maritime Economics & Logistics*, 22: 102-123.
- Mańkowska, M., Pluciński, M., Kotowska, I. ve Filina-Dawidowicz, L. (2021). "Seaports during the COVID-19 pandemic: the terminal operators' tactical responses to disruptions in Maritime supply chains". *Energies*, 14(14): 1-22.
- Marlow, P. B. ve Song, D. W. (2008). "An analysis of freight rate volatility in dry bulk shipping markets". *Maritime Policy & Management*, 35(2): 135-148.
- Martínez-Moya, J. ve Feo-Valero, M. (2020). "Measuring foreland container port connectivity disaggregated by destination markets: An index for Short Sea Shipping services in Spanish ports". *Journal of Transport Geography*, 89(102873): 1-9.
- Martini, M., Gazzaniga, V., Bragazzi, N. ve Barberis, I. (2019). "The Spanish influenza pandemic: A lesson from history 100 years after 1918". *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 60(1), 64-67.
- Meersman, H. ve Nazemzadeh, M. (2017). "The contribution of transport infrastructure to economic activity: The case of Belgium". *Case Studies On Transport Policy*, 5(2): 316-324.
- Mızrak, F. (2023). "Managing Risks and Crises in the Logistics Sector: A Comprehensive Analysis of Strategies and Prioritization Using AHP Method". *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 7(Özel Sayı), 114-148.
- Min, D., Wang, F. ve Zhan, S. (2009). "Impact analysis of the global financial crisis on global container fleet". *2009 6th International Conference on Service Systems and Service Management*. 8-10 Haziran 2009, IEEE, 161-166.
- Mitchell, T. (2015). "The resources of economics". *Journal of Cultural Economy*, 3(2): 189-204.
- Monaco, M. F., Moccia, L. ve Sammarra, M. (2009). "Operations Research for the management of a transshipment container terminal: The Gioia Tauro case". *Maritime Economics & Logistics*, 11(1): 7-35.
- Monios, J. ve Wilmsmeier, G. (2022). "Maritime governance after COVID-19: how responses to market developments and environmental challenges lead towards degrowth". *Maritime Economics & Logistics*, 24(4): 699-723.

- Moreno, J. L. (1934). *Who Shall Survive*. Nervous and Mental Disease Publishing, Washington DC.
- Mostafa, M. M. (2004). "Forecasting the Suez Canal traffic: a neural network analysis". *Maritime Policy & Management*, 31(2): 139-156.
- Mukherjee, C. ve Mukherjee, G. (2014). "Role of adjacency matrix in graph theory". *IOSR Journal of Computer Engineering*, 16(2): 58-63.
- Mutlu, C. E. (2015). *Containers*. In *Making Things International 1: Circuits and Motion* (pp. 62-71). University of Minnesota Press, Minnesota.
- Mutlu, G. (2013). *Sosyal ağ Analizine kümeleme yaklaşımı*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Newman, M. E. (2003). "The structure and function of complex networks". *SIAM review*, 45(2): 167-256.
- Newman, M. E. (2006). *Random graphs as models of networks*, Santa Fe Institute, New Mexico.
- Newman, M. E. (2006). "Modularity and community structure in networks". *Proceedings of the national academy of sciences*, 103(23): 8577-8582.
- Newman, M. E. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford University Press, London.
- Nigro, M., De Domenico, M., Murgia, T. ve Stimilli, A. (2024). "The Port Sector in Italy: Its Keystones for Energy-Efficient Growth". *Energies*, 17(7): 1-30.
- Nikghadam, S., Molkenboer, K. F., Tavasszy, L. ve Rezaei, J. (2021). "Information sharing to mitigate delays in port: the case of the Port of Rotterdam". *Maritime Economics & Logistics*, 1-26: 576-601.
- Notteboom, T. and Rodrigue, J-P. (2009) "The Future of Containerization: Perspectives from Maritime and Inland Freight Distribution", *Geojournal*, 74(1): 7-22.
- Notteboom, T., Rodrigue, J. P. ve De Monie, G. (2016). "Organizational and geographical ramifications of the 2008–2009 financial crisis on the maritime shipping and port industries". P.V. Hall, B. McCalla, C. Comtois, B. Slack (Ed.) *Integrating seaports and trade corridors*. Routledge, 31-45.
- Notteboom, T., Pallis, T. ve Rodrigue, J. P. (2021). "Disruptions and resilience in global container shipping and ports: the COVID-19 pandemic versus the 2008–2009 financial crisis". *Maritime Economics & Logistics*, 23: 179-210.
- Notteboom, T., Haralambides, H. ve Cullinane, K. (2024). "The Red Sea Crisis: ramifications for vessel operations, shipping networks, and maritime supply chains". *Maritime Economics & Logistics*, 26(1): 1-20.

- Nourian, P. ve Bai, N. (2021). "Reuse: On Evaluating the Fitness of Spatial Configurations Before & After Retrofitting for Reuse of Architectural Heritage". Roders, A.P. (Ed.). *Mastermind Crash: A method to reveal impact of architectural design*. TU Delft open, 23-72.
- Oğuz, İ. H. ve Oğuz, D. (2020). "Türkiye ekonomisinde lojistik". *International Journal of Business and Economic Studies*, 1(2): 65-74.
- Opsahl, T. (2013). "Triadic closure in two-mode networks: Redefining the global and local clustering coefficients". *Social networks*, 35(2): 159-167.
- O'Sullivan, D. (2004). "Complexity science and human geography". *Transactions of the Institute of British Geographers*, 29(3): 282-295.
- Öçal, B. (2023). "Türkiye'de Konteyner Taşımacılığı Alanında Hazırlanan Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi". *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(85): 340-360.
- Özdemir, Ü. (2015). "Uluslararası Deniz yolu Taşımacılığı Bağlamında Liman Etkinliği Ve Sektör Performansının Dış Ticaret İle İlişkisi: 2035 Yılı Türkiye Dış Ticaret Projeksiyonu". *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 5(12): 421-441.
- Öztemiz, H. H. (2021). *Tarihte Türk Denizcilik Faaliyetleri ve Günümüz Limanlarının Gelişim Sürecine Olan Etkisinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Antalya.
- Öztürk, S. ve Saygın, S. (2017). "1973 Petrol krizinin ekonomiye etkileri ve stagflasyon olgusu". *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12): 1-12.
- Paine, L. (2014). *The sea and civilization: a maritime history of the world*. Atlantic Books Ltd, London.
- Pache, H., Vilhelmsen, C. ve Larsen, A. (2018). "Tactical planning in tramp shipping". *Maritime Economics & Logistics*, 20(1), 1-23.
- Paixão, A. C. ve Marlow, P. B. (2002). "Strengths and weaknesses of short sea shipping". *Marine Policy*, 26(3): 167-178.
- Pan, J. J., Zhang, Y. F. ve Fan, B. (2022). "Strengthening container shipping network connectivity during COVID-19: A graph theory approach". *Ocean & coastal management*, 229(106338): 1-8.
- Panayides, P. M. ve Lambertides, N. (2011). "The relative efficiency of maritime firms: evidence from container lines". *The Singapore Economic Review*, 56(04), 503-522.

- Pavlopoulos, G. A., Secrier, M., Moschopoulos, C. N., Soldatos, T. G., Kossida, S., Aerts, J., ... ve Bagos, P. G. (2011). "Using graph theory to analyze biological networks". *BioData mining*, 4: 1-27.
- Pietrasieński, P. (2021). "Economic and social implications for COVID-19 policies: lessons learned from spanish influenza and other disease outbreaks in history". *Scientific Society of Organization and Management (TNOiK). Organization Review*, 1(972), 33-39.
- Polat, Ç. ve Merdivenci, F. (2019). "Konteyner taşımacılığında nakliye müteahhitlerinin hat seçim kriterlerinin değerlendirilmesi". *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 5(2): 112-126.
- Prountzos, D. ve Pingali, K. (2013). "Betweenness centrality: algorithms and implementations". *Proceedings of the 18th ACM SIGPLAN symposium on Principles and practice of parallel programming*. 23-27 Şubat 2013, Shenzhen, 35-46.
- Psaraftis, H. N. (2021). *The future of maritime transport*. International Encyclopedia of Transportation; Elsevier: Amsterdam.
- Raghavan, U. N., Albert, R. ve Kumara, S. (2007). "Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks". *Physical review E*, 76(3): 1-21.
- Rahmatdin, M. N., Rahman, N. S. F. A. ve Othman, M. K. (2017). "An empirical study on the current feeder shipping network patterns among Malaysian feeder service providers". *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(4): 177-188.
- Ramos, S. J. (2021). "Resilience, path dependence, and the port: The case of Savannah". *Journal of Urban history*, 47(2): 250-271.
- Reinhart, C. M. ve Rogoff, K. S. (2009). *This Time Is Different: Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton University Press, New Jersey.
- Rodrigue, J. P. (2020). *The Geography of Transport Systems Fifth Edition*. Routledge, NewYork.
- Rodrigue, J. P. ve Notteboom, T. (2013). "Maritime Transportation". Rodrigue, J. P. (Ed.). *The Geography of transport systems*. Routledge, London.
- Rodrigue, Jean-Paul. (2021). "Transport modes and globalisation". *International Encyclopedia of Transportation*. 5: 38-44.
- Rodrigues, F. A. (2019). "Network centrality: an introduction". Elbert, E. N. M. (Ed.), *A mathematical modeling approach from nonlinear dynamics to complex systems*, Springer, 177-196.

- Rodrigues, V. S., Beresford, A., Pettit, S., Bhattacharya, S. ve Harris, I. (2014). "Assessing the cost and CO2e impacts of rerouteing UK import containers". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61: 53-67.
- Roži'c, T., Naletina, D. ve Zaj'ac, M. (2022). "Volatile Freight Rates in Maritime Container Industry in Times of Crises: The COVID-19 Pandemic and the Russian Invasion of Ukraine". *Applied Sciences*, 12(20): 8452.
- Sahoo, S. ve Song, D. W. (2022). "Recent Patterns of Competition and Co-operation among Major Container Ports in Asia: An Implication for Busan". *KMI International Journal of Maritime Affairs and Fisheries*, 14(1): 1-28.
- Santos, T. A., Winkle, I. E. ve Soares, C. G. (2002). "Time domain modelling of the transient asymmetric flooding of Ro-Ro ships". *Ocean Engineering*, 29(6): 667-688.
- Saraç, H. (2017). "Osmanlılarda Ulaşım ve Haberleşme Ağlarının Gelişimi ve Dönüşümü". *Cappadocia Journal Of History And Social Sciences*, (9): 247-266
- Sarıoğlu, D. Ö. ve Özdemir, M. (2018). "Konteyner Terminalinde Rıhtım Vinç Operasyonlarının Verimliliğinin İyileştirilmesi". *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Year 2018: 803-822.
- Sathyanarayanan, R. (2022). "Statistical Analysis of Post-Covid Impact on Market Economy". *Recent Research Reviews Journal*, 1(1): 145-156.
- Saygılı, M. (2022). *Küresel Konteyner Ticaret İlişkilerinin Yıllar İçindeki Seyrinin Ağ Analizi İle İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Serry, A. ve Kerbiriou, R. (2020). "Spanish container ports integration in the maritime network". *Maritime Transport VIII: proceedings of the 8th International Conference on Maritime Transport: Technology, Innovation and Research: Maritime Transport'20*. 17-18 Eylül 2020, Barselona, 26-45.
- Sharma, K. ve Ahuja, M. (2014). "Complex Networks: A Review". *International Journal of Computer Applications*, 975(8887): 31-35.
- Singh, R. R. (2022). "Centrality measures: a tool to identify key actors in social networks". *Principles of Social Networking: The New Horizon and Emerging Challenges*, 1-27.
- Singh, H. ve Sharma, R. (2012). "Role of adjacency matrix & adjacency list in graph theory". *International Journal of Computers ve Technology*, 3(1): 179-183.
- Sinha, S., Modak, N. M. ve Sana, S. S. (2024). "A review of the most influential research papers on COVID-19: An excerpt with comments and insights". *Yugoslav Journal of Operations Research*, (00), 1-46.

- Smith, A. 1982. *The Wealth of Nations: Books I-III*. Penguin Group, London.
- Soh, H., S. Lim, T. Zhang, X. Fu, G. K. K. Lee, T. G. G. Hung... and Wong, L. (2010). “Weighted complex network analysis of travel routes on the Singapore public transportation system,” *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(24): 5852-5863.
- Song, D. (2021). “A literature review, container shipping supply chain: Planning problems and research opportunities”. *Logistics*, 5(2): 41.
- Song, S., Wang, X. ve Li, Y. X. (2010). “Clustering analysis of coastal container ports under financial crisis”. *Port Waterw Eng*, 35(8): 67-61.
- Soyyigit, S. K. (2015). *Uluslararası Ticaret İlişkilerine Kompleks Ağ Yaklaşımı: Türkiye Örneği*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Soyyigit, S., Topuz, H. ve Özekicioğlu, H. (2020). “An Alternative View to the Global Coal Trade: Complex Network Approach”. *Studies in Business and Economics*, 15(1): 270-288.
- Stopford, M. (2008). *Maritime economics 3e*. Routledge, New York.
- Stopford, M. (2010). “How shipping has changed the world and the social impact of shipping”. *Global Maritime Environmental Congress*. 7 Eylül 2010, Hamburg.
- Sun Z., Zhang Y. (2022). “Strategic Crisis Response of Shipping Industry in the Post COVID-19 Era: A Case of the Top 10 Shipping Lines”. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(5): 1-19.
- Talley, W. K. (2013). “Maritime transportation research: topics and methodologies”. *Maritime policy & management*, 40(7): 709-725.
- Tarı, R. ve İnce, M. R. (2019). “Deniz yolu Taşımacılığı Piyasası Kapsamında Küresel Ticaret Hacminin Analizi: Markov Rejim Değişim Modeli”. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (37): 1-20.
- Tchang, G. S. (2020). “The impact of ship size on ports’ nautical costs”. *Maritime Policy & Management*, 47(1): 27-42.
- Tianming, G., Erokhin, V., Arskiy, A. ve Khudzhatov, M. (2021). “Has the COVID-19 pandemic affected maritime connectivity? An estimation for China and the polar silk road countries”. *Sustainability*, 13(6): 1-39.
- Tok, V. ve Ece, N. J. (2022). “The Impact Of COVID-19 On Maritime Trade And Transportation: An Estimation Of The Maritime Trade Post-Covid-19”. *Mersin University Journal of Maritime Faculty*, 4(2): 18-30.

- Tomlinson, J. (2009). "History and impact of the intermodal shipping container". *Pratt Institute*, 1: 1-8.
- Topuz, H. (2010). *Uluslararası deniz ticari taşımacılığı ve Türkiye ekonomisindeki yeri (1923-1980)*. Beta Yayınları, İstanbul.
- Topuz, H., Akbulut, M. ve Cetin, G. (2022). "Effects of global pandemics on hygiene-based contactless logistics in COVID-19 process and the eighth right of logistics: right hygiene". *International Maritime Health*, 73(1), 20-31.
- Topuz, H., ve Ersoy, H. A. (2023). "An Analysis For The Impact of Verified Gross Mass Implementation on Ports and Exporters and A Policy Proposal: Democratic Weighting". *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 10(1), 606-638.
- Toroczkai, Z. (2005). "Complex networks the challenge of interaction topology". *Los Alamos Science*, 29: 94-109.
- Toygar, A., Yildirim, U. ve İnegöl, G. M. (2022). "Investigation of empty container shortage based on SWARA-ARAS methods in the COVID-19 era". *European Transport Research Review*, 14(8): 1-17.
- Tseng, Y. Y., Yue, W. L. ve Taylor, M. A. (2005). "The role of transportation in logistics chain". *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5: 1657-1672.
- Tunalı, H., Akarçay, N. (2018). "Deniz Taşımacılığı ile Sanayi Üretimi İlişkisinin Analizi: Türkiye Örneği". *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 3(6): 111-122.
- Tunçay, S. S., Özer, P. S. ve Tozkoparan, G. (2015). "Yerel Yazında Sosyal Sermaye Araştırmaları: Odaklar Ve Boşlukların Sosyal Ağ Analizi İle İncelenmesi". *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 16(2): 71-89.
- Tutar, F. K. ve Koçer, F. Ş. B. (2019). "Çin'in yeni ipek yolu projesi: Bir kuşak bir yol". *Sciences*, 5(17): 618-626.
- Tüzüntürk, S. (2019). *Ağ Bilimi*, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Unutulmaz, S. ve Dulupçu, M. A. (2021). "Ağ Teorisinin Temelleri ve Evrimi: Bütünsel Bir Değerlendirme". *Politik Ekonomik Kuram*, 5(2): 265-288.
- Usta, G.ve Sarı, A. (2021). "Deniz yolu Ticareti, Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaret Haddi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Türkiye İçin ADRL Yaklaşımı". *Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1): 31-44.
- Valentine, V. F., Benamara, H. ve Hoffmann, J. (2013). "Maritime transport and international seaborne trade". *Maritime Policy & Management*, 40(3): 226-242.

- Van den Berg, R. ve De Langen, P. W. (2017). "Environmental sustainability in container transport: the attitudes of shippers and forwarders". *International Journal of Logistics Research and Applications*, 20(2): 146-162.
- Van Steen, M. (2010). *An introduction to graph theory and complex networks*. MV Steen, Amsterdam.
- Vargas, D. G. M., Vijayan, K. K. ve Mork, O. J. (2020). "Augmented reality for future research opportunities and challenges in the shipbuilding industry: a literature review". *Procedia Manufacturing*, 45: 497-503.
- Vis, I. F. ve De Koster, R. (2003). "Transshipment of containers at a container terminal: An overview". *European journal of operational research*, 147(1): 1-16.
- Vural, D., Gencer, C. ve Karadoğan, D. (2014). "Ulaştırma uygulamalarına yönelik çok modlu model önerisi". *Savunma Bilimleri Dergisi*, 13(1): 75-105.
- Yang, X. J., Low, J. M. ve Tang, L. C. (2011). "Maritime trade evolutions and port city developments in Asia". Chew, E. P., Lee, L. H., Tang, L. C. (Ed.). *Advances in Maritime Logistics and Supply Chain System*. World Scientific, Singapore, 3-48.
- Yang, Y. ve Liu, W. (2022). "Resilience analysis of maritime silk road shipping network structure under disruption simulation". *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(5): 2-14.
- Yang, Y., Liu, Q. ve Chang, C. H. (2023). "China-Europe freight transportation under the first wave of COVID-19 pandemic and government restriction measures". *Research in Transportation Economics*, 97(101251): 1-11.
- Yano, Y., Nakamura, T., Ishitsuka, S. ve Maruyama, A. (2021). "Consumer attitudes toward vertically farmed produce in Russia: A study using ordered logit and co-occurrence network analysis". *Foods*, 10(3): 1-13.
- Yen, B. T., Huang, M. J., Lai, H. J., Cho, H. H. ve Huang, Y. L. (2023). "How smart port design influences port efficiency—a dea-tobit approach". *Research in Transportation Business & Management*, 46(100862): 1-12.
- Yorulmaz, M. ve Karabulut, K. (2020). "Deniz taşımacılığında akıllı gemiler: Gemi kaptanlarının bakış açısı". *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 40-54.
- Yüksel, Y. ve Çevik, E. (2010). *Liman Mühendisliği*. Beta Yayınları, İstanbul.
- Wan, C., Yang, Z., Yan, X., Zhang, D., Blanco-Davis, E. ve Ren, J. (2020). "Risk-based resilience analysis of maritime container transport networks". *Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference*, 22-26 Eylül 2019, Hannover, 3667-3674.

- Wang, C., Kim, Y. S. ve Kim, C. Y. (2021). "Causality between logistics infrastructure and economic development in China". *Transport Policy*, 100: 49-58.
- Wang, J., Mo, H., Wang, F. ve Jin, F. (2011). "Exploring the network structure and nodal centrality of China's air transport network: A complex network approach". *Journal of Transport Geography*, 19(4): 712-721.
- Wang, L., Xue, X., Zhao, Z. ve Wang, Z. (2018). "The impacts of transportation infrastructure on sustainable development: Emerging trends and challenges". *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 15(6): 1-24.
- Wang, X., Liu, Z., Yan, R., Wang, H. ve Zhang, M. (2022). "Quantitative analysis of the impact of COVID-19 on ship visiting behaviors to ports-A framework and a case study". *Ocean & coastal management*, 230(106377): 1-14.
- Wasserman, S., Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications (1.Edition)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Waters, D. (2021). *Logistics: An Introduction To Supply Chain Management*. Palgrave Macmillan, Gosport.
- Watts, D. J. ve Strogatz, S. H. (1998). "Collective dynamics of 'Small-World' networks". *Nature*, 393(6684): 440-442.
- Wen, T., Gao, Q., Chen, Y. W. ve Cheong, K. H. (2022). "Exploring the vulnerability of transportation networks by entropy: A case study of Asia-Europe maritime transportation network". *Reliability Engineering & System Safety*, 226: 1-17.
- Woo, S. H., Kwon, M. S. ve Yuen, K. F. (2021). "Financial determinants of credit risk in the logistics and shipping industries". *Maritime Economics & Logistics*, 23(2): 268-290.
- Wu, D., Yu, C., Zhao, Y. ve Guo, J. (2024). "Changes in vulnerability of global container shipping networks before and after the COVID-19 pandemic". *Journal of Transport Geography*, 114(103783): 1-13.
- Xu, M. (2021). "Understanding graph embedding methods and their applications". *SIAM Review*, 63(4): 825-853.
- Xukuo, G. ve Qiong, W. (2013). "Research on the mode of present transportation in China and the analysis of railway transportation". *2013 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*. 23-24 Kasim 2013, IEEE, 414-416.
- Zhang, J. ve Luo, Y. (2017). "Degree centrality, betweenness centrality, and closeness centrality in social network". *Proceedings of the 2017 2nd International Conference on*

Modelling, Simulation and Applied Mathematics (MSAM2017). 26-27 Mart 2017, Bangkok, 300-303.

- Zhang, W., Li, W. ve Deng, W. (2021). "The characteristics of cycle-nodes-ratio and its application to network classification". *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 99(105804): 1-14.
- Zheng, J., Meng, Q. ve Sun, Z. (2014). "Impact analysis of maritime cabotage legislations on liner hub-and-spoke shipping network design". *European journal of operational research*, 234(3): 874-884.
- Zhou, C., Zhu, S., Bell, M. G., Lee, L. H. ve Chew, E. P. (2022a). "Emerging technology and management research in the container terminals: Trends and the COVID-19 pandemic impacts". *Ocean & Coastal Management*, 230(106318): 1-14.
- Zhou, Y., Li, X. ve Yuen, K. F. (2022b). "Holistic risk assessment of container shipping service based on Bayesian Network Modelling". *Reliability Engineering & System Safety*, 220(108305): 1-16.
- Zhu, S., Jia, S., Sun, Q. ve Meng, Q. (2023). "An empirical study of China–Singapore International Land–Sea Trade Corridor: Analysis from supply and demand sides". *Transport Policy*, 135: 1-10.

İnternet Kaynakları

- Alphaliner. (2024). "Alphaliner TOP 100". <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/> (erişim tarihi: 12.10.2024).
- ARKAS. (2023). "A Turning Point in International Transportation: The Invention of The Container". <https://arkasnews.com/eng-uluslararasi-tasimaciligin-donum-noktasi-konteynerin-icadi/> (erişim tarihi: 29.11.2023).
- ASCM. (2022). "Supply Chain Dictionary". https://ascm.force.com/community/apex/scormanywhere__SCORM_Player?KVI6EsrtbQUISoTWyZBmMUcnVKQgD3VWsQa5lLKPeItTsQjRBG6bg1NwM85Uggg (erişim tarihi: 12.12.2022).
- Bernanke, B. S. (2009) "The Crisis and the Policy Response. Federal Reserve Board". <https://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/bernanke20090113a.htm> (erişim tarihi: 30.03.2024).
- CSCMP.(2013). "supplychainmanagementdefinitions2013". <https://cscmp.org> (erişim tarihi: 10.12.2022).
- CSIS. "Responding to China's growing influence in the ports of the global South". <https://www.csis.org/analysis/responding-chinas-growing-influence-ports-south>

[global-](#)

[south#:~:text=China's%20state%20Downed%20enterprises%20\(SOEs,%2411%20billio n%20into%20overseas%20ports. \(erişim tarihi: 24.10.2024\).](#)

Deniz Ticaret Odası. (2008). “Kısmen veya Tamamen Deniz Yoluyla Uluslararası Yük Taşınmasına İlişkin Sözleşmeler Hakkında Birleşmiş Milletler Konvansiyonu, Rotterdam Kuralları”.

https://www.denizticaretodasi.org.tr/Media/SharedDocuments/Rotterdam_Kurallari_Turkce.pdf (erişim tarihi: 20.11.2023).

DP Word. (2023). “Port Of The Future”. <https://www.dpworld.com/insights/expert-opinions/port-of-the-future> (erişim tarihi: 08.02.2024).

European Commission. (2023). “Transport sector economic analysis”. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/transport-sector-economic-analysis_en (erişim tarihi: 04.06.2023).

FIATA. (2024). “Who we are?”. <https://fiata.org/about/> (erişim tarihi: 12.10.2024).

Freightos. (2024). “Biggest ports in UK”. <https://www.freightos.com/freight-resources/biggest-ports-in-uk/#-the-importance-of-uk-sea-port> (erişim tarihi: 02.12.2024).

Hafen Hamburg. (n.d.) “Port of Hamburg”. <https://www.hafen-hamburg.de/en/portofhamburg/port-of-hamburg/> (erişim tarihi:01.12.2024).

IATA. (2022). “What Types of Cargo are Transported by Air?”. <https://www.iata.org/en/publications/newsletters/iata-knowledge-hub/what-types-of-cargo-are-transported-by-air/> (erişim tarihi: 01.04.2023).

ICAO. (2005). “The economic & social benefits of air transport ATAG”. https://www.icao.int/meetings/wrdss2011/documents/jointworkshop2005/atag_socialbenefitsairtransport.pdf (erişim tarihi: 05.02.2024).

IMF. (2024). “World Economic Outlook Database: Gross domestic product, current prices”. <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD> (erişim tarihi:05.12.2024).

IMO. (2023). “Initial IMO Greenhouse Gas Emissions Strategy”. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx> (erişim tarihi:19.11.2023).

IMO. (2024). “Introduction to IMO”. <https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx> (erişim tarihi:19.12.2024).

- ISO. (2017). “Boxing clever – How standardization built a global economy”. <https://www.iso.org/news/ref2215.html> (erişim tarihi:01.12.2023).
- ISO. (2024). “Freight containers”. <https://www.iso.org/sectors/transport/freight-containers> (erişim tarihi:01.10.2024).
- Izquierdo, L. R. ve Hanneman, R. A. (2006). “Introduction To The Formal Analysis Of Social Networks Using Mathematica”. <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/> (erişim tarihi:01.09.2024).
- Lloyd’s List. (2022). “One Hundred Ports”. <https://lloydslist.com/one-hundred-ports-archive> (erişim tarihi:17.01.2024).
- Logistics eLearning. (2023). “The Evolution of Container Ships and Their Sizes” <https://logisticselearning.com/largest-container-ships/> (erişim tarihi:05.02.2024).
- Masters, S. (2014). “Responsibilities of the Carrier, Shipper and Consignee”. https://www.academia.edu/6585887/Roles_and_Responsibilities_of_the_Carrier_Shipper_and_Consignee (erişim tarihi:09.12.2023).
- Menon, H. (2021). “Advantage and Disadvantages of Containerization”. https://www.marineinsight.com/maritime-law/advantage-and-disadvantages-of-containerization/#Disadvantages_of_Containerization (erişim tarihi:01.12.2023).
- MCContainers. (2023). “The ABC of Loading Freight Containers”. <https://mccontainers.com/blog/the-abc-of-loading-freight-containers/> (erişim tarihi:01.12.2023).
- Ministry of Foreign Affairs Singapore. (2024). “Singapore’s foreign policy: International organisations”. <https://www.mfa.gov.sg/SINGAPORES-FOREIGN-POLICY/International-Organisations> (erişim tarihi:30.09.2024).
- Notteboom, T. ve Rodrigue, J. P. (2009). “Port hinterlands, regionalization and corridors. Port Economics, Management and Policy”. <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part2/port-hinterlands-regionalization/> (erişim tarihi:01.06.2022).
- NPP. (2023). “Main Container Shipping Routes Busiest Map”. <https://npp-co.com/learning/main-container-shipping-routes-busiest-map-2/> (erişim tarihi:30.01.2024).
- Port Authority of NY and NJ. (n.d.). “Our Port”. <https://www.panynj.gov/port/en/index.html> (erişim tarihi:05.12.2024).
- Port of Rotterdam. (n.d.). “Why Rotterdam? The port will take you ahead”. <https://www.portofrotterdam.com/en/why-rotterdam/port-will-take-you-ahead> (erişim tarihi: 01.12.2024).

- Samuels, C. (2019). “Who Owns Shipping Containers”. <https://traderiskguaranty.com/trgpeak/who-owns-shipping-containers/#:~:text=If%20you%20are%20using%20a,the%20side%20of%20the%20co ntainer> (erişim tarihi:13.01.2024).
- Saxon S. ve Stone, M. (2017). “Container shipping: The next 50 years”. https://www.hktdc.com/resources/New_Corporate_Site/almc2018/1543288787953_St eve-Saxon.pdf (erişim tarihi:04.02.2024).
- The World Bank. (2020). “COVID-19 Trade”. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/188381593450101888/pdf/COVID-19-Trade-Watch-June-29-2020.pdf> (erişim tarihi:18.11.2023).
- The World Bank. (2023). “Global logistics performance index”. <https://lpi.worldbank.org/international/global> (erişim tarihi:18.11.2023).
- UDHB. (2013). “11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası”. <https://sgb.uab.gov.tr/uploads/pages/11-ulasirma-surasi/11-ulasirma-surasi-sektor-raporlari-boru-hatlari.pdf> (erişim tarihi:05.01.2023).
- UNCTAD. (2021). “Liner shipping bilateral connectivity index, quarterly”, <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.LSBCI> (erişim tarihi: 10.02.2022).
- UNCTAD. (2022a). “Review of Maritime Transport”. https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2022_en.pdf (erişim tarihi:01.02.2024).
- UNCTAD. (2022b). “Maritime Transport”. <https://unctadstat.unctad.org/EN/Index.html> (erişim tairhi:17.10.2023).
- UNCTAD. (2023). “Review Of Maritime Transport”, https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023_en.pdf (erişim tarihi: 04.02.2024).
- WCO. (2024). “Discover the WCO”, <https://www.wcoomd.org/en/about-us/what-is-the-wco/discover-the-wco.aspx> (erişim tarihi: 14.10.2024).
- WEF. (2023). “EU countries' largest economies: Energy and GDP”. <https://www.weforum.org/stories/2023/02/eu-countries-largest-economies-energy-gdp/> (erişim tarihi: 01.12.2024).
- WHO. (2020). “Archived: WHO Timeline - COVID-19”. <https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19> (erişim tarihi: 14.06.2024).
- XChance. (2023). “What are shipping alliances?”. https://www.container-xchange.com/blog/shipping-alliances/#impact_of_shipping_alliances_on_global_container_market (erişim tarihi: 14.01.2024).

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI	Taner FİLİZ
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Y.D.A. İzmit Mimar Sinan Lisesi (2002-2006)
Lisans Diploması	İstanbul Üniversitesi, Ulaştırma ve Lojistik (2006-2010)
Tezli Yüksek Lisans Diploması	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İşletme (2018-2020)
Yüksek Lisans Tez Konusu	TCDD Tarafından İşletilen Lojistik Köylerin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri ile Değerlendirilmesi
Yabancı Dil	İngilizce
BİLİMSEL FAALİYETLER	
Filiz, T. (2020). Çin'in Küresel Tek Kuşak Tek Yol Girişiminde Türkiye'nin Konumu Üzerine Bir İnceleme. <i>Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi</i>, 2(2), 117-133. Altın, F. G. ve Filiz, T. (2022). Assessment Of The Performance Of Logistics Villages Operated By The Turkish State Railways Using MCDM And DEA Methods. <i>Ege Academic Review</i>, 22(2), 169-182. Filiz, T. (2022). “Lojistik Sektöründe Paylaşım Ekonomisi Uygulamaları” . F. Merdivenci (Ed.), <i>Lojistiğin Geleceği-1</i>, İksad Yayınları, Ankara, 117-146. Çetin, B. ve Filiz, T. (2023). Küresel Hurda Demir Ticareti İlişkilerinin Sosyal Ağ Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi. <i>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi</i>, 10(1), 158-182.	
İŞ DENEYİMİ	
Çalıştığı Kurumlar	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, Lojistik Memuru, (2012-2017) Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Öğretim Görevlisi, (2017-....)