

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARKTİK DENİZ BUZUNDAKİ DEĞİŞİM VE KÜRESEL ENERJİ TALEBİNİN
LNG GEMİ TRAFİĞİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arzu BAL

HAZİRAN 2023
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARKTİK DENİZ BUZUNDAKİ DEĞİŞİM VE KÜRESEL ENERJİ TALEBİNİN
LNG GEMİ TRAFİĞİNE ETKİSİ

Arzu BAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
“YÜKSEK LİSANS (DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02/06/2023
Tezin Savunma Tarihi : 23/06/2023

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ersan BAŞAR

Trabzon 2023

ÖNSÖZ

İklim değişiminin etkileri son yüzyılda yoğun olarak görülmektedir. Bu etkilerin başında Kutup bölgelerindeki buzulların erimesi ve deniz buzlarının genişleme alanlarının azalması görülmektedir. Arktik bölgedeki deniz buzlarının kış döneminde önceki yıllara göre daha az genişlemesi gemiler için yeni rotalar oluşmasına imkân vermiştir. Gemi Trafik yoğunluklarının bilinmesi ve gelecekteki durumunun tespit edilmesi sürdürülebilir gemi taşımacılığı açısından önem taşımaktadır. Temiz enerji kaynaklarından biri olan doğal gaz başta Rusya tarafından dünya pazarlarına arz edilmektedir. Sıvılaştırılmış olarak taşınan doğal gaz, LNG gemileriyle Arktik bölgede taşınmasının artmasından dolayı bu durumun incelenmesi ve etkilerinin belirlenmesi çevresel açıdan önemlidir.

Bu çalışmada Arktikteki LNG gemi hareketleri incelenmiş olup bu hareketlerin gelecek dönemdeki durumu istatistiksel analizler yöntemiyle ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu noktada yapılan çalışma Arktik'te LNG gemi taşımacılığının gelecekteki yoğunluğu saptanarak karşılabilecek sorunların öngörülebilir ve bu taşımacılık formunun sürdürülebilir olması amacına hizmet etmektedir.

Yukarıda belirtilen amacı gerçekleştirmek için Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma için, konunun tespiti ve hazırlanmaları aşamalarında katkılarından ötürü tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ersan BAŞAR'a, verilerin hazırlanmasındaki katkılarından ve desteğinden dolayı değerli arkadaşım Melisa NEİDİM'e, her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen babam Kanber BAL, annem Ayfer BAL, kardeşim Ömer BAL ve değerli arkadaşım Doğanay YILDIRIM'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Arzu BAL
Trabzon, 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Arktik Deniz Buzundaki Değişim ve Küresel Enerji Talebinin LNG Gemi Trafikğine Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ersan BAŞAR’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/06/2023

Arzu BAL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Arktik.....	2
1.2.1.Arktik Tanımı ve Coğrafi Özellikler	2
1.2.2. Arktik Ülkeleri ve Arktik İş birlikleri.....	5
1.2.3. Arktik Anlaşmazlıkları ve Tarafların Hak İddiaları	7
1.2.4. Arktik Konsey	9
1.2.5. Arktik ile İlgili Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi Hükümleri.....	11
1.2.6. Kutup Sularında Faaliyet Gösteren Gemiler İçin Uluslararası Kod	14
1.3. Arktik Deniz Rotaları ve Gemi Trafiği.....	17
1.4. LNG Piyasası, Arktik LNG Kaynakları ve Taşıma Altyapısı	24
1.4.1. Dünya Enerji Piyasası ve Güvenliği.....	24
1.4.2. Küresel LNG Üretimi ve Taşımacılığı	27
1.4.3. Küresel LNG Tanker Trafiği	29
1.4.4. Arktik Enerji Kaynakları ve Güvenlik.....	31
1.4.5. Rusya'nın Enerji Endüstrisi ve Arktik Bölgedeki Limanları	33
1.4.6. Rusya'nın Arktik LNG Gemi Rotaları ve Trafiği	34
1.4.7. Rusya'nın LNG İhracatının Dünya LNG İhracatındaki Yeri	38
1.5. Rusya'nın Arktik Politikası	40
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	43
2.1. Veri Seti.....	43
2.2. Araştırma Yöntemi	43
2.2.1. Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi	48

2.2.2. Durağanlık Kavramı	49
2.2.3. Durağanlaştırma İşlemleri	50
2.3. Vektör Otoregresif Model (VAR)	50
2.3.1. İki Değişkenli VAR Modelinin Gösterimi-1	51
2.3.2. İki Değişkenli VAR Modelinin Gösterimi-2	51
2.4. Granger Nedensellik Testi	52
2.5. Johansen-Juselius Eş-Bütünleşme Testi	53
2.6. Census X-12 ARIMA Yöntemi	54
3. BULGULAR	56
3.1. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2018.....	56
3.1.1. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2019.....	57
3.1.2. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2020.....	59
3.1.3. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2021.....	60
3.1.4. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2022.....	61
3.2. Arktik Deniz Buzu ile Sabetta Limanına Gelen LNG Tankerleri Arasındaki Nedensellik İlişkisinin İncelenmesi.....	63
3.2.1. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2018	63
3.2.2. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2018	65
3.2.3. Granger Nedensellik Testi, 2018	66
3.2.4. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2018	67
3.2.5. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2019	69
3.2.6. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2019	70
3.2.7. Granger Nedensellik Testi, 2019.....	71
3.2.8. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2019	72
3.2.9. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2020	73
3.2.10. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2020	74
3.2.11. Granger Nedensellik Testi, 2020	75
3.2.12. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2020	76
3.2.13. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2021	78
3.2.14. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2020	80
3.2.15. Granger Nedensellik Testi, 2021	81
3.2.16. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2021	82

3.2.17. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2022	83
3.2.18. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2022	84
3.2.19. Granger Nedensellik Testi, 2022	85
3.2.20. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2022	86
3.3. LNG Gemi Trafiği Tahmini, 2023, 2024 ve 2025.....	88
4. İRDELEME	92
5. SONUÇ.....	96
6. ÖNERİLER	98
7. KAYNAKLAR.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	111



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ARKTİK DENİZ BUZUNDAKİ DEĞİŞİM VE KÜRESEL ENERJİ TALEBİNİN LNG GEMİ TRAFİĞİNE ETKİSİ

Arzu BAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ersan BAŞAR
2023, 126 sayfa

Dünyada nüfus artışı ve ekonomik büyümeyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç ve talepler hızla artmaktadır. Artan enerji ihtiyacına karşı sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG), küresel enerji taşımacılığının önemli bir unsuru haline gelmiştir. Bu noktada, Rusya, geniş doğal gaz rezervlerine sahip olması nedeniyle LNG taşımacılığı ve tedarikinde önemli bir rol oynamaktadır. Rusya, büyüyen uluslararası talebi karşılamak için boru hatları ve deniz terminalleri gibi LNG altyapısına önemli yatırımlar yapmaktadır. Buna ek olarak, Arktik, LNG taşımacılığı için stratejik bir konuma ve büyük bir potansiyele sahiptir. Zengin doğal gaz rezervlerine ve önemli pazarlara olan yakınlığıyla, Arktik, Rusya'nın LNG faaliyetlerini daha da genişletme fırsatları sunmaktadır. Özellikle küresel ısınmanın da etkisiyle Arktik bölgede deniz buzunun erimesine bağlı olarak açılan Kuzey Deniz Rotası (NSR) gibi yeni deniz yolları LNG taşımacılığını bu bölgede daha mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada, EViews programı kullanılarak NSR'daki LNG gemi trafiği ile Arktik deniz buzı arasındaki ilişkinin belirlenmeye çalışılmıştır. Verilerin hazırlanmasında Vektör Otoregresif Modeli (VAR) kullanılarak Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Bu analizler sonucunda LNG gemi trafiği ile Arktik deniz buzı arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca, Rusya'nın Sabetta limanından hareket eden LNG gemilerine ait 5 yıllık (2018-2022) veri seti, Census X-12 Yöntemi kullanılarak 2023, 2024 ve 2025 yıllarında NSR'daki LNG gemi trafiğinin tahmini yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda Rusya'nın Arktikte bulunan Sabetta limanına gelecek olan LNG gemi sayısında 2025 yılına gelindiğinde ortalama %27.03'lük bir artış olacağı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boru Hattı, Yamal LNG Terminali, Rusya, Gemi Trafiği, Kuzey Deniz Rotası (NSR)

Master Thesis

SUMMARY

THE CHANGE IN ARCTIC SEA ICE AND THE IMPACT OF GLOBAL ENERGY DEMAND
ON LNG SHIP TRAFFIC

Arzu BAL

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Maritime Transportation Management Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ersan BAŞAR
2023, 126 Pages

The world is experiencing a rapid increase in energy demand driven by population growth and economic expansion. Liquefied natural gas (LNG) has emerged as a critical component for global energy transportation to meet this growing demand. With its abundant natural gas reserves, Russia plays a pivotal role in LNG transportation and supply. Significant investments have been made in LNG infrastructure, including pipelines and export terminals, to cater to the expanding international demand. Furthermore, the Arctic region holds immense potential as a strategic location for LNG activities. The melting of sea ice due to global warming has opened up new shipping routes like the Northern Sea Route (NSR), making LNG transportation in the Arctic more viable. The dissertation conducted a rigorous analysis using the Vector Autoregressive (VAR) model and the Granger Causality Test to determine the relationship between LNG ship traffic in the NSR and Arctic sea ice. The results confirmed a significant correlation between the two variables. Additionally, a forecast was conducted using a five-year dataset (2018-2022) of LNG vessels departing from Russia's Sabetta port, indicating an estimated 27.03% average increase in LNG vessel arrivals at the Sabetta port by 2025. This research provides valuable insights into the escalating energy demand, the role of Russia in LNG transportation, and the potential of the Arctic region as a significant LNG hub.

Key Words: Pipe line, Yamal LNG Terminal, Russia, Marine traffic Northern Sea Route (NSR)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Arktik Tanımı.....	3
Şekil 2. Arktikte İnsan Faaliyetlerinden Kaynaklanan Tehditler	4
Şekil 3. Polar Kod Kapsamında Arktik Suları.....	15
Şekil 4. Arktik Deniz Rotaları	17
Şekil 5. Kuzey Deniz Rotası (NSR)	22
Şekil 6. Kutup İpek Yolu.....	24
Şekil 7. Fosil Yakıt Tüketimi Sübvansiyonları	25
Şekil 8. 2022 Yılı LNG Tanker Trafiği yoğunluğu.....	30
Şekil 9. Sabetta Limanı LNG Gemi Trafiği yoğunluğu 2020	37
Şekil 10. Sabetta Limanı LNG Gemi Trafiği yoğunluğu 2021	37
Şekil 11. Gemi Vasıtasıyla Gerçekleşen LNG İhracatı	39
Şekil 12. Boru Hattı Vasıtasıyla Gerçekleşen LNG İhracatı	39
Şekil 13. Granger Nedensellik Testi Belirleme ve Tahmin Akış Şeması.....	44
Şekil 14. Johansen-Juselius Eş-bütünleşme Testi Akış Şeması	45
Şekil 15. Census X-12 ARIMA Yöntemi Aşama 1: Başlangıç Tahmini	46
Şekil 16. Census X-12 ARIMA Yöntemi Aşama 2: Mevsimsel Faktörler Hesaplanması ve Mevsimsel Düzeltme.....	47
Şekil 17. Census X-12 ARIMA Yöntemi Aşama 3: Nihai HT ve Düzensiz Bileşenlerin Tespiti	48
Şekil 18. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2018.....	56
Şekil 19. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2018.....	57
Şekil 20. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2019.....	58
Şekil 21. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2019.....	58
Şekil 22. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2020.....	59
Şekil 23. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2020.....	60
Şekil 24. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2021	61
Şekil 25. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2021	61
Şekil 26. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2022	62
Şekil 27. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2022.....	62
Şekil 28. Sabetta Limanı-Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2018.....	65

Şekil 29. Sabetta Limanı-Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2019	70
Şekil 30. Sabetta Limanı-Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2020	75
Şekil 31. Sabetta Limanı -Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2021	80
Şekil 32. Sabetta Limanı -Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2022	85
Şekil 33. Sabetta Limanına Ortalama Gelen Gemi Sayısı	89
Şekil 34. Sabetta Limanına Ortalama Gelecek Gemi Sayısı	90
Şekil 35. Sabetta Limanına Ortalama Gelen Gemi Sayısı (2018-2022) ve Ortalama Gelecek Gemi Sayısı (2023-2025)	91



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Arktik Merkezli Kuruluşlar	7
Tablo 2. Arktik Konsey Yönetim Organları	9
Tablo 3. Arktik Konsey'in Arktik Bölgede Başlattığı Birtakım Program ve Projeler	10
Tablo 4. Arktik Okyanusunu Çevreleyen Kıyı Devletlerinin Hak ve Sorumlulukları	12
Tablo 5. Dünyadaki Ülkelerin Buzkıran Gemi Filosu.....	20
Tablo 6. Dünya LNG İhracatı.....	29
Tablo 7. Rusya'nın Arktik Bölgedeki 5 Ana Limanı	34
Tablo 8. Sabetta, 1. Seviyesinde Sabitli+Trendli	64
Tablo 9. Granger Nedensellik Testi 2018.....	66
Tablo 10. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2018	68
Tablo 11. Sabetta, Seviyesinde Sabitli	69
Tablo 12. Arktik Deniz Buzu, Seviyesinde Sabitli+Trendli.....	70
Tablo 13. Granger Nedensellik Testi 2019.....	71
Tablo 14. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2019	72
Tablo 15. Granger Nedensellik Testi 2020.....	76
Tablo 16. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2020	77
Tablo 17. Sabetta Limanı, 2. Seviyesinde Sabitli Farklılaştırma	79
Tablo 18. Arktik Deniz Buzu, Sabitli	80
Tablo 19. Granger Nedensellik Testi 2021.....	81
Tablo 20. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2021	82
Tablo 21. Granger Nedensellik Testi 2022.....	86
Tablo 22. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2022	87
Tablo 23. 2018-2022 Sabetta Limanı Gelen LNG DWT Miktarları	88
Tablo 24. Sabetta Limanına Gelen LNG DWT Miktarları 2023, 2024 ve 2025 Tahmini	89
Tablo 25. Yıllara göre Ortalama Gelen gemi sayısı (2018-2022) ve Ortalama Gelecek gemi sayısı (2023-2025).....	90

SEMBOLLER DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AC	: Arktik Konsey
ACOPS	: Denizin Korunması Danışma Komitesi
ADF	: Augmented Dickey-Fuller Testi
AEC	: Arktik Ekonomik Konseyi
AINA	: Kuzey Amerika Arktik Enstitüsü
AIS	: Otomatik Tanımlama Sistemi
AMAP	: Arktik İzleme ve Değerlendirme Programı
ARCUS	: Amerika Birleşik Devletleri Arktik Araştırma Konsorsiyumu
AWRH	: Dünya Ren Geyiği Çobanları Derneği
BM	: Birleşmiş Milletler
BMDHS	: Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi
BRI	: Kemer ve Yol Girişimi
CAFF	: Arktik Flora ve Faunasının Korunması
CCU	: Circumpolar Koruma Birliği
CLCS	: Kıta Sahanlığının Sınırları Komisyonu
DF	: Dickey-Fuller Testi
DWT	: Detveyt Ton
EPPR	: Acil Durum Önleme, Hazırlık ve Müdahale
IARC	: Uluslararası Arktik Araştırma Merkezi
IASC	: Uluslararası Arktik Bilim Komitesi
IASSA	: Uluslararası Arktik Sosyal Bilimler Birliği
ICES	: Uluslararası Deniz Araştırmaları Konseyi
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IFRC	: Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu
IGU	: Uluslararası Gaz Birliği
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü
INSTAAR	: Arktik ve Alp Araştırmaları Enstitüsü
IPS	: Arktik Konseyi Yerli Halklar Sekreterliği
IREA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
ISA	: Uluslararası Deniz Tabanı Otoritesi

ISAC	: Uluslararası Arktik Değişim Çalışması
IUCH	: Uluslararası Circumpolar Sağlık Birliği
IUCN	: Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
IWGIA	: Uluslararası Yerli İşler Çalışma Grubu
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
MEB	: Münhasır ekonomik bölge
NAMMCO	: Kuzey Atlantik Deniz Memelileri Komisyonu
NCM	: İskandinav Bakanlar Konseyi
NEFCO	: İskandinav Çevre Finansmanı Şirketi
NF	: Kuzey Forumu
NOAA	: Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi
NSIDC	: Ulusal Kar ve Buz Veri Merkezi
NSR	: Kuzey Deniz Rotası
NWP	: Kuzey Batı Geçidi
PAME	: Arktik Deniz Ortamının Korunması
PoS2	: Sibirya Gücü 2
PP	: Phillips-Perron Testi
SAMS	: Sürdürülebilir Arktik Deniz Taşımacılığı Girişimi
SAR	: Arama ve Kurtarma
SCPAR	: Kuzey Kutup Bölgesi Parlamenterleri Daimi Komitesi
SDGDs	: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
SDWG	: Sürdürülebilir Kalkınma Çalışma Grubu
SEARCH	: Çevresel Kutup Değişiminin İncelenmesi
SIPRI	: Stockholm Uluslararası Barış Araştırma Enstitüsü
SPRI	: Scott Polar Araştırma Enstitüsü
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
USARC	: Amerika Birleşik Devletleri Arktik Araştırma Komisyonu
VAR	: Vektör Otoregresif Modeli
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü
WNC	: Batı İskandinav Konseyi
WWF	: Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsan faaliyetlerinin özellikle fosil yakıt kullanımı ve ormansızlaşmanın neden olduğu küresel ısınma, dünya iklimini benzeri görülmemiş bir şekilde etkilemektedir (IPCC, 2018). Yükselen deniz seviyeleri, daha sık ve yoğun sıcak dalgalar, kuraklıklar ve aşırı hava olayları küresel ısınma kaynaklı ortaya çıkan sonuçlar arasında yer almaktadır (NASA, 2022). Bu sonuçlar Dünya'nın ikliminde önemli değişikliklere neden olmuştur. Küresel ısınma nedeniyle meydana gelen iklim değişiklikleri, doğal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik üzerinde de önemli etkiler yaratmaktadır (Parmesan, 2006). Öte yandan, iklim değişikliği, özellikle Arktik ve Antarktika bölgelerindeki buzulların ve deniz buzullarının azalması sebebiyle deniz seviyelerinin yükselmesine neden olmaktadır (IPCC, 2019). Arktik, Dünya'daki diğer herhangi bir bölgeden daha hızlı ısınma yaşamakta ve bu da deniz buzlarının kaybına ve buzulların erimesine neden olmaktadır ki bu küresel ısınmanın bir sonucudur (NASA, 2021). Bu noktada, iklim değişikliği, Arktik deniz buzunun erimesine neden olarak Arktik Okyanusu'nda önceden erişilemez olan su yollarının açılmasına ve yeni deniz rotalarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Vihma, 2019). İklim değişikliği, yaşadığımız gezegenin sürdürülebilirliği ve tüm canlıların refahı için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (IPCC, 2018). Bu noktada sürdürülebilirliği sağlamak için sera gazı emisyonlarını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek ve sürdürülebilir arazi kullanımını teşvik etmek gibi eylemler iklim değişikliğinin etkisini hafifletmek için önemlidir (UN, 2015). Sürdürülebilir kalkınma, karbon depo alanı olan ormanlar, okyanuslar ve sulak alanlar dâhil doğal ekosistemleri korumayı içermekte ve Dünya'nın iklimini dengede tutmada önemli bir rol oynamaktadır (FAO, 2018). Bu nedenle, iklim değişikliği ile mücadele etmek ve sürdürülebilirliği teşvik etmek, küresel düzeyde acil ve kolektif eylem gerektiren önemli hedeftir (UN, 2015). Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDGDs), iklim eylemi ve sürdürülebilirlik konusunda harekete geçilmesine acil ihtiyaç duyulduğunu kabul etmektedir. Hedef 13 (İklim Eylemi) iklim değişikliği ve etkileriyle mücadele etmek için alınması gereken önlemleri, kapasiteyi arttırmayı, dirençliliği arttırmayı ve kaynakların verimli kullanımını vurgulamaktadır (UN, 2015). Hedef 7 (Uygun Fiyatlı ve Temiz Enerji) tüm insanlar için güvenilir, sürdürülebilir ve

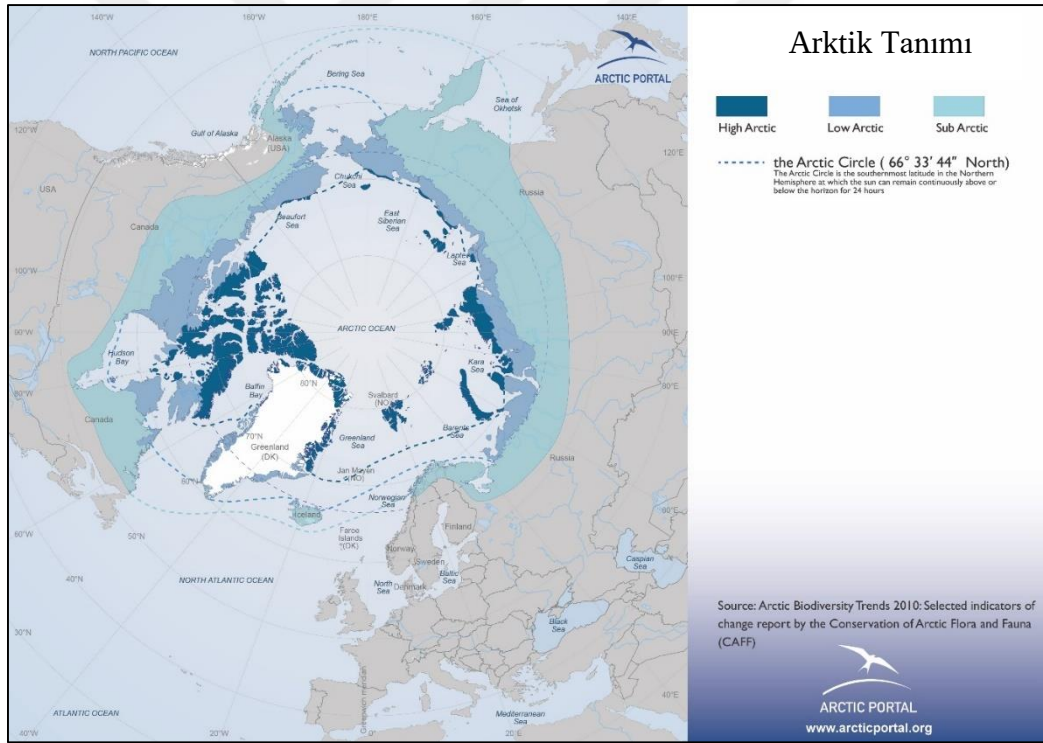
modern enerjiye erişimi sağlamayı, küresel enerji piyasasında yenilenebilir enerji kullanımının payını artırmayı amaçlamaktadır (UN, 2015). Bu hedeflere ulaşmak, sera gazı emisyonlarını azaltmak, sürdürülebilir arazi kullanımını teşvik etmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek gibi hızlı bir dönüşümü gerektirmektedir (IPCC, 2018). Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve sürdürülebilirliği teşvik etmek, tüm canlıların refahı için gerekli olmasının yanı sıra, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini gerçekleştirmek ve insanlık için daha adil ve sürdürülebilir bir gelecek yaratmak için de hayati öneme sahiptir. Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 7. hedefi, herkes için uygun, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Bu noktada daha temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağı olan sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) kullanımı ve teşviki bu hedefe ulaşmak için atılabilecek adımlardan biridir. LNG, gemiler ve kamyonlar gibi taşıtlarda bir taşıma yakıtı olarak kullanıldığında sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltabilen düşük emisyonlu bir fosil yakıttır (ICCT, 2017). Bu yakıtı taşıyan LNG tanker gemileri son yıllarda önemli teknolojik gelişmeler yaşayarak daha verimli ve güvenli bir hale gelmiş ve zararlı hava kirleticilerin emisyonu da azaltılmıştır (DNV GL, 2020). Bu nedenle, LNG'nin bir taşıma yakıtı olarak kullanımını teşvik etmek ve LNG altyapısının geliştirilmesine yatırım yapmak, Hedef 7'ye ulaşmaya ve daha sürdürülebilir bir enerji sistemine katkıda bulunmaya yardımcı olabilir. LNG'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ndeki Hedef 7'ye uygun olarak daha temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak kullanımının artması hedefe uygun bir yaklaşımdır. İklim değişikliği nedeniyle daha erişilebilir hale gelen Arktik'te yeni deniz rotaları ile bir araya geldiğinde bu bölgedeki LNG gemi trafiğinin gelecekte bir artışının olması muhtemeldir. Rusya, Arktik bölgesinde LNG tedarikçileri arasında önemli bir konuma sahiptir ve küresel LNG pazarındaki artan payının, LNG'nin bir taşıma yakıtı olarak kullanımını teşvik etmesi ve bölgedeki LNG altyapısının gelişimini desteklemesi beklenmektedir (Belyi et al., 2019).

1.2. Arktik

1.2.1.Arktik Tanımı ve Coğrafi Özellikler

Arktik/Arktika olarak bilinen Kuzey Kutbu, dünyanın en kuzeyindeki bölgedir. Arktik kelimesi Antik Yunancada "Ayının yakınında, kuzeyde" anlamına gelen ἀρκτικός (arktikos) ve 'Ayı' anlamına gelen ἄρκτος (arktos) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmektedir

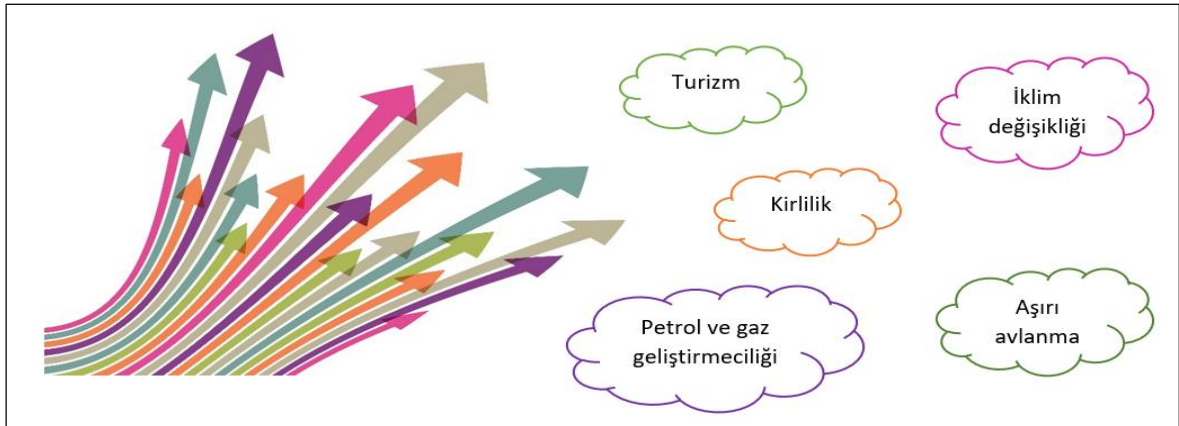
(Liddell & Scott, 1940). Arktik bölgenin tek bir tanımı olmamakla birlikte genel olarak Kuzey Kutup Dairesi'nin kuzeyi (yaklaşık $66^{\circ} 34'K$) olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, kuzey yarımkürede en sıcak ayın (Temmuz) ortalama sıcaklığının $10^{\circ}C$ nin altında olduğu bölge olarak da tanımlanmaktadır (Arctic Portal, 2016). Bunlara ek olarak, Kuzey kutbu Arktik Okyanusu'nun ortasında yer almaktadır ve Antarktika'nın aksine deniz buzunun tamamen donmuş olduğu bir buz denizini ifade etmektedir. Buradaki suyun sürekli olarak hareket halinde olan deniz buzı ile çevrili olması, Arktik bölgenin farklı tanımlarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu noktada etimolojik olarak *ayının yakınında*, *kuzeyde* anlamına gelen Arktik, aşırı soğuk, kışın çok az ışık alan ve yazın çok az karanlık olan Kuzey Kutbu çevresindeki bölgeyi ifade eder (Dodds, 2015). Arktik bölgesini gösteren harita şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Arktik Tanımı Arctic Portal, (2016)

Arktik, Dünya'nın en kuzeyinde bulunan ve Arktik Çemberi tarafından tanımlanmış benzersiz ancak aynı zamanda da elverişsiz bir bölgedir. Arktik, buz ve karla kaplı bir kutup çölü ve deniz suyuyla çevrili bir alanı içermektedir (Dodds, 2015). Arktik'in ana coğrafi özellikleri, Arktik Okyanusu, buz kayaları ve buzulları, tundra ve permafrostu (kalıcı olarak

donmuş toprak tabakası) içerir. Arktik Okyanusu çoğunlukla mevsimsel değişimlere göre genişleyen ve daralan deniz buzuyla kaplıdır. Arktik'teki buz kayaları ve buzullar, büyük arazileri kaplar ve birkaç kilometre kalınlığında olabilir. Arktik, tundra, düşük bitki örtüsü ve permafrost ile tanınan, ağaçsız düz bir ova biçimindedir. Ayrıca, Alaska'daki *Brooks Range* gibi birçok sıradağ ve Kanada'nın Arktik Takımadaları ve Svalbard gibi birçok adaya ev sahipliği yapmaktadır. Bu coğrafi özellikler, sert iklim ve sınırlı güneş ışığıyla birleştiğinde, Arktik'te yaşayan bitki ve hayvan hayatı için hem benzersiz hem de zor bir ortam oluşturur (Babagana, 2016). Arktik, Kuzey Yarımküre'nin etrafında yer alan ve nadir bulunan hassas bir ekosistemdir. Uzun, soğuk kışlar ve kısa yazlarla tanımlanmakta ve bu şartlara uyum sağlamış çeşitli bitki ve hayvan yaşamını desteklemektedir. Arktik bölgede en yaygın bitki türleri, yosunlar, likenler ve çalılar, hayvan yaşamı ise kutup ayıları, mors aygırları, geyikleri ve kutup tilkileri gibi türleri içerir. Arktik Okyanusu ve bu okyanusu çevreleyen kara parçaları, fitoplanktondan başlayarak zooplankton, küçük balıklar, foklar ve balinalar gibi daha yüksek seviyedeki türlerle karmaşık bir gıda ağını destekler. Bu türler, kutup ayıları gibi daha büyük predatörlere besin sağlama, karbon tutumu ve besin döngüsü gibi önemli ekolojik hizmetler sunmak amacıyla Arktik ekosisteminin temelini oluşturur. Ancak, Arktik insan faaliyetlerinden kaynaklanan birtakım tehditlerle de karşı karşıyadır. Bunlar arasında iklim değişikliği, petrol ve gaz alanlarının geliştirilmesi ve aşırı avlanma yer almaktadır. Bu tehditler, Arktik ekosistemindeki hassas dengeyi bozma ve eşsiz bitki ve hayvan türlerinin varlığını tehlikeye atma potansiyeline sahiptir (Inkley, 2015). Arktikte insan faaliyetlerinden kaynaklanan tehditler Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Arktikte İnsan Faaliyetlerinden Kaynaklanan Tehditler (Inkley, 2015)

Arktik, iklim değişikliğinin etkilerine karşı en hassas bölgelerden biridir ve deniz buzu ve buzulların erimesi önemli çevresel ve ekolojik değişikliklere neden olmaktadır. Ayrıca, Arktik, özellikle uzak konumu nedeniyle deniz p ve toksik kimyasalların salınması dâhil olmak üzere kirliliğe karşı savunmasız bir yapıya sahiptir. Öte yandan, Arktik bölgedeki petrol ve gazın çıkarılması, ekosisteme ve vahşı yaşam habitatlarına zarar vermenin yanı sıra petrol sızıntısı riskini de arttırmaktadır. Bunlara ek olarak, Arktik bölgedeki aşırı avlanma balık stoklarının sömürülmesine ve besin zincirinin bozulmasına sebep olurken aynı zamanda bölgenin biyolojik çeşitliliğine de zarar vermektedir. Arktik turizmine olan ilginin artmasıyla da kırılgan ekosistem ve vahşı yaşam habitatları üzerinde baskı yaratmakta ve diğer çevresel zararların oluşma riskini arttırmaktadır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan bu tehditler (şekil 2), Arktik çevresine, vahşı yaşamına ve geçim kaynakları için bölgeye bağımlı olan yerli halklara önemli ve uzun süreli zarar verme potansiyeline sahiptir (AMAP ve diğ., 2016).

1.2.2. Arktik lkeleri ve Arktik İş birlikleri

Arktik bölgesi, Kuzey Kutup Okyanusu etrafındaki alan olarak tanımlanır ve sekiz ülkenin (Kanada, Rusya, Grönland, Norveç, İsveç, Finlandiya, Amerika Birleşik Devletleri ve İzlanda) bir kısmını içerir. Bu lkeler zaman zaman "Arktik lkeleri" olarak adlandırılır. Kanada, Rusya, Norveç ve Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) Kuzey Kutup bölgeleri hepsi kuzey yarım kürede bulunur ve soğuk iklimler ve benzersiz ekosistemlere sahiptir. Kanada'da, Kuzey Kutup bölgesi, Nunavut toprakları dâhil olmak üzere bölgelerin kuzey kısımlarını içine alır ve caribou (Kuzey Amerika ren geyiği), kutup ayıları ve beyaz balinalar gibi çeşitli vahşı hayatın ve yerli toplulukların evi olarak tanımlanır. Rusya'da Kuzey Kutup bölgesi, Murmansk bölgesi ve Yakutistan Cumhuriyeti de dâhil olmak üzere ülkenin en kuzey bölgesini ifade eder. Bu bölgede petrol, doğalgaz, elmas ve altın gibi zengin doğal kaynakları bulunmaktadır. Bölge aynı zamanda Kuzey Okyanusuna erişimi sağlamakta ve Rusya'nın Kuzey Deniz Rotasının (Northern Sea Route-NSR) nemli bir parçası olması özelliği ile stratejik bir öneme sahiptir. Rusya'nın Kuzey Kutup bölgesinin Rus ekonomisinin %10 ila %20'sini temsil etmesi sebebiyle Rus hükümeti, bölgenin geliştirilmesine yönelik yeni limanlar, altyapı ve iş fırsatlarını destekleme gibi birtakım girişimleri desteklemektedir (Lasserre & Cyr, 2022). Norveç'te ise Kuzey Kutup bölgesi, Svalbard takımadaları da dâhil olmak üzere ülkenin kuzey kesimini kapsar ve engebeli kıyı

şeridi ve doğal fiyortlarıyla bilinir. Ayrıca uzun yıllardır orada yaşayan yerli topluluklarla zengin bir kültürel mirasa ev sahipliği yapar. Norveç Arktik Bölgesi aynı zamanda petrol ve doğalgaz araştırması, balıkçılık ve deniz taşımacılığı için önemli bir coğrafyadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde Kuzey Kutup bölgesi, ülkenin en büyük eyaleti olan ve buzulları, dağları ve zengin vahşi yaşamıyla tanınan Alaska eyaletini kapsar. ABD'nin Kuzey Kutup bölgesi, Inupiaq, Yupik ve Aleut halkları da dahil olmak üzere birçok yerli topluluğa ev sahipliği yapmaktadır. Aynı zamanda ABD'nin Arktik bölgesi büyük petrol ve gaz rezervlerini barındırmasıyla birlikte küresel bir denizyolu olan önemli bir rota üzerinde yer almaktadır, bu da bölgeyi ilgilendiren potansiyel zorluklarla birlikte artan bir ilginin doğmasına sebep olmaktadır. ABD hükümeti, ekonomik kalkınma ve koruma çabalarının dengelemesinin öneminin farkında olup ve bu sebeple Arktik'te birtakım koruma alanı oluşturmuştur (Graczyk, 2016).

Arktik iş birlikleri, iklim değişikliği, sürdürülebilir kalkınma ve doğal kaynakların ve yerli kültürlerin korunması ile ilgili konular da dahil olmak üzere Kuzey Kutbu bölgesinin karşılaştığı zorlukları ve fırsatları ele almak için hükümetlerin, kuruluşların ve toplulukların çeşitli çabalarını ifade etmektedir. Bu iş birlikleri genel olarak, Kuzey Kutup ülkeleri arasında iş birliğini ve koordinasyonu teşvik etmeyi ve bölgede sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Steinveg, 2021). Kuzey Kutup bölgesini korumayı, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi ve bölgedeki çevresel ve diğer zorlukları ele almayı amaçlayan çeşitli uluslararası iş birliklerinden bazıları şunlardır: Arktik Konsey (AC), Ilulissat Deklarasyonu, Kuzey Kutbu İzleme ve Değerlendirme Programı (AMAP), Sürdürülebilir Arktik Deniz Taşımacılığı Girişimi (SAMS), Svalbard Anlaşması. Ayrıca, Kuzey Kutbu ile ilgili hükümetlere ait, hükümetler arası ve hükümet dışı kuruluşlar bulunmaktadır (Tablo1). Bu kuruluşlar genellikle politika beyanları veya önerileri, değerlendirmeler, yorumlar, veri kümeleri, izinler, çevrimiçi araçlar, yıllık raporlar, toplantı notları vb. raporlar ve diğer yayınlar üreterek Arktik ile ilgili konulara ve sorunlara kaynak sağlamaktadır (Heininen, 2018).

Tablo 1. Arktik Merkezli Kuruluşlar, University of Washington Libraries, (URL- 1)

Amerika Birleşik Devletleri	Diğer Ülkeler	Uluslararası Kurumlar	Hükümet dışı Kurumlar	Akademik Enstitü/Merkezler
Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)- Arktik Programı	Kanada- Kutup Bilgisi Kanada (POLAR)	Circumpolar Koruma Birliği (CCU)	Arktik Enstitüsü / Circumpolar Güvenlik Araştırmaları Merkezi	Arktik Merkezi- Lapland Üniversitesi
Ulusal Kar ve Buz Veri Merkezi (NSIDC)	Kanada Buz Servisi	Avrupa Kutup Kurulu	ArcticNet	Kuzey Amerika Arktik Enstitüsü (AINA)
Amerika Birleşik Devletleri Arktik Araştırma Komisyonu (USARC)	Danimarka- Kutup Sekreterliği	Uluslararası Arktik Araştırma Merkezi (IARC)	Amerika Birleşik Devletleri Arktik Araştırma Konsorsiyumu (ARCUS)	Arktik ve Alp Araştırmaları Enstitüsü (INSTAAR)
	Finlandiya Ulusal Arktik ve Antarktika Araştırmaları Komitesi	Uluslararası Arktik Bilim Komitesi (IASC)	Gordon Vakfı	Scott Polar Araştırma Enstitüsü (SPRI)
	İzlanda- Stefansson Arktik Enstitüsü (Çevre ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)	Uluslararası Arktik Sosyal Bilimler Birliği (IASSA)	GRİD-Arendal- Kutup ve İklim Programı	
	Norveç Kutup Enstitüsü	Uluslararası Arktik Değişim Çalışması (ISAC)	Hudson Körfezi Konsorsiyumu	
	Rusya- Арктический и антарктический научно-исследовательский институт	Uluslararası Circumpolar Sağlık Birliği (IUCH)	Çevresel Kutup Değişiminin İncelenmesi (SEARCH)	
	İsveç Kutup Araştırmaları Sekreterliği	Kuzey Forumu	The Polar Connection	
			Oceans North	
			Arktik Üniversitesi (Arktik)	
			Dünya Yaban Hayatı Fonu- Arktik Programı	

1.2.3. Arktik Anlaşmazlıkları ve Tarafların Hak İddiaları

Arktik'teki anlaşmazlıklar ve bölge ülkeleri arasındaki hak iddiaları, bölgenin artan ekonomik ve stratejik önemi nedeniyle gün geçtikçe daha tartışmalı hale gelmektedir. Fawcett ve Leach'e (2019) göre, Arktik bölgesi petrol, gaz ve mineraller gibi önemli doğal kaynakları içermektedir ve Asya ile Avrupa arasında önemli bir taşımacılık yolu haline gelmiştir. Bununla birlikte, Arktik, zorlu iklim koşulları ve sınırlı erişim ile tanımlanmakta,

bu da bölgedeki seyri ve kaynakların kullanımını zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak, bazı ülkeler Kuzey Kutbu'nun çeşitli bölgeleri üzerinde yargı yetkisi talep ederek anlaşmazlıklara ve çatışmalara yol açmıştır. Kanada, Danimarka (Grönland), Norveç, Rusya, İzlanda ve Amerika Birleşik Devletleri'nin hepsinin Arktik Bölgesi'nde birtakım çıkarları vardır ve bu ülkelerin kıta sahanlığı konusunda hak iddiaları bulunmaktadır.

Kanada ve Danimarka arasındaki Hans Adası anlaşmazlığı, Arktik'teki başlıca anlaşmazlıklardan birine örnektir. Her iki ülke de ada üzerinde egemenlik iddia etmiş ve bu da bir dizi küçük ölçekli çatışmaya ve uzun yıllar süren anlaşmazlığa yol açmıştır (Jørgensen ve Duhaime, 2019).

Kuzeybatı Geçidi (NWP), Arktik'teki bir diğer önemli anlaşmazlıktır. Kanada, Atlantik ve Pasifik okyanuslarını iç sularının bir parçası olarak tanımlamakta ve Kanada'nın Arktik Takımadaları üzerinden birbirine bağlanan deniz yolu üzerinde hak iddia etmektedir. Öte yandan, Rusya bu deniz yolunu uluslararası bir boğaz olarak nitelendirmektedir. Anlaşmazlık günümüzde hala süregelmekte olup, Kanada'nın iddialarına ABD de dahil olmak üzere birçok ülke itiraz etmektedir (McDorman, 2019).

Beaufort Denizi anlaşmazlığı, Kanada ile Amerika Birleşik Devletleri arasında Arktik Okyanusu'nun önemli petrol ve gaz rezervlerine sahip olduğuna inanılan bir bölgesi üzerinde uzun süredir devam eden bir bölgesel anlaşmazlıktır. Anlaşmazlığın kökeni, Arktik Bölgesi'ndeki her iki ülkenin tarihsel iddialarına ve keşiflerine dayanmaktadır (Johnston, 2003).

Bu anlaşmazlıklara ek olarak, Rusya, Arktik Okyanusu'ndan geçen geniş bir su altı dağ silsilesi olan Lomonosov Sırtı üzerinde Norveç ve Danimarka ile karşı karşıya gelmiştir. Hem Norveç'in hem de Danimarka'nın, gerginliğe yol açan sırta hak iddiaları bulunmaktadır (Østhagen ve Kankaanpää, 2020). Ayrıca Rusya, 2021'de Arktik'te Norveç ve Danimarka tarafından eleştirilen ve bölgedeki gerilimi daha da artıran bir askeri tatbikat gerçekleştirmiştir (Rachinskiy, 2021).

Kuzey Kutup Bölgesi'nin artan ekonomik ve stratejik önemi, bölge ülkeleri arasında artan anlaşmazlıklara ve çatışmalara yol açmıştır. Kuzey Kutbu'nun önemi artmaya devam ettikçe, ülkelerin bölgede barış ve istikrarı sağlamak için bu anlaşmazlıklara çözüm bulmak için birlikte çalışmaları şarttır.

1.2.4. Arktik Konsey

Arktik Konseyi, Arktik'te yaşayan yerli topluluklar ve diğer toplulukların Arktik ile ilgili konulara odaklanmasını sağlamak amacıyla, Arktik Devletleri arasında iş birliği, koordinasyon ve etkileşimi teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Arctic Council, 2021). Özellikle Kuzey Kutbu'ndaki sürdürülebilir kalkınma ve çevre koruma konuları konseyin odak alanlarından. Arktik Konseyi 1996 yılında sekiz Arktik devletin devletlerarası bir forumu olarak kurulmuştur. Bu devletler konseyin tam üyeleri olarak kabul edilir ve karar alma sürecinde oy haklarına sahiptir. Bunun yanı sıra, Konsey'nin gözlemci devletleri ve kuruluşları da bulunmaktadır. 2021 yılına kadar olan bilgilerimize göre, şu andaki gözlemci devletler şunlardır: Çin, Fransa, Almanya, Hindistan, İtalya, Japonya, Güney Kore, Hollanda, Polonya, Singapur, İspanya ve Birleşik Krallık. Ayrıca, gözlemci statüsüne sahip birkaç uluslararası kuruluş da bulunmaktadır. Bu kuruluşlar arasında Avrupa Birliği, Uluslararası Kuzey Kutbu Bilim Komitesi ve Dünya Yaban Hayatı Fonu bulunmaktadır. Gözlemci devletler ve kuruluşlar, Arktik bölgesi ve konularıyla ilgilenen ancak Konsey'de oy hakkı bulunmayan uluslararası aktörlerdir (Tablo 2).

Tablo 2. Arktik Konsey Yönetim Organları, Arctic Council Official

Arktik Konsey Üye Devletler	Kanada, Danimarka, Finlandiya, İsveç, İzlanda, Amerika Birleşik Devletleri, Norveç, Rusya	Bölgede politika uygular
Arktik Konsey Gözlemci Devletler	Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Hollanda, Çin Halk Cumhuriyeti, Polonya, Hindistan Güney Kore, Singapur, İspanya, İsviçre, Birleşik Krallık	Uzmanlıklarını paylaşır
Arktik Konsey Çalışma Grupları	Arktik Kirleticileri Eylem Programı, Arktik İzleme ve Değerlendirme Programı, Kutup Florası ve Faunasının Korunması, Kuzey Kutbu Deniz Ortamının Korunması, Sürdürülebilir Kalkınma Çalışma Grubu, Acil Durum Önleme, Hazırlık ve Müdahale	Arktik Konseyin Faaliyetlerini Yürütür
Daimî Katılımcılar	Aleut Uluslararası Birliği, Kuzey Kutbu Athabaskan Konseyi, Gwich'in Circumpolar Konseyi, Rusya Yerli Halkları Birliği, Saami Konseyi	Kuzey Kutbu'nun yerli halklarını temsil eder
Sivil Toplum Kuruluşları (Gözlemci)	Denizin Korunması Danışma Komitesi (ACOPS), Kuzey Amerika, Arktik Enstitüsü (AINA), Dünya Ren Geyiği Çobanları Derneği (AWRH), Circumpolar Koruma Birliği (CCU), Uluslararası Arktik Bilim Komitesi (IASC), Uluslararası Arktik Sosyal Bilimler Derneği (IASSA), Uluslararası Circumpolar Sağlık Birliği (IUCH), Uluslararası Yerli İşler Çalışma Grubu (IWGIA), Kuzey Forumu (NF), Oceana, Arktik Üniversitesi (Kuzey Kutbu), Dünya Doğa Fonu, Arktik Programı (WWF)	Uzmanlıklarını paylaşır

Tablo 2'nin devamı

Hükümetler arası ve Parlamentolar arası Kuruluşlar	Uluslararası Deniz Araştırmaları Konseyi (ICES), Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC), Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN), İskandinav Bakanlar Konseyi (NCM), İskandinav Çevre Finansmanı Şirketi (NEFCO), Kuzey Atlantik Deniz Memelileri Komisyonu (NAMMCO), OSPAR Komisyonu, Kuzey Kutup Bölgesi Parlamenterleri Daimi Komitesi (SCPAR), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), Batı İskandinav Konseyi (WNC)	Uzmanlıklarını paylaşır
--	---	-------------------------

Arktik Konseyi'nin gözlemci statüsü, Konsey'in tam üye devletleri tarafından verilmektedir. Bu statü periyodik olarak incelenmekte ve gözlemci devletler ve kuruluşların kabul edilmesi veya mevcut devletlerin gözlemci statüsünün iptal edilmesi, tam üye devletlerin almış olduğu kararlara dayanmaktadır. Bu nedenle, Arktik Konseyi gözlemci statüsünün belirtilmesi ve periyodik incelenmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir (Smieszek, 2016). Yeni gözlemci devletler ve kuruluşlar, Konsey'in tam üye devletlerinin onayına bağlı olarak kabul edilebilir veya mevcut devletler, Konsey tarafından alınan kararlara dayanarak gözlemci statüsünü iptal ettirebilir.

Arktik Konsey, Arktik bölgesinin karşılaştığı önemli zorlukları ele almak için bir dizi program ve projeyi başlatmış ve bunları koordine etmektedir (Tablo 3). Bu program ve projelerden bazıları şunlardır: Arktik İzleme ve Değerlendirme Programı (AMAP), Arktik Flora ve Faunasının Korunması (CAFF), Acil Durum Önleme, Hazırlık ve Müdahale (EPPR), Arktik Deniz Ortamının Korunması (PAME), Sürdürülebilir Kalkınma Çalışma Grubu (SDWG), Arktik Ekonomik Konseyi (AEC), Arktik Konseyi Yerli Halklar Sekreterliği (IPS). Son yıllarda dünya genelinde artan bir ilgi odağı haline gelen Arktik Bölgesi'nin karşı karşıya kaldığı geniş bir sorun ve fırsat yelpazesini yansıtan bu program ve projeler, Arktik Konseyi'nin sürdürülebilir kalkınma, çevre koruma ve Arktik'in sakinlerinin refahını teşvik etme noktasındaki kararlılığını göstermektedir.

Tablo 3. Arktik Konsey'in Arktik Bölgede Başlattığı Birtakım Program ve Projeler

Arktik İzleme ve Değerlendirme Programı (AMAP)	Bu program, Arktik ortamının ve küresel iklim sistemiyle etkileşiminin değerlendirmeleri ve politika aksiyonları için öneriler sunmaktadır.
Arktik Flora ve Faunasının Korunması (CAFF)	Bu program, Arktik 'in florası ve faunası dahil olmak üzere, çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımına odaklanmaktadır.
Acil Durum Önleme, Hazırlık ve Müdahale (EPPR)	Bu program, doğal veya insan kaynaklı acil durumlarda Arktik Devletlerinin hazırlık ve müdahale kabiliyetini artırmak amacı ile çalışır.
Arktik Deniz Ortamının Korunması (PAME)	Bu program, Arktik suları, buz ve yaşayan deniz kaynakları dahil olmak üzere deniz ortamının korunmasına odaklanmaktadır.

Tablo 3'ün devamı

Sürdürülebilir Kalkınma Çalışma Grubu (SDWG)	Bu grup, Arktik Yerli halklarının çıkarlarını ve yerel toplulukların ihtiyaçlarını dikkate alarak Arktik'te sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacı ile çalışır.
Arktik Ekonomik Konseyi (AEC)	Bu konsey, özel sektör katılımı ve iş fırsatları da dahil olmak üzere Kuzey Kutbu'nda sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlamaktadır.
Arktik Konseyi Yerli Halklar Sekreterliği (IPS)	Bu sekreterlik, Arktik Yerli halklarının Arktik Konseyi'ne katılmaları ve Arktik bölgede politika oluşturmada seslerinin duyulmasını sağlamaları için bir platform sağlar.

Sonuç olarak, Arktik Konseyi, Arktik bölgesi ve sakinlerinin karşılaştığı zorlukları ele almak için kendisini devletler arası bir forum olarak belirlemiştir (Arctic Council, 2021). Konsey, sekiz Kuzey Kutbu devletinin ve altı yerli daimi katılımcı kuruluşun katılımı da dahil olmak üzere kapsamlı yaklaşımı sayesinde, sürdürülebilir kalkınma, çevre koruma ve bölgedeki iklim değişikliğinin etkileri ile ilgili çok çeşitli konuları ele almaktadır. Konseyin Arama Kurtarma (Search and Rescue (SAR)) Anlaşması ve Arktik İklim Etki Değerlendirmesi gibi önemli başarıları, Arktik bölgesi ve Arktik halkının refahını artırmaya olan bağlılığını göstermektedir (Arctic Council, 2004). Arktik Konseyi'nin çalışmaları, Kuzey Kutbu'nun mevcut durumuyla son derece ilgilidir ve bölgenin karşı karşıya olduğu zorlukların daha detaylı bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Konseyin çok çeşitli paydaşların katılımını içeren kapsamlı yaklaşımı, bu zorlukların etkin bir şekilde üstesinden gelinmesini sağlamıştır (Arctic Council, 2021). Genel olarak, Kuzey Kutup Konseyi'nin başarıları ve devam eden çalışmaları, Kuzey Kutup Bölgesi'nin karşılaştığı zorlukların ele alınmasında uluslararası iş birliğinin önemini vurgulamaktadır. Arktik Konseyin çabaları, devletler arası forumların günümüzün karmaşık ve önemli konularını ele almada anlamlı bir etki yaratma potansiyelini göstermektedir.

1.2.5. Arktik ile İlgili Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi Hükümleri

Arktik Okyanusu, nispeten küçük ölçekli, sığ derinliği ve yılın büyük bir çoğunluğunda deniz buzu varlığı ile karakterize edilen eşsiz bir okyanus sistemidir. Dünyadaki beş okyanusun en küçüğüdür ve Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'nın kuzey kıyılarıyla çevrilidir. Arktik Okyanusu, küresel iklim sisteminde kritik bir rol oynar ve aynı zamanda çeşitli deniz türleri için önemli bir yaşam alanını ifade eder (AMAP,2018). Öte yandan, Arktik Adaları, Kanada Arktik Takımadaları, Svalbard ve Rus Arktik adaları da dahil olmak üzere Kuzey Kutup Dairesi içinde bulunan bir grup adayı ifade eder. Bu adalar,

zengin biyolojik çeşitlilikleri ve kültürel mirasları için önemli olmakla birlikte aynı zamanda geniş ticaret rotalarına ve petrol ve doğal gaz gibi doğal kaynaklara yakınlıkları sebebiyle de stratejik olarak önemlidir. Arktik, Arktik Okyanusu ve Arktik Adaları, deniz bilimleri, uluslararası hukuk ve çevre politikası çalışmaları için çok önemli olan coğrafi alandır. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (BMDHS), dünya okyanuslarını ve kaynaklarını yöneten en kapsamlı anlaşmadır. Bu antlaşmanın Arktik bölgesindeki devletlerin hak ve yükümlülükleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. BMDHS, devletlerin dünyadaki okyanusların kullanımlarındaki hak ve yükümlülüklerini belirleyen, işletmeler, çevre ve deniz doğal kaynaklarının yönetimi için kılavuzlar oluşturan bir anlaşmadır. BMDHS'e göre, Arktik Okyanusu yarı kapalı bir deniz olarak kabul edilir ve Arktik Okyanusu'nu çevreleyen kıyı devletlerinin kaynaklarının yönetimi için belirli hak ve sorumlulukları vardır (Tablo 4) (UNCLOS, 1982). BMDHS ayrıca, diğer devletlerin Arktik Okyanusu'nda seyir ve denizaltı kablolarının döşenmesi gibi belirli faaliyetlerde bulunma haklarını da tanımaktadır (UNCLOS, 1982).

Tablo 4. Arktik Okyanusunu Çevreleyen Kıyı Devletlerinin Hak ve Sorumlulukları UNCLOS, (1982)

Kıyı devletlerinin hakları	Münhasır ekonomik bölge (MEB)	Kıyı devletlerine 200 deniz mili genişliğinde bir MEB oluşturma hakkı verilir. Bu bölgede kıyı devletleri, doğal kaynaklar dahil olmak üzere canlı ve cansız kaynaklar üzerinde egemenlik sahibidir ve bunları keşfetme, kullanma, koruma ve yönetme yetkisine sahiptir.
	Kıta sahanlığı	Kıyı devletleri, 200 deniz mili MEB'in ötesinde de deniz tabanının doğal kaynakları ve kıta sahanlığının toprak altı alanları üzerinde yetki sahibidir.
Kıyı devletlerinin sorumlulukları	Sürdürülebilir kullanım	Kıyı devletleri, deniz kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını ve BMDHS ile diğer uluslararası çevre anlaşmalarına uygun korunup yönetilmesini sağlamakla sorumludur.
	Diğer devletlerle iş birliği	Kıyı devletleri, özellikle ortak balık stoklarının yönetimi ve deniz ortamının korunması konusunda diğer devletlerle iş birliği yapma sorumluluğuna da sahiptir.
	Raporlama ve veri paylaşımı	BMDHS, kıyı devletlerinin MEB ve kıta sahanlığındaki faaliyetlerini düzenli olarak rapor etmelerini ve balık stoklarının büyüklüğü, türü ve bolluğu gibi deniz kaynakları hakkında veri sağlamalarını istemektedir.

BMDHS kapsamında kıyı devletlerine verilen en önemli haklardan biri, münhasır ekonomik bölgedir (MEB). Bu bölge, kıyı devletinin taban çizgisinden 200 deniz mili uzanır ve kıyı devletine doğal kaynaklar üzerinde, bu alandaki canlı ve cansız kaynaklar da dahil olmak üzere egemenlik sağlar (UNCLOS, 1982). BMDHS'ye göre kıyı devletleri, sürdürülebilir kullanımlarını sağlama görevleri doğrultusunda bu kaynakları keşfetme,

kullanma, koruma ve yönetme haklarına sahiptir (UNCLOS, 1982). BMDHS, 1982'ye göre, kıyı devletleri, MEB'ine ek olarak, deniz tabanının doğal kaynakları ve kıta sahanlığının toprak altı üzerindeki yetki alanlarını 200 deniz mili sınırının ötesine genişletme hakkına sahiptir (UNCLOS, 1982). Bu hak, kıyı devletinin kıta sahanlığındaki doğal kaynaklar üzerinde, başka devletler tarafından sömürülmedikleri ölçüde yargı yetkisine sahip olduğu ilkesine dayanmaktadır (UNCLOS, 1982). BMDHS, deniz kaynaklarının yönetiminde kıyı devletlerine belli sorumluluklar yükler. Bu birincil sorumlulukların ilki, deniz kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamaktır (UNCLOS, 1982). Kıyı devletleri, bu kaynakları, diğer ilgili uluslararası çevre anlaşmaları olan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Atıkların ve Diğer Maddelerin Boşaltılmasıyla Deniz Kirliliğinin Önlenmesine İlişkin Sözleşme gibi BMDHS'e uygun şekilde korumalı ve yönetmelidir (UNCLOS, 1982). Diğer devletlerle iş birliği, BMDHS kapsamındaki kıyı devletlerinin bir diğer önemli sorumluluğudur. Kıyı devletleri, özellikle paylaşılan balık stoklarının yönetimi ve deniz ortamının korunması konusunda diğer devletlerle iş birliği yapmalıdır (UNCLOS, 1982). Bu iş birliği, ortak yönetim düzenlemeleri veya ikili veya çok taraflı anlaşmaların imzalanması şeklinde olabilir (UNCLOS, 1982). BMDHS ayrıca kıyı devletlerinin MEB içindeki ve kıta sahanlığındaki faaliyetleri hakkında düzenli olarak rapor vermelerini ve balık stoklarının büyüklüğü, türü ve bolluğu hakkında bilgi gibi deniz kaynakları hakkında veri sağlamalarını gerektirir (UNCLOS, 1982). Bu veriler, bilimsel araştırma, yönetim ve deniz ortamının korunması amacıyla diğer devletlerin kullanımına sunulmalıdır (UNCLOS, 1982).

Arktik bölgesi, petrol, gaz ve mineraller dahil olmak üzere doğal kaynaklar açısından zengin, eşsiz ve hızla değişen bir coğrafyadır. İklim değişikliği nedeniyle Arktik buzunun erimesi, bu kaynakları daha erişilebilir hale getirerek, Arktik ülkeleri arasında Arktik Okyanusu ve kaynaklarının sahipliği ve kontrolü konusunda rekabetin artmasına neden olmaktadır. BMDHS, dünya okyanuslarının kullanımını ve kıyı şeridi olan ülkelerin hak ve sorumluluklarını yöneten bir anlaşmadır. Antlaşma, Arktik bölgeyi farklı alanlara bölerek Arktik'teki anlaşmazlıklara zemin hazırlamakta ve bölge ülkelerinin çelişkili iddialarına yol açmaktadır. Arktik'teki anlaşmazlıklar, Arktik ülkelerinin rekabet halindeki iddiaları, kaynakların kullanımı ve sömürüsünün potansiyel ekonomik faydaları ve bölgenin ulusal güvenlik ve savunma için stratejik önemi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır (Cohen, 2016). BMDHS, kıta sahanlıklarının kapsamı konusunda çelişkili iddialara yol açan bölge için yasal bir çerçeve oluşturarak anlaşmazlıklara zemin hazırlamaktadır (Hoagland ve Brigham, 2014). Arktik için birleşik bir yasal çerçevenin olmaması, Amerika Birleşik

Devletleri gibi bazı Arktik ülkelerinin BMDHS'i onaylamamasıyla anlaşmazlıkları daha da karmaşık hale getirmektedir (Schindler, 2016). Bu durum, bölgedeki kaynak arama ve kullanımı için net bir kılavuzun bulunmamasına yol açarak Arktik ülkeleri arasındaki anlaşmazlıkları tetiklemektedir.

Sonuç olarak, BMDHS, deniz sınırlarının çizilmesi ve kıyı devletinin deniz alanları ile kaynakları üzerinde yargı yetkisinin belirlenmesi için hukuki bir çerçeve sunar. Arktik Okyanusu'ndaki kıyı devletleri, bu kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve diğer devletlerle iş birliği yapmak sorumluluğunu taşırlar ve bu amaçla bir MEB oluşturabilirler, kıta sahanlığındaki doğal kaynaklar üzerindeki haklarını genişletebilirler. BMDHS kapsamında, kıyı devletlerinin düzenli raporlama ve veri paylaşımı da önemli sorumlulukları arasındadır.

1.2.6. Kutup Sularında Faaliyet Gösteren Gemiler İçin Uluslararası Kod

Kutup suları, soğuk sıcaklıklar ve yüksek enlemlerle karakterize edilen Kuzey ve Güney Kutuplarını çevreleyen alanlar olarak tanımlanır (NOAA, 2022). Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'ne (NOAA) göre, Kuzey Kutbu ve Antarktika bölgeleri kutup suları olarak kabul edilir (NOAA, 2022). Bu bölgeler, deniz buzu, buzullar ve bir dizi soğuğa uyarlanmış flora ve fauna dahil olmak üzere benzersiz ekosistemlere ev sahipliği yapmaktadır. Kutup suları, donma noktasının çok altına düşebilen sıcaklıklar, uzun süre karanlık veya güneş ışığı ve hızla değişen koşullara yol açabilecek bir dizi atmosferik ve okyanus süreci ile aşırı hava koşullarıyla bilinir (NOAA, 2022). Kutup sularının ekosistemleri özellikle sıcaklık değişimlerine ve diğer çevresel faktörlere karşı hassastır (National Science Foundation, 2018). Örneğin, Kuzey Kutbu'ndaki deniz buzu örtüsü, bölgenin deniz ekosistemleri üzerinde önemli etkileri olan artan sıcaklıklar nedeniyle son yıllarda önemli ölçüde azalmıştır (NOAA, 2022). Benzer şekilde, Antarktika'daki buzulların ve buz tabakalarının erimesi, okyanus dolaşım düzenlerindeki değişikliklerle ve deniz seviyesinin yükselmesiyle ilişkilendirilmiştir (National Science Foundation, 2018). Kutup sularının zorlu koşulları ve hassas ekosistemlerinin sunduğu zorluklara rağmen, bu bölgelere denizcilik, turizm ve kaynak çıkarma dahil olmak üzere ticari ve bilimsel faaliyetler kapsamında giderek daha fazla ilgi duyulmaktadır. Bu nedenle, kutup sularında güvenli ve sürdürülebilir operasyonları sağlamak için düzenleme ve yönetime duyulan ihtiyaç giderek daha önemli hale gelmektedir (United States Geological Survey, 2021).

Kutup Sularında Faaliyet Gösteren Gemiler için Uluslararası Kod (Kutup Kodu) Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından tanımlanmakta ve Arktik ve Antarktika sularında faaliyet gösteren gemiler için geçerlidir. Kutup Kodu, kutup sularında faaliyet gösteren gemilerin karşılaştığı operasyonel ve çevresel zorlukları ele almak için 2017 yılında kabul edilen zorunlu bir yönetmeliktir. Kutup bölgelerinin zorlu çalışma koşullarını ve çevresel hassasiyetlerini göz önünde bulunduran Kutup Kodu, bu bölgelerde faaliyet gösteren gemilerin yüksek güvenlik ve çevre standartlarına göre tasarlanmasının, inşa edilmesinin ve işletilmesinin sağlanmasını amaçlamaktadır. Polar Kod, Arktik ve Antarktik sularını kapsayan uluslararası bir düzenlemedir. Arktik sular, Arktik Okyanusu ve yakın denizleri ile Bering Denizi ve Hudson Körfezi'ni içermekte (Şekil 3); Antarktik sular ise Güney Okyanusu ve yakın denizleri ile Antarktika kıtasının etrafındaki suları kapsamaktadır.



Şekil 3. Polar Kod Kapsamında Arktik Suları, Arctic Portal. (URL-2)

Kutup Kodu'nun oluşturulması, Arktik ve Antarktika bölgeleri, denizcilik endüstrisi ve çevre grupları dahil olmak üzere çeşitli paydaşların uzmanlığına ve bakış açlarına

dayanan uzun ve iş birliğine dayalı bir girişimi ifade etmektedir. Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün Deniz Çevresini Koruma Komitesi ve Uluslararası Sınıflandırma Toplulukları Birliği, en uygun uygulamalar ve öneriler konusunda rehberlik sağlayarak Kutup kodunun geliştirilmesine katkıda bulunmuşlardır (IMO, 2014a; IACS, 2015). Kutup bölgelerinde artan ticari ilgi, denizcilik faaliyetlerinin güvenli ve çevreye duyarlı bir şekilde yürütülmesini sağlamak amacıyla düzenlemelerin uygulanmasını gerektirmiştir. Bu bağlamda, Kutup Kodu'nun kabul edilmesi, kutup bölgelerinde sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etme kararlılığını yansıtan bu ihtiyaca karşı bir yanıt niteliğindedir (AMSA, 2019). Kutup Kodu, endüstri paydaşları ve çevre gruplarından olumlu bir geri dönüt almıştır. Bu noktada, endüstri paydaşları, Kutup Kodu'nu uyumun sağlanması ve işletme risklerinin azaltılması için önemli bir araç olarak görmekteyken, çevre grupları, hassas olan kutup çevresinin korunmasına yönelik kritik bir adım olarak görmektedir (IISD, 2017). Kabul edilmesine rağmen, Kutup Kanunu'nun uygulanması ve sürdürülebilirliği bir zorluk olmaya devam etmektedir. Brooks ve Heinonen'in (2019) çalışmalarında belirttiği üzere, Kutup Kodu, uyumu sağlamak için sürekli eğitim, değerlendirme ve uygulama gerektiren karmaşık ve gelişen bir düzenlemeler bütünüdür. Brooks ve Heinonen ayrıca, kutup sularda faaliyet göstermenin zorluklarını ele almak için endüstri paydaşları, düzenleyiciler ve çevre grupları arasında devam eden diyalog ve iş birliği ihtiyacına dikkat çekmektedir (Brooks ve Heinonen, 2019).

Kutup Sularında Faaliyet Gösteren Gemiler için Uluslararası Kod, Arktik ve Antarktika bölgelerinde güvenli ve çevreye duyarlı taşımacılık gerekliliklerini belirleyen kapsamlı bir düzenlemedir. Kod, gemi tasarımı, ekipman, mürettebat eğitimi ve çevre koruma önlemleri dahil olmak üzere çok çeşitli alanları kapsar ve kutup sularında faaliyet gösteren gemilerin güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde çalışabilmelerini sağlamayı amaçlar. Ayrıca, Kutup Kodu, kutup bölgelerinde güvenli ve sürdürülebilir taşımacılık yolunda önemli bir adımı temsil etmektedir. Bir yandan uygulama ve yürütmede zorluklar devam ederken, öte yandan Kutup Kodu, dünyanın belkide en kırılgan ve hassas ortamlarından olan Arktik ve Antarktika'da faaliyet göstermenin zorluklarını ele almak için bir çerçeve sunmaktadır.

1.3. Arktik Deniz Rotaları ve Gemi Trafiği

Arktik bölgesi, iklim değışikliğı nedeniyle deniz buzunun erimesi sonucu son yıllarda önemli bir ilgi görerek taşımacılık için yeni deniz yollarının açılmasına neden olmuştur (Label ve ark., 2020). Bu rotalar şekil 4'te gösterilmiştir. Bu sebeple hem çevreyi hem de yerel toplulukları etkileme potansiyeli ile bölgedeki gemi trafiğinde önemli bir artış olmuştur. Arktik denizi buz örtüsü, son birkaç on yılda eşı benzeri görülmemiş bir oranda azalmış ve yaz aylarında ortalama deniz buzı miktarı 1981'den bu yana on yılda yaklaşık %13,4 azalmıştır (Label ve ark., 2020). Kuzey Deniz Rotası (NSR) ve Kuzeybatı Geçidi (NWP) geleneksel taşımacılık yollarının yanında daha cazip alternatifler haline gelmiştir.



Şekil 4. Arktik Deniz Rotaları. Arctic Portal. (2022)

Özellikle deniz buzundaki azalma sonucu bu rotaların kullanım süresinin uzaması ve bu rotaların seyahat sürelerini kısaltması ve yakıt maliyetlerini azaltması gibi sebepler sonucu son yıllarda, Arktik gemi trafiğinde önemli bir artış gözlenmiş bu durum Arktik'teki yeni deniz yollarını taşımacılık için daha popüler bir hale getirmiştir. (Label ve ark., 2020). Kuzey Deniz Rotası'ndan (NSR) 2010 yılında sadece 46 gemi geçerken, 2020 yılında bu sayı 1,890'a yükselmiştir (Arctic Council, 2021). Kuzeybatı Geçidi'ndeki (NWP) gemi trafiği de artış eğilimindedir. Kuzeybatı Geçidi'nden 2016 yılında sadece 5 gemi geçerken, 2020 yılında 36 gemi geçmiştir (Government of Canada, 2021). Bu gemi trafiğindeki artış, petrol sızıntısı potansiyeli, hassas ekosistemlerin bozulması ve altyapı yatırımlarına ihtiyaç gibi çevresel, ekonomik ve jeopolitik zorlukları da beraberinde getirmektedir. Arktik'teki artan gemi trafiği göz önünde bulundurulduğunda, bu durumun çevresel etkileri önemli bir boyutta görülmektedir (AMAP, 2017). Gemi trafiğindeki artış, petrol sızıntısı, çevre kirliliği ve gürültü kirliliği gibi etkenler bu ekosistemler üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Örneğin, Arktik Okyanusu'nda büyük bir petrol sızıntısı, deniz memelileri, balıklar ve deniz kuşları gibi yerel ekosistem için yıkıcı sonuçlar doğurabilir (AMAP, 2017). Ayrıca, artan gemi trafiği nedeniyle oluşan gürültü, deniz memelileri gibi balinaların iletişim ve navigasyon için kullandığı sese dayalı doğal davranışlarını bozabilir (Laidre ve ark., 2021). Çevresel etkilere ek olarak, Arktik gemi trafiğinin önemli ekonomik etkileri de vardır. Seyahat sürelerinde azalma ve yakıt maliyetlerinde düşüş, gemi taşımacılığı şirketlerinin daha verimli ve rekabetçi olmalarına sebep olur. Bu noktada, Arktik gemi trafiğinin ekonomik faydaları, bu faaliyeti desteklemek için gerekli olan altyapı yatırımlarının maliyetleri ile dengelemelidir. Örneğin, artan Arktik gemi trafiğini desteklemek için limanlar, navigasyon yardımları ve buz kıran gemilerinin tümü gereklidir ve bu altyapının inşası ve bakımının maliyeti son derece önemlidir (NRC, 2014). Arktik gemi trafiğinin jeopolitik etkileri ise çevresel ve ekonomik etkilerine göre daha karmaşıktır. Bu bağlamda egemenlik ve kaynaklara erişim üzerindeki anlaşmazlıklar, bölge için önemli bir konu olmaya devam etmektedir. Deniz buzunun erimesi, petrol, gaz ve mineraller gibi yeni keşif ve sömürü alanları yaratmıştır (AMAP, 2021). Bu durum, bu kaynakların kontrolü için artan bir rekabeti beraberinde getirmiştir. Ayrıca bu bölgede taşımacılık rotaları ve sınırları üzerinde tartışmalar da hala devam etmektedir. Bu nedenle, Arktik gemi trafiğindeki artış, bölge için karar alıcılar ve paydaşlar için siyasi ve jeopolitik zorluklar oluşturmakta ve daha fazla tartışmayı ve müzakereleri gerektirmektedir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğine bağlı olarak artan Arktik deniz rotalarının erişilebilirliği, küresel taşımacılık için yeni fırsatlar sunarak Arktik gemi trafiğinde bir artışa neden olmuştur. Bununla birlikte, Arktik sularda seyretmenin çevresel ve ekonomik zorlukları, gemi güvenliği ve hassas Arktik ekosistemi için birtakım riskler oluşturmaktadır. Bu nedenle, Arktik ülkeleri arasında etkili iş birliği, Arktik deniz rotalarının sürdürülebilir gelişimini ve olumsuz etkilerin en aza indirilmesini sağlamak için gereklidir.

Buzkıran gemiler, buzla kaplı sularda seyahat etmek için tasarlanmış özel gemilerdir (Drewniak ve ark., 2018).. Bu gemiler genellikle Arktik ve Antarktik gibi kutup bölgelerinde, kalın buzları kırmak ve diğer gemilerin takip edebilmesi için onlara yol açmak amacıyla kullanılırlar. Buzkıranlar güçlü motorlar, güçlendirilmiş gövdeler ve birtakım bazı özel özelliklerle donatılmış ve aşırı koşullarda çalışabilen gemilerdir. Jędrzejczak ve ark. (2019)'a göre, buzkıranlar Arktik'teki ticaret rotalarını korumak ve bölgedeki gemilerin güvenliğini sağlamak için hayati öneme sahiptir. Çalışmalarında yazarlar, buzkıranların bölgedeki bilimsel araştırmalar ve keşif faaliyetleri için de önemli olduğuna vurgu yapmışlardır. Benzer şekilde, Liu ve ark. (2021), araştırmacıların zorlu buz koşullarıyla sıklıkla karşılaştığı Arktik ve Antarktik'teki bilimsel araştırmalar için buzkıran gemilerin kritik olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, bu bölgelerdeki bilimsel keşifleri desteklemek için buzkıran gemilerin teknolojisine devam eden yatırımın gerekliliğini de vurgulamışlardır. Pratik uygulamalarının yanı sıra, buzkıran gemilerin kültürel önemi de vardır. Shava ve ark. (2019), buzkıran gemilerinin kuzey topluluklarının kültürel mirasında önemli bir rol oynadığını, balıkçılık ve avcılık gibi geleneksel faaliyetler için sık sık kullanıldığını belirtmişlerdir. Yazarlar, bu mirasın korunmasının, bu toplulukların sosyal ve kültürel dokusunun korunması için önemli olduğunu savunmaktadırlar. Ayrıca, Kinnunen ve ark. (2020), buzkıran gemilerin çevresel etkilerini vurgulamış ve bu gemilerin kutup bölgelerinde kullanımı arttıkça deniz ekosistemlerinde önemli bir bozulmaya neden olabileceklerine dikkat çekmişlerdir. Yazarlar, buzkıran gemilerin kullanımı devam ettikçe bu etkiyi en aza indirmek için yeni teknolojiler ve yönetim stratejilerinin gerekliliğine de dikkat çekmişlerdir.

Son yıllarda, birçok ülke Arktik ve Antarktika'daki çıkarlarını savunmak için buzkıran filolarını genişletmeye yönelik yatırım yapmaktadır. Bu ülkelerin buzkıran gemi sayıları tablo 5'te gösterilmiştir (Liu ve ark., 2020). Rusya, toplam 48 gemisiyle dünyanın en büyük buzkıran gemi filosuna sahip. Buna 13 nükleer enerjili buzkıran, 4 dizel elektrikli buzkıran ve 31 buzkıran ikmal gemisi dahildir (Pincus, 2021). Rusya'nın buzkıran filosu, bilimsel

araştırmaları desteklemek, Kuzey Denizi Rotası üzerinden nakliyyeyi kolaylaştırmak ve Arktik'teki askeri üsleri korumak da dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Nükleer enerjili buzkıranlar, yakıt ikmali yapmadan uzun süre çalışabildikleri için Rusya'nın Arktik'teki askeri varlığı için özellikle önemlidir (Huntington, 2020).

Tablo 5. Dünyadaki Ülkelerin Buzkıran Gemi Filosu. U.S. Coast Guard, (2017)

	Dünya Buzkıran Filosu		
	Mevcut Buzkıran Sayısı	Yapım Aşamasında	Planlanan
Rusya	46	11	4
Kanada	7	2	5
Finlandiya	10	0	0
İsveç	7	0	3
ABD	5	0	3
Danimarka	4	0	0
Norveç	1	1	0
Çin	3	1	0

Kanada, toplam 16 gemisiyle dünyanın en büyük ikinci buzkıran filosuna sahiptir. Buna 6 ağır buzkıran 5 orta boy buzkıran ve 5 çok amaçlı buzkıran gemi dahildir (Liu ve ark., 2020). Kanada'nın buzkıran gemileri öncelikle Arktik üzerinden nakliyyeyi desteklemek ve Kanada'nın kuzey bölgeleri üzerindeki egemenliğini korumak için kullanılmaktadır. Çok amaçlı gemiler, oşinografik verileri toplamak ve su altı araştırmaları yapmak için kullanılabildikleri için bilimsel araştırmalar için özellikle önemlidir (Kingsley, 2019). Amerika Birleşik Devletleri'nde şu anda her ikisi de ağır buzkıran gemi olan USCGC Healy ve USCGC Polar Star olmak üzere yalnızca iki operasyonel buzkıran gemi (operasyonel olmayan buzkıran gemilerle birlikte toplamda 6 adet buzkıran gemiye sahiptir) bulunmaktadır (Ebeling, 2021). Amerika Birleşik Devletleri, Arktik'teki varlığını sürdürmek için yeni buzkıran gemilere yatırım yapmakta ve önümüzdeki yıllarda en az üç yeni gemi edinmeyi planlamaktadır (US Coast Guard, 2020). Buz kırma kapasitesinin olmaması, bilimsel araştırmaları destekleme ve Arktik'teki acil durumlara müdahale etme yeteneğini sınırladığı için bu durum Amerika Birleşik Devletleri için bir endişe kaynağı oluşturmaktadır (Stephenson ve ark., 2018). Kuzey ülkelerinden Finlandiya, İsveç ve Norveç'in tümü, toplam 25 buzkıran gemi kapasitesine sahiptir (Bader ve Joona, 2021). Bu ülkeler Baltık Denizi ve Arktik'teki denizyolu taşımacılığını desteklemek için buzkıran filosunu kullanmaktadır. Özellikle Finlandiya buz kırma teknolojisi ile bilinmekte ve buzkıran gemileri diğer ülkelere

ihraç etmektedir (Rauta, 2020). Ayrıca Çin, Kuzey Kutbu'ndaki varlığını sürdürmek için yeni buzkıran gemilere yatırım yapmaktadır. Günümüzde Çin, öncelikle bilimsel araştırmalar için kullanılan bir buzkıran gemisi olan Xuelong'u işletmektedir (Liu ve ark., 2020).

Sonuç olarak, Rusya, Kanada, Finlandiya, İsveç, Norveç ve Çin dahil olmak üzere birçok ülkede buzkıran gemi kapasiteleri bulunmaktadır. Bu ülkeler, deniz taşımacılığını, bilimsel araştırmaları ve askeri operasyonları desteklemek de dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için buzkıran gemilerini kullanmaktadır. Buzkıranlar kutup bölgelerine erişimi sürdürmek ve bu bölgeler üzerinde egemenlik iddia etmek için oldukça önemlidir. Bu sebeple, son yıllarda birçok ülke buzkıran filolarını genişletmek üzere yatırım yapmaktadır.

NSR, Arktik Bölgesi'nde Atlantik ve Pasifik Okyanuslarını Rusya'nın Kuzey Kutup kıyıları üzerinden birbirine bağlayan bir taşımacılık rotasıdır (şekil 5). Bu rota, Barents Denizi'nden, Rusya'nın kuzey kıyıları boyunca uzanır ve Bering Boğazı'nda sona erer. NSR, Arktik Bölgesi'nin yerli halkları tarafından ulaşım ve ticaret için yüzyıllardır kullanılmaktadır. Ancak, rotanın ticari taşımacılık için kullanılmaya başlanması 20. yüzyılın başlarına dayanmaktadır. Geniş Kuzey Kutup bölgelerine sahip olan Sovyetler Birliği, kuzey bölgelerinde taşımacılığı kolaylaştırmak için rotayı 1930'larda geliştirmeye başlamıştır. Bununla birlikte, zorlu iklim, altyapı eksikliği ve buzkıranların NSR'da gezinme gereksinimi gibi çeşitli faktörler nedeniyle rota o zamanlar ticaret için uygun görülmemiştir (Frei, 2018). NSR, rotayı ticari taşımacılık için daha erişilebilir hale getiren Arktik deniz buzunun erimesi nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmüştür (Lasserre ve Pelletier, 2015). NSR'nin mevcut durumu, Arktik denizi buzunun erimesi nedeniyle son yıllarda önemli ölçüde değişmiştir. Kuzey Kutbu İzleme ve Değerlendirme Programı'na (AMAP) göre, Arktik deniz buzunu 1980'lerden bu yana %40 azalmıştır (AMAP, 2017). Bu, özellikle buz örtüsünün en düşük olduğu yaz aylarında rotayı daha erişilebilir hale getirmektedir. Ayrıca, Dünya Ekonomik Forumu tarafından hazırlanan bir rapora göre, NSR'nin açılması, Avrupa ile Asya arasındaki nakliye sürelerini geleneksel rotalara kıyasla önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir (World Economic Forum, 2019). Süveyş Kanalı ve Panama Kanalı üzerinden geleneksel nakliye yollarına potansiyel bir alternatif olması sebebiyle artan bir ilgi olduğu bilinmektedir (Lasserre ve Pelletier, 2015).



Şekil 5. Kuzey Deniz Rotası (NSR). Arctic Portal (2021)

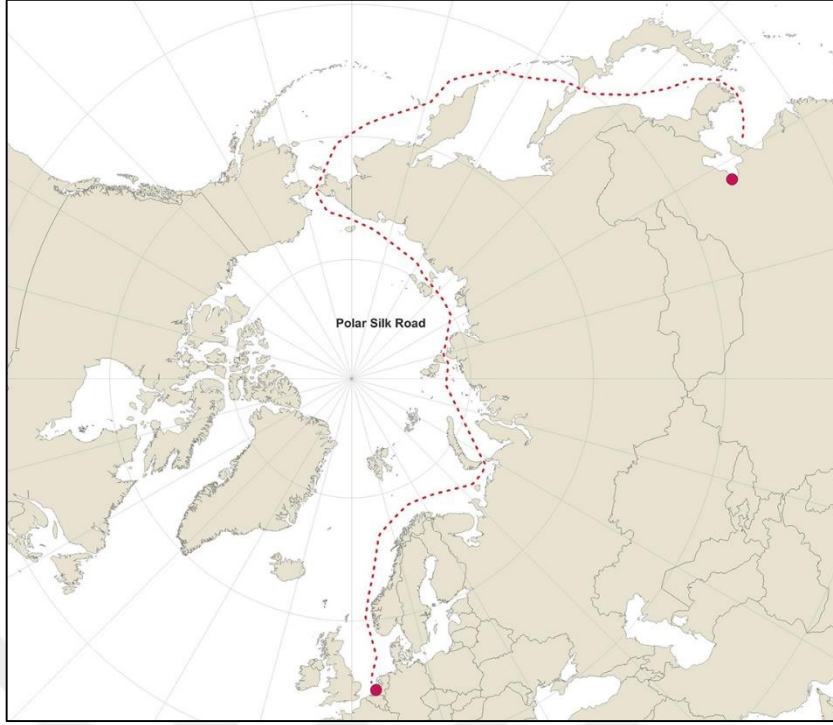
NSR, taşımacılık ve ticaret için fırsatlar sunarken, aynı zamanda çeşitli zorlukları da beraberinde sunmaktadır. En büyük zorluklardan biri sert iklim koşulları ve deniz buzundan kaynaklanan kaza riskidir (Stephan ve ark., 2020). Arktik Bölgesi'ndeki altyapı ve acil müdahale kapasitesinin eksikliği, taşımacılık şirketleri için de birtakım zorluklar meydana getirmektedir (Walters ve ark., 2021). Ayrıca, potansiyel petrol sızıntıları ve artan sera gazı emisyonları dahil olmak üzere Arktik'teki artan denizyolu taşımacılığının çevresel etkisine ilişkin endişeler de bulunmaktadır (Hersoug ve ark., 2021).

Rusya'nın Kuzey Denizi Rotası (NSR), Arktik Bölgesi'nde, Kara Deniz'den Rusya'nın kuzey kıyısı çevresine uzanan ve Bering Boğazı'nda sona eren bir taşımacılık rotasıdır. NSR, Arktik Okyanusu'nun çoğunu kapsayan ve dünyanın en büyük hidrokarbon rezervlerinden bazılarını ev sahipliği yapan Rusya'nın Münhasır Ekonomik Bölgesinde yer almaktadır (Klioutchnikov, 2021). Buna ek olarak, Rus hükümeti, yeni limanlar inşa etmek, buzkıranlar inşa etmek ve navigasyon yardımlarını artırmak da dahil olmak üzere rotayı genişletme ve altyapısını iyileştirme planlarıyla NSR'nın geliştirilmesine büyük yatırımlar yapmaktadır (Mikheev, 2020). Bu noktada, Rus hükümetinin amacının, NSR boyunca taşınan yük hacmini 2024 yılına kadar 80 milyon tona çıkarmak olduğu bilinmektedir (RT, 2020).

Sonuç olarak, Kuzey Denizi Rotası (NSR), deniz ticaretinin yanı sıra çevresel ve jeopolitik kaygılar için de birtakım fırsatlar ve zorluklar sunmaktadır. Doğal kaynaklara ve

küresel ticarete olan talep artmaya devam ettikçe, NSR'nın küresel nakliye ve taşımacılıkta giderek daha önemli bir rol oynaması muhtemeldir. Bununla birlikte, rotanın uzun vadede kullanımını sağlamak için NSR'nın gelişiminin çevre koruma, güvenlik ve sürdürülebilir yönetim ile dengelenmesi önemlidir.

Kutup ipek Yolu, Çin hükümeti tarafından Kuzey Kutup bölgesi üzerinden yeni ticaret yolları ve ekonomik fırsatları geliştirmek için öne sürülen stratejik bir vizyondur. Çin'den Arktik Okyanusu'nun Kuzeydoğu Geçidi boyunca uzanır ve Avrupa'da sona erer. Ayrıca, Asya ile Avrupa'yı birbirine bağlayan yeni bir taşımacılık yolu oluşturur ve Kuzey Deniz Rotası'nı da kapsamaktadır (Şekil 6) (Ferchen, 2018). İlk olarak Çin Devlet Başkanı Xi Jinping tarafından 2017 yılında Finlandiya'ya yaptığı ziyareti sırasında tanıtılmış ve burada Çin'in Kemer ve Yol Girişimini (BRI) Arktik Bölgesi'nin gelişimiyle bütünleştirme niyetini dile getirmiştir (Zhang ve ark., 2021). Kutup ipek Yolu birkaç nedenden dolayı önemlidir. Birincisi, Kuzey Denizi Rotası'nın (NSR) giderek daha erişilebilir hale gelerek, Süveyş Kanalı ve Panama Kanalına potansiyel bir alternatif haline gelmesidir (Li ve ark., 2021). İkincisi, Çin Halk Cumhuriyeti'nin Arktik Bölgesi'nin Çin için önemli ekonomik fırsatlar sağlayabilecek petrol, gaz ve mineraller dahil doğal kaynaklar açısından zengin olduğuna inanmasıdır (Tynkkynen ve Lanteigne, 2020). Çin, Arktik Bölgesi'ndeki altyapı ve kaynaklara yapılan yatırımlar da dahil olmak üzere Kutup ipek Yolu stratejisini aktif olarak takip etmektedir. Bu bağlamda, Çin'in devlete ait nakliye şirketi COSCO, NSR'ı denizyolu taşımacılığı için kullanmayı planlayan Arktik'teki en aktif oyuncularından biri olmuştur (Zhang ve ark., 2021). Çin ayrıca İzlanda ve Norveç'te araştırma istasyonları kurmuş, İzlanda ile serbest ticaret anlaşması imzalamış ve Rusya'da Arktik petrol ve gaz projelerinin geliştirilmesine katılmıştır (Tynkkynen ve Lanteigne, 2020). Bununla birlikte, Kutup İpek Yolu stratejisi, bazı ülkeler arasında, özellikle Batı'da, Çin'in Kuzey Kutbu'ndaki artan etkisi ve jeopolitik gerilim potansiyeli konusunda endişeleri arttırmaktadır. Bazıları ülkeler ayrıca Arktik'te artan denizyolu taşımacılığı ticareti ve kaynak çıkarımının çevresel etkisi konusunda endişelerini dile getirmiştir (Ding ve ark., 2021).



Şekil 6. Kutup İpek Yolu. Arctic Centre, University of Lapland

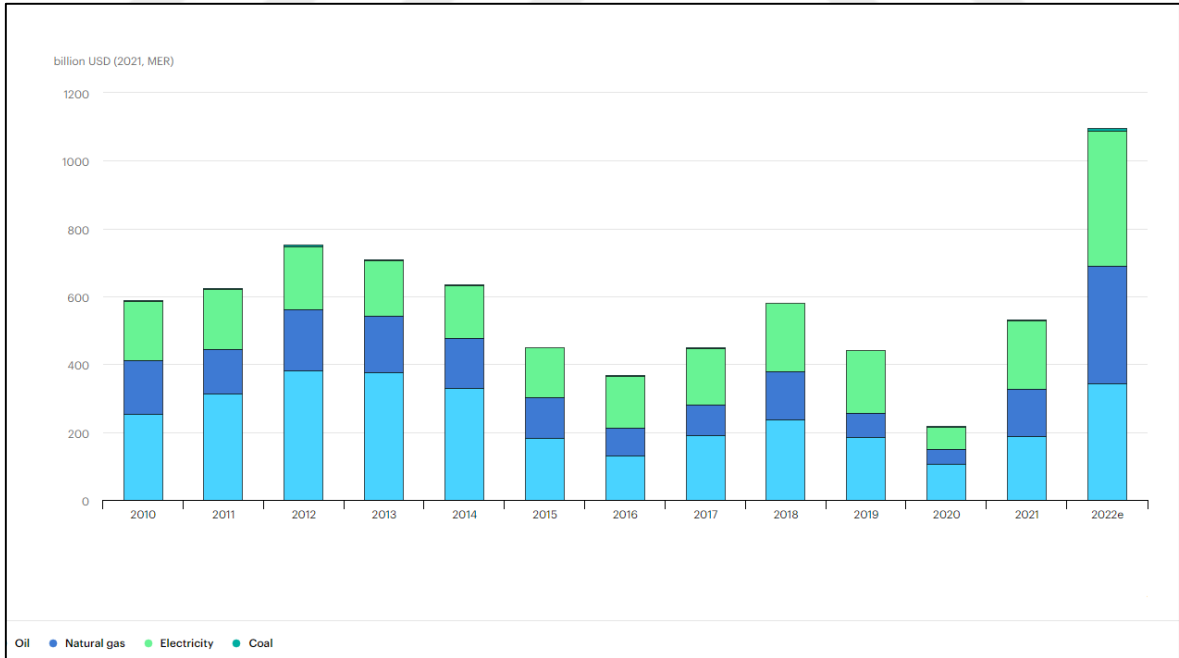
Özetle, Kutup İpek Yolu, Çin'in Arktik bölgesi üzerinden yeni ticaret yolları ve ekonomik fırsatlar geliştirmek için ortaya koyduğu stratejik bir vizyondur. Bu strateji Çin için önemli fırsatlar sunarken, jeopolitik gerilimler ve çevresel etkiler potansiyeli konusunda da endişelere yol açmaktadır. Bu nedenle, potansiyel çevresel etkiler ve jeopolitik gerilimlerle ilişkili olan Kutup İpek Yolu ile ilgili olarak, Arktik Bölge'deki bu ve buna benzer gelişmelerin çevresel koruma, güvenlik ve uygun yönetimle dengelenmesinin, bölgenin sürdürülebilir kullanımını sağlamak açısından önemli olduğu açıktır.

1.4. LNG Piyasası, Arktik LNG Kaynakları ve Taşıma Altyapısı

1.4.1. Dünya Enerji Piyasası ve Güvenliği

Enerji, ulaşım, sanayi, ısınma ve soğutma da dahil olmak üzere hayatımızın her yönü için önemli bir unsurdur. Dünya nüfusu artmaya devam ettikçe, sürdürülebilir ve güvenilir bir enerji arzına duyulan ihtiyaç, artan enerji talebi ile doğru orantılı olarak artacaktır. Günümüzde, ülkeler sera gazı emisyonlarını azaltmak ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş konusunda önemli adımlar atarken küresel

enerji piyasası da bununla beraber önemli bir değişiklik içerisine girmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, yenilenebilir enerji kaynakları 2019'daki küresel elektrik kapasitesi ilavelerinin neredeyse %72'sini oluşturmaktadır (IEA, 2020). Ancak, bu büyümeye rağmen, fosil yakıtlar küresel olarak birincil enerji kaynağı olması sebebiyle hala dünya enerji arzının çoğunu oluşturmakta ve petrol, kömür ve doğal gaz birlikte toplam enerji tüketiminin %80'inden fazlasını temsil etmektedir (Şekil 7) (BP, 2021). Bununla birlikte, güneş, rüzgâr ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları hızla büyümekte ve önümüzdeki yıllarda küresel enerji arzında giderek daha önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'na (IREA) göre, yenilenebilir enerji kaynakları 2050 yılına kadar dünya elektrik üretiminin %56'sını oluşturmaları beklenmektedir (IREA, 2020). Bu noktada, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş birtakım zorlukları ve fırsatları beraberinde getirmektedir. Bu noktada en önemli zorluklardan birisi geleneksel fosil yakıt bazlı sistemler maliyetinin yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetlerinden daha düşük olmasıdır. Bu durum yenilenebilir enerji teknolojilerine geçişte her ülke için eşit imkânlar sağlanamamasına sebep olmaktadır. Ancak, teknoloji gelişmeye devam ettikçe ve ölçek ekonomileri sağlandıkça, yenilenebilir enerjinin maliyetinin düşmesi beklenmektedir.



Şekil 7. Fosil Yakıt Tüketimi Sübvansiyonları, 2010-2022. International Energy Agency (IEA)

Sonuç olarak, ülkelerin iklim değişikliği hususunda farkındalığının giderek artmasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş hızlanırken dünya çapındaki enerji arzı ve enerji piyasası da önemli değişimler geçirmektedir (Wolak, 2021). Öte yandan, fosil yakıtlar hala dünyadaki enerji tüketiminin çoğunu oluşturmakta, ancak yenilenebilir enerji kaynakları da hızla büyümekte ve önümüzdeki yıllarda küresel enerji arzında giderek daha önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Bu noktada, yenilenebilir enerjiye geçiş hem zorluklar hem de fırsatlar sunmaktadır. Ancak yeniliklerin dinamik olması ve yatırımlarla dünya daha sürdürülebilir ve güvenilir bir enerji arzına doğru ilerleyebilir.

Öte yandan, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG), enerji sektöründe geleneksel fosil yakıtlara alternatif olarak giderek daha fazla tercih edilen 'temiz' bir yakıttır. LNG, esas olarak Avustralya, Katar ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde bulunan doğal gaz rezervlerinden elde edilmektedir. Avustralya, dünyanın en büyük LNG ihracatçısıyken Katar ve ABD sırasıyla ikinci ve üçüncü sırada gelmektedir (IGU, 2021). Küresel yakıt talebi artmaya devam ettikçe Rusya ve Kanada gibi diğer ülkeler de LNG ihracatını buna doğru orantılı olarak arttırarak küresel pazarda yer almayı istemektedir. Küresel LNG pazarına bakıldığında, Asya ve Avrupa gibi bölgelerdeki talebin artmasıyla birlikte LNG pazarı önemli bir büyüme yaşamaktadır. Uluslararası Gaz Birliği'ne (IGU) göre, küresel LNG ticareti 2019'da %12,5 artarak 354,7 milyon ton rekor seviyeye ulaşmıştır (IGU, 2020). COVID-19 salgınına rağmen, LNG pazarı 2020'de mevcut durumunu korumuş ve küresel LNG ticareti %4,3 artarak 360 milyon tona ulaşmıştır (IGU, 2021). Ancak, LNG altyapısının maliyeti, gazı sıvılaştırmak ve taşımak için duyulan özel ekipman ihtiyacı nedeniyle yüksektir. Bununla birlikte, endüstri gelişmeye devam ettikçe, LNG altyapısının maliyetinin düşmesi beklenmektedir. Sıvılaştırma işlemi önemli enerji gerektirdiğinden ve sera gazlarının salınmasına neden olabileceğinden, LNG'nin bu noktada çevresel etkisi de bulunmaktadır. Buna rağmen, LNG hala kömür ve petrolden daha temiz bir yakıt olarak kabul edilmekte ve enerji sektöründeki emisyonların azaltılmasına yardımcı olması açısından iyi bir alternatiftir.

Bunlara ek olarak, küresel enerji piyasası hem ekonomik hem de jeopolitik güvenlik açısından küresel güvenlik için gereklidir. Güvenli ve uygun fiyatlı enerjiye erişim, ekonomik büyüme ve gelişme için büyük önem taşır. Enerji arzındaki aksaklıkların, özellikle enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı ülkelerde önemli ekonomik ve sosyal sonuçları doğurabilir. Örneğin, 1973 petrol krizi, birçok ülkede petrol fiyatlarında keskin bir artışa ve kıtlığa yol açmış ve bu da küresel ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etki oluşturmuştur.

Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, küresel petrol talebinin 2025 yılına kadar günde 5,7 milyon varil artması beklenmektedir (IEA, 2021), bu da potansiyel arzda aksaklıklara yol açabilir. Öte yandan, enerjiyle ilgili çatışmaların önemli jeopolitik etkileri de vardır. Enerji ihracatına büyük ölçüde bağımlı olan ülkeler, kaynaklarını diplomatik veya askeri çatışmalarda bir 'güç unsuru' olarak kullanabilir, bu da gerilimlere ve hatta zaman zaman askeri çatışmalara bile yol açabilir. Örneğin, Suriye'de devam etmekte olan çatışma, kısmen bölgedeki enerji kaynakları üzerindeki kontrol isteği tarafından tetiklenmektedir. Stockholm Uluslararası Barış Araştırma Enstitüsü'ne (SIPRI) göre, 2020'de 39 çatışma yaşanmış ve bunların 23'ü enerji dahil doğal kaynaklarla ilgili olduğu sonucuna varılmıştır (SIPRI, 2021). Bunlara ek olarak, enerji piyasası, bir ekonomik kalkınma ve istikrar kaynağı sağlayarak küresel güvenliğe katkıda da bulunabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinin, ithal enerjiye bağımlılığın azaltılması, enerji güvenliğini ve istikrarın artırılması ve iklim değişikliğinin etkisinin azaltılmasına yardımcı olması beklenmektedir. Birleşmiş Milletler'e (BM) göre yenilenebilir enerji, yoksulluğu azaltarak, istihdam yaratarak ve sosyal ve ekonomik kalkınmayı teşvik ederek sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunabilir (BM, 2021). Ayrıca ülkeler enerji altyapısı ve teknolojisini geliştirmek ve yatırım yapmak için birlikte çalıştıklarından ötürü enerji piyasası da bir iş birliği ve diplomasi kaynağı olabilir.

Sonuç olarak, küresel enerji piyasası hem ekonomik hem de jeopolitik güvenlik açısından küresel güvenlik için önemlidir. Enerji arzındaki aksaklıklar ve enerjiyle ilgili çatışmaların önemli ekonomik ve sosyal sonuçları olabilmektedir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunurken enerji güvenliğini ve istikrarını teşvik edebilir. Enerji piyasasındaki ülkeler arasındaki iş birliği ve diplomasi, küresel güvenlik ve istikrarı teşvik edebilir.

1.4.2. Küresel LNG Üretimi ve Taşımacılığı

Doğal gaz, enerji üretimi, nakliye ve ısıtma dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde kullanılan önemli bir enerji kaynağıdır (Alam ve ark., 2021). Kentleşme, sanayileşme ve çevresel kaygılar gibi faktörlerin etkisiyle son yıllarda doğal gaz talebi giderek artmaktadır (Wolak, 2021). Sonuç olarak, küresel doğal gaz üretimi ve tüketimi istikrarlı bir şekilde artmış ve LNG, küresel enerji sektöründe önemli bir bileşen olarak ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, küresel doğal gaz talebinin de artmasıyla birçok ülke geleneksel yakıtlara daha

temiz bir alternatif olan LNG'e yönelmektedir. Dünyadaki LNG üretimi ve taşımacılığının mevcut durumunu teknoloji, altyapı ve ekonomiye bağlı olarak değişebilmektedir. LNG endüstrisindeki zorlukları ve fırsatları ve artan enerji talebini karşılamada oynadığı rolü ile birlikte değerlendirildiğinde zengin bir çerçeve sunmaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, küresel LNG ticareti 2020'de 450 milyar metreküp ile rekor seviyeye ulaşmıştı (IEA, 2021). Bu büyüme, artan doğal gaz talebi, teknolojik gelişmeler ve LNG altyapısının geliştirilmesi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Alam ve ark., 2021). LNG endüstrisinin büyümesini yönlendiren faktörlerden biri, kömür ve petrol gibi geleneksel yakıtlara olan ilginin azalması ve daha temiz bir alternatif olan doğal gaza olan talebin artmasıdır (IEA, 2021). Doğal gaz, diğer fosil yakıtlara göre daha az sera gazı emisyonu üreten daha temiz yakıttır (Wolak, 2021). Bu, iklim değişikliğinin getirdiği yıkımla mücadele ederek hedeflerine ulaşmak isteyen ülkeler için cazip bir seçenek haline getirmiştir (Alam ve ark., 2021). Sonuç olarak, birçok ülke daha temiz ve daha esnek bir enerji kaynağı olarak LNG'ye yönelmektedir. LNG endüstrisinin büyümesini yönlendiren bir diğer faktör de LNG üretimi ve nakliyesi için yeni teknolojilerin geliştirilmesidir (BP, 2021). Teknolojideki gelişmeler, zorlu kaynaklardan doğal gaz çıkarmayı mümkün kılarak küresel doğal gaz arzındaki artışı tetiklemektedir (Wolak, 2021). Aynı zamanda sıvılaştırma teknolojisindeki gelişmeler, doğal gazın uzun mesafelerde taşınmasını sağlayarak LNG için yeni pazarlar açmıştır (IEA, 2021). Altyapının geliştirilmesi de LNG endüstrisinin büyümesindeki bir diğer faktördür (Alam ve ark., 2021). LNG terminalleri ve boru hatlarının inşası ciddi bir yatırım ve planlama gerektirmektedir. Ancak bu durum aynı zamanda yeni pazarlara erişim sağlayabilir ve küresel LNG ticaretinin yayılma hızını artırabilir (BP, 2021). Birçok ülke, enerji ihtiyaçlarını çeşitlendirmek ve geleneksel yakıtlara bağımlılıklarını azaltmak için LNG altyapısına yatırım yapmaktadır (IEA, 2021).

Dünyada gerçekleşen LNG ihracatı iki farklı yol ile sağlanmaktadır. Bunlardan biri boru hattı ile diğeri ise gemi vasıtasıyla gerçekleşmektedir. 2011-2021 yılları arasında gerçekleşen toplam LNG ihracatı incelendiğinde Rusya'nın ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Rusya'yı sırasıyla Orta Doğu, Afrika ve Diğer Kuzey Amerika Ülkeleri izlemektedir. Gemi Vasıtasıyla sağlanan LNG ihracatında son dört yıllık periyotta (2018-2021) Ortadoğu ilk sırada yer alırken Afrika Ülkeleri ABD ve Rusya sırasıyla Orta Doğuyu takip etmektedir. Boru hattı vasıtasıyla sağlanan LNG ihracatında son dört yıllık periyotta (2018-2021) incelendiğinde ise Rusya'nın ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Kuzey

Amerika, Diğer CIS ülkeleri ile ABD ise Rusya'yı takip etmektedir (Bp Statistical Review of World Energy, 2022). Son yıllarda Rusya'nın gemi vasıtasıyla gerçekleşen LNG ihracatında düzenli bir artış, boru hattı ile gerçekleşen LNG ihracatında ise dalgalanmalar görülmektedir. Boru hattı ve gemi vasıtasıyla gerçekleşen dünya LNG ihracatının 11 yıllık verileri milyar metreküp bazında ayrıntılı olarak verilmiştir (Tablo 6.).

Tablo 6. Dünya LNG İhracatı (Bp Statistical Review of World Energy, 2022)

Milyar metreküp	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ABD											
Gemi vasıtasıyla	1.8	0.8	0.2	0.4	0.7	4.0	17.1	28.6	47.4	61.3	95.0
Boru hattı vasıtasıyla	39.1	45.3	42.5	40.4	47.2	58.7	65.7	67.8	77.4	78.9	84.3
Toplam	40.9	46.1	42.7	40.8	47.9	62.7	82.8	96.4	124.8	140.2	179.3
Rusya											
Gemi vasıtasıyla	14.3	14.3	14.5	13.6	14.6	14.6	15.4	24.9	39.1	41.8	39.6
Boru hattı vasıtasıyla	210.6	201.5	210.7	189.6	194.2	202.0	219.7	222.4	220.7	197.1	201.7
Toplam	224.9	215.8	225.2	203.2	208.8	216.6	235.1	247.3	259.8	238.9	241.3
Diğer Kuzey Amerika											
Gemi vasıtasıyla	0.1	–	–	–	–	–	–	0.1	–	–	–
Boru hattı vasıtasıyla	85.0	80.8	75.9	71.8	71.6	79.5	80.5	76.6	73.3	68.2	75.9
Toplam	85.1	80.9	75.10	71.8	71.6	79.6	80.6	76.7	73.4	68.3	75.10
Brezilya											
Gemi vasıtasıyla	–	0.5	0.1	0.2	–	0.6	0.2	0.1	–	–	0.1
Boru hattı vasıtasıyla	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Toplam	–	0.5	0.1	0.2	–	0.6	0.2	0.1	–	–	0.1
Diğer ABD Ülkeleri											
Gemi vasıtasıyla	23.4	23.4	24.1	23.3	21.4	19.9	19.1	21.4	22.5	19.8	13.16
Boru hattı vasıtasıyla	9.3	9.5	11.0	11.4	11.2	9.8	8.4	7.6	6.4	6.2	7.1
Toplam	32.7	32.9	35.1	34.7	32.6	29.7	27.5	29	28.9	26.1	20.26

1.4.3. Küresel LNG Tanker Trafiği

LNG'nin tankerlerle taşınması, küresel doğal gaz ticaretinin önemli bir bileşenidir. LNG tankerlerinin kullanımı, doğal gaz üreticilerinin yeni pazarlara erişmesini sağlarken, tüketicilere daha esnek ve güvenilir bir enerji kaynağı sağlamaktadır. LNG tanker trafiği ise dünyanın birçok bölgesinde doğal gaz talebinin artmasıyla küresel enerji ticaretinin ayrılmaz

bir parçası haline gelmiştir. Doğalgaza olan talebin artması, LNG üretim tesislerinin büyümesi ve LNG altyapısının geliştirilmesi gibi faktörlerin etkisiyle son yıllarda LNG tanker trafiği de önemli ölçüde artmıştır. 2022 Yılı LNG Tanker Trafiği yoğunluğu şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. 2022 Yılı LNG Tanker Trafiği yoğunluğu. Marinetraffic

Küresel LNG tanker trafiği, Asya-Pasifik, Avrupa, Kuzey Amerika ve Orta Doğu dahil olmak üzere farklı bölgelere ayrılmıştır. Asya-Pasifik bölgesinde Japonya en büyük LNG ithalatçısıdır ve Japonya'yı Çin, Güney Kore ve Tayvan takip etmektedir (CNOOC, 2021). Asya-Pasifik bölgesindeki LNG'ye olan talep, nüfus artışı, kentleşme ve daha temiz enerji kaynaklarına doğru kayma gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Nguyen ve Oanh, 2021). Avrupa'da LNG'ye olan talep, enerji ihtiyacını çeşitlendirme, Rus gazına bağımlılığı azaltma ve iklim hedeflerine ulaşma ihtiyacı gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (European Commission, 2021). Ancak, Rusya, dünyanın en büyük doğal gaz rezervlerinden bazılarını ev sahipliği yapmaktadır ve ülke son yıllarda büyük bir LNG ihracatçısı haline gelmiştir. Öte yandan Avrupa, bölgenin enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü oluşturan doğal gaz ile Rusya'nın kilit ihracat pazarlarından biridir. Avrupa bölgesi, son yıllarda LNG ithalatında önemli bir büyüme yaşamış ve İspanya, Fransa ve İtalya gibi ülkeler LNG'nin başlıca ithalatçıları haline gelmiştir (International Gas Union, 2021). Yeni LNG terminallerinin inşası da dâhil olmak üzere bölgede LNG altyapısının geliştirilmesi, LNG tanker trafiğinin büyümesine de katkıda bulunmuştur. Bu noktada, iklim değişikliği sebebiyle Arktik buzunun erimesi, Rusya'nın Kuzey Denizi Rotası üzerinden Avrupa'ya LNG ihraç etmesi için yeni fırsatlar sunarak Süveyş Kanalı üzerinden geleneksel nakliye yollarından daha kısa

bir rota sağlamaktadır. Arktik üzerinden Rusya'dan Avrupa'ya LNG ihracatı, küresel LNG ticaretine yeni bir ivme kazandırma potansiyeline sahiptir. Rusya Enerji Bakanlığı'na göre, ülke 2035 yılına kadar Kuzey Deniz Rotası üzerinden yılda 80 milyon tona kadar LNG ihraç etme potansiyeline sahip (Russian Energy Ministry, 2020). Bu, önümüzdeki yıllarda Rusya'yı dünyanın en büyük LNG ihracatçılarından biri yapacaktır.

Kuzey Amerika, LNG tanker trafiği için bir diğer önemli bölgedir ve Amerika Birleşik Devletleri son yıllarda büyük bir LNG ihracatçısı olarak ortaya çıkmaktadır (U.S. Energy Information Administration, 2021). Kuzey Amerika'daki LNG'ye olan talep, doğal gaz endüstrisinin büyümesi ve enerji kaynaklarını çeşitlendirme ihtiyacı gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Center for Liquefied Natural Gas, 2021). Bölgeye ayrıca yeni sıvılaştırma ve ihracat tesislerinin inşası da dâhil olmak üzere LNG altyapısına önemli yatırımlar yapılmaktadır. Son olarak, Orta Doğu büyük bir LNG üreticisidir ve Katar dünyanın en büyük LNG ihracatçısıdır (Qatargas, 2021). Bölge, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'daki pazarlara doğal gaz sağlayan dünyanın en büyük LNG üretim tesislerinden bazılarını ev sahipliği yapmaktadır (International Gas Union, 2021). Orta Doğu'daki LNG üretiminin büyümesi, bölgedeki tanker trafiğinin artmasına neden olmuş ve birçok LNG tankeri doğal gazı dünya çapındaki pazarlara taşımaktadır.

1.4.4. Arktik Enerji Kaynakları ve Güvenlik

Arktik Bölgesi'nin petrol, doğal gaz ve yenilenebilir enerji kaynakları dahil olmak üzere önemli enerji kaynakları içerdiği bilinmektedir. Arktik Bölgenin dünyanın keşfedilmemiş petrol kaynaklarının yaklaşık % 13'ünü içerdiği tahmin edilmektedir (Gautier ve ark., 2009). En büyük rezervlerin Rusya'nın Arktik Bölgesinde, ardından Alaska'nın Kuzey Yamacında ve Kanada'nın açık deniz bölgelerinde bulunduğu düşünülmektedir. Arktik petrolünün çıkarılması, Rusya, ABD ve Norveç dahil olmak üzere birçok ülkenin odak noktası haline gelmiş ve birkaç büyük petrol projesi devam etmektedir (Kelly ve Pincus, 2013). Ayrıca, Arktik'te önemli doğal gaz kaynaklarının da olduğuna inanılmakta ve US Geological Survey, bölgenin dünyanın keşfedilmemiş doğal gaz rezervlerinin yaklaşık %30'unu içerdiğini tahmin etmektedir (Gautier ve ark., 2009). Bu rezervlerin çoğunluğu Rusya'da, ardından Norveç ve Kanada'da bulunmaktadır. Rusya'daki Yamal LNG projesi ve önerilen Arctic LNG 2 projesi (International Energy Agency, 2019) dahil olmak üzere Arktik'teki doğal gaz altyapısının geliştirilmesine önemli yatırımlar yapılmıştır. Bunlara ek

olarak, Arctic, özellikle rüzgâr ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji gelişimi içinde önemli bir potansiyele sahiptir (Arctic Council, 2017). Bölgede halihazırda rüzgâr enerjisi projeleri geliştirilmekte olup, en büyüğü şu anda Norveç'teki 200 MW'lık Midtjelllet rüzgâr santralidir. Ayrıca, Arktik'te hidroelektrik de geliştirilmekte ve Rusya'da birkaç büyük ölçekli proje yürütülmektedir (Arctic Council, 2017).

Bu bağlamda, Arktik'teki enerji kaynaklarının gelişimi, Arktik güvenliği endişeleriyle yakından ilgilidir. Bu güvenlik endişeleri askeri varlık, deniz güvenliği, çevre güvenliği ve yerli halkların bölgedeki hakları altında ayrı ayrı incelenebilir. Öncelikle, Arktik enerji kaynaklarının geliştirilmesine olan ilginin artması, birçok ülkenin bölgedeki askeri varlıklarını artırma isteğiyle bölgede daha büyük bir askeri varlığa yol açmıştır (Huebert ve Exner-Pirot, 2011). Buradaki askeri güçlerin varlığı, öncelikle enerji kaynaklarına erişimin sağlanması ve ticaret yollarının korunması ile ilgili endişelerden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, Arktik enerji kaynaklarının geliştirilmesi, deniz güvenliği ile ilgili endişeleri de gündeme getirmiştir. Arktik'teki ticaret trafiğinin artmasıyla birlikte, önemli çevresel ve ekonomik etkileri olabilecek daha büyük kaza ve petrol dökülmesi gibi riskler vardır. Bu nedenle, birçok ülke arama kurtarma kabiliyetlerinin yanı sıra petrol sızıntısı müdahale altyapısının geliştirilmesine de yatırım yapmaktadır (Duyck ve Loef, 2019). Bunlara ek olarak, hava kirliliği, su kirliliği, vahşi yaşam ve yerli topluluklar üzerindeki etkiler de dahil olmak üzere önemli çevresel etkiler de bulunmaktadır (Cronin, 2015). Arktik enerji gelişiminin çevresel etkileri, düzenleme çağrılarını duyulan ihtiyacı arttırmış ve çevresel olarak sürdürülebilir enerji uygulamalarının geliştirilmesine yol açmıştır. Son olarak, Arktik'teki yerli halklar geçim kaynakları için doğal çevreye bağlı kalmışlardır ve bu sebeple bölgedeki enerji kaynaklarının geliştirilmesinin yaşam tarzları üzerinde önemli etkileri olabileceği düşünülmektedir (Arctic Council, 2017). Bu nedenle, Kuzey Kutbu enerji kaynaklarının geliştirilmesinde yerli halkların haklarına öncelik veren politika ve düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, Arktik Bölgesi'nin petrol, doğal gaz ve yenilenebilir enerji kaynakları da dahil olmak üzere bir enerji potansiyelinin olması, Arktik güvenliğiyle ilgili endişeleri arttırmıştır. Arktik enerji kaynaklarına olan ilginin artması, enerji kaynaklarına erişimin sağlanması ve ticaret yollarının korunmasıyla ilgili endişelerin yol açtığı bölgede ülkelerin daha fazla askeri varlığa sahip olma isteklerini de arttırmıştır. Ayrıca, Arktik enerji kaynaklarının geliştirilmesinde deniz güvenliği, çevre güvenliği ve yerli halkların haklarıyla ilgili endişeler de bulunmaktadır. Bu nedenle, Arktik enerji kaynaklarının geliştirilmesinde

çevrenin korunmasına ve yerli halkların haklarına öncelik veren politika ve düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Arktik enerji kaynaklarının sürdürülebilir gelişimi, Arktik çevresinin korunması ve topluluklarının refahına odaklanan güçlü bir strateji ile birlikte olmalıdır.

1.4.5. Rusya'nın Enerji Endüstrisi ve Arktik Bölgedeki Limanları

Amerika Birleşik Devletleri Enerji Enformasyon İdaresi'ne göre Rusya, ABD'den sonra dünyanın en büyük ikinci ham petrol üreticisi ve dünyanın en büyük doğal gaz üreticisidir (EIA, 2021). Rusya'nın enerji endüstrisi, bölgenin doğal kaynaklarından yararlanmayı ve Kuzey Denizi Rotası (NSR) gibi ulaşım altyapısını geliştirmeyi amaçlayan Arktik stratejisiyle yakından bağlantılıdır. Ermolaev ve ark.'ya göre (2020), Rusya'nın enerji sektörüne, birlikte ülkenin toplam ihracatının yaklaşık üçte ikisini oluşturan petrol ve doğal gaz hakimdir. Rusya'nın petrol ve gaz rezervlerinin çoğu, NSR'ı içeren Arktik Bölgesi'nde bulunmaktadır. Bu sebeple, NSR, Rusya'nın enerji ihracat stratejisinin kritik bir bileşeni haline gelmiştir. Son yıllarda Rusya, NSR, limanlar ve buz kırıcılar gibi ilgili altyapının geliştirilmesine büyük yatırım yapmıştır. Denisov ve ark. tarafından belirtildiği gibi (2019), "Rusya, NSR'ın gelişimini taşımacılık maliyetlerini düşürmenin ve enerji ihracatının rekabet gücünü artırmanın bir yolu olarak görmektedir." Rusya, petrol ve doğal gazın yanı sıra Arktik bölgesinde yenilenebilir enerji kaynakları da geliştirilmektedir. Bezrukova ve ark.'ya göre (2021), "Kuzey Kutbu,engin rüzgâr ve güneş potansiyeli ile yenilenebilir enerji gelişimi için umut verici bir bölgedir." Özellikle Rusya, Arktik Bölgesi'nde fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmaya ve enerji kullanımını çeşitlendirmeye yardımcı olabilecek rüzgâr enerjisi üretimine yatırım yapmaktadır.

Sonuç olarak, Rusya'nın enerji endüstrisi NSR ve Arktik bölgesi ile yakından ilişkilidir. Petrol ve doğal gaz ihracatı, Rusya'nın enerji ihracat stratejisinin kritik bir bileşeni olmaya devam etmekte ve NSR önemli bir ulaşım yolu olarak tanımlanmaktadır.

Dünyanın en kuzeyinde yer alan Arktik bölgesi, uluslararası ticaret ve jeopolitik rekabet açısından giderek daha önemli bir alan haline gelmiştir. Buzulların erimesiyle ve ticaret yollarının daha erişilebilir hale gelmesiyle, Rusya gibi ülkelerin bölgedeki potansiyel ekonomik fırsatlardan yararlanma istekleri artmıştır. Bu bağlamda, Arktik bölgedeki Rus limanlarının ve bunların Rusya'nın Arktik stratejisindeki öneminin göz incelenmesi önemlidir. Sokolova'ya (2019) göre, Rusya'nın Arktik bölgesinde beş ana limanı vardır (Tablo 7).

Tablo 7. Rusya'nın Arktik Bölgedeki 5 Ana Limanı. Sokolova, (2019)

MURMANSK	Kola Körfezi'nde bulunan Murmansk, Rusya'nın Arktik bölgesindeki en büyük limanıdır. Rusya'nın askeri ve ticari faaliyetleri için stratejik öneme sahiptir.
ARKHANGELSK	Beyaz Deniz'de bulunan bu liman, Arktik bölgesine önemli bir giriş kapısıdır. Petrol, gaz ve diğer doğal kaynakların ihracatı için önemli bir merkezdir.
DUDİNKİ	Yenisey Nehri üzerinde bulunan Dudinka, özellikle Norilsk madencilik bölgesinden nikel ve bakır gibi minerallerin ihracatı için önemli bir limandır.
PEVEK	Chukotka Yarımadası'nda bulunan bu liman, Rusya'nın Uzak Doğu'sundan gelen mal ve insanların taşınması için önemli bir merkezdir.
SABETTA	Yamal Yarımadası'nda bulunan Sabetta, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ihracatı için önemli bir merkez haline gelmiş yeni bir limandır.

Bu limanlar, Rusya'nın bölgedeki doğal kaynaklar üzerinde hakimiyet kurmasında ve Arktik'teki askeri varlığını güçlendirmeye odaklanan Arktik stratejisinde kritik bir rol oynamaktadır. Grigoriev ve Popova'nın (2020) belirttiği gibi, "Limanlar, Rusya'nın Arktik altyapısında önemli bir unsurdur ve bölgedeki askeri ve ticari faaliyetlerine lojistik destek sağlar."

Sonuç olarak, Arktik bölgesindeki Rus limanları, Rusya'nın Arktik stratejisinin kritik bir bileşenidir. Doğal kaynakların ihracatını kolaylaştırmada, askeri faaliyetleri desteklemede ve Rusya'nın Uzak Doğu'yu ülkenin diğer bölgelerine bağlamasında önemli bir rol oynamaktadır. Eriyen buzullar nedeniyle bölge daha erişilebilir hale geldikçe, bu limanların Rusya'nın ekonomik ve jeopolitik çıkarları için daha da kritik hale gelmesi muhtemeldir.

1.4.6. Rusya'nın Arktik LNG Gemi Rotaları ve Trafiği

NSR, Rusya'nın kuzey kıyısı boyunca Kara Deniz'den Bering Boğazı'na uzanan bir deniz rotasıdır. Avrupa ile Asya arasındaki en kısa deniz yolu olarak kabul edilir ve Rotterdam ile Şangay arasındaki mesafeyi geleneksel Süveyş Kanalı yoluna göre yaklaşık %40 azaltır (Cui ve ark., 2020). NSR yılın büyük bir bölümünde buzla kaplıdır, ancak iklim değişikliği buz örtüsünün azalmasına ve buzsuz mevsimin uzamasına neden olarak NSR'ı taşımacılık için giderek daha uygun hale getirmektedir.

Rusya, Arktik'te LNG taşımacılık stratejilerinin önemli bir unsuru olarak NSR'ın geliştirilmesine büyük yatırımlar yapmaktadır. Özellikle, Yamal LNG projesi NSR gelişiminin önemli bir unsuru haline gelmiştir. Rusya'nın mevcut LNG projeleri öncelikle Arktik Bölgesi'ndeki Yamal Yarımadası'nda yer almaktadır. 2017 Yılında üretime başlayan

Yamal LNG projesi bu projelerin en önemlilerinden biridir. Bu proje, NSR boyunca buz sınıfı tankerlerle Asya ve Avrupa'daki pazarlara taşınan LNG üreten üç LNG treninin inşasını içermektedir (Kravtsova, 2019). Yamal'da üretilen LNG öncelikle Asya'ya, özellikle Çin, Güney Kore ve Japonya'ya ihraç edilmektedir (Bragina, 2021). Yamal'a ek olarak, Rusya'nın 2009'dan beri LNG üreten Sakhalin-2 projesi de dâhil olmak üzere mevcut birkaç LNG projesi daha bulunmaktadır. Rusya'nın Uzak Doğu bölgesindeki Sakhalin Adası'nda yer alan proje, yılda 9,6 milyon ton kapasiteye sahiptir (Oksanen ve ark., 2020). Ayrıca, Rusya'nın önümüzdeki yıllarda başlatılması beklenen birkaç planlı LNG projesi de vardır. Hala yapım aşamasında olan Arctic LNG-2 projesi bu projelerin en önemlilerinden biridir. Proje, yılda toplam 19,8 milyon ton kapasiteli üç LNG treninin inşasını içermektedir. Arctic LNG-2'de üretilen LNG'nin öncelikle Asya'ya ihraç edilmesi planlanmaktadır (Bragina, 2021). Planlanan bir diğer önemli LNG projesi ise Baltık Denizi limanı Ust-Luga'da bulunan Baltık LNG projesidir. Projenin yıllık 13 milyon ton kapasiteye sahip olması ve öncelikli olarak Avrupa'ya LNG ihracatı gerçekleştirmesi hedeflenmektedir. Projenin inşaatına henüz başlanmamış olsa da 2025 yılına kadar faaliyete geçirilmesi beklenmektedir (Tafesse, 2020). Yamal ve Sakhalin-2 gibi mevcut projelerin Rusya'nın LNG ihracatına önemli katkıları olurken, Arktik LNG-2 ve Baltık LNG gibi planlanan projelerin Rusya'nın küresel LNG pazarındaki konumunu daha da güçlendirmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, bu projelerin geliştirilmesi, özellikle zorlu Arktik ortamında ve jeopolitik gerilimler bağlamında önemli zorlukları meydana getirmektedir. Genel olarak, Rusya'nın LNG sektörü ülke ve küresel enerji piyasası için hem fırsatlar hem de zorluklar sunmakta ve sektörün uzun vadeli başarısını sağlamak için bu faktörlerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Öte yandan, NSR da Rusya'nın Arktik LNG taşımacılığı stratejisi için önemli fırsatlar sunarken, aynı zamanda bir dizi zorlukları da beraberinde getirmektedir. En önemli zorluklardan biri, zorlu Arktik ortamında güvenli ve güvenilir taşımacılık sağlamaktır. NSR, taşımacılık için önemli riskler oluşturabilecek yüksek rüzgârlar, buzdağları ve düşük görünürlük dâhil olmak üzere sert hava koşullarına sahiptir (Lindroos ve Bambulyak, 2019). Ayrıca, NSR ile ilgili jeopolitik çekinceler de bulunmaktadır. Güzergâh, Rusya'nın münhasır ekonomik bölgesinden geçmekte ve Rusya, güzergâh boyunca nakliyeyi düzenleme hakkını ileri sürmektedir. Bu, diğer ülkeler arasında NSR'ın kullanımı konusunda endişelerin yanı sıra bölgedeki artan deniz taşımacılığının çevresel etkileri konusunda da endişelere yol açmaktadır (Cui ve ark., 2020). NSR şu anda Arktik LNG taşımacılığı için en gelişmiş rota

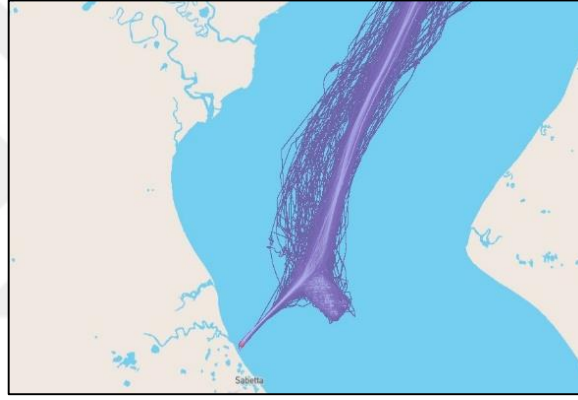
olsa da gelecekte geliştirilebilecek başka potansiyel rotalar da vardır. Bu rotalardan biri, Kanada'nın Kuzey Kutup bölgesinden geçen Kuzeybatı Geçidi'dir. Ancak, bu rota öngörülemeyen buz koşulları ve sınırlı altyapı dâhil olmak üzere önemli zorluklara sahip olmasından dolayı NSR kadar cazip değildir (Kravtsova, 2019).

Rusya'nın LNG üretimini ve taşınmasını desteklemek için altyapı geliştirme çalışmalarına yaptığı yatırımlardan biri de Sabetta limanının inşasıdır. Sabetta limanı, Rusya'nın Arktik Bölgesi'ndeki Yamal Yarımadası'nda yer almaktadır. Kuzey Deniz Yolu boyunca Asya ve Avrupa'ya seyrüsefer yapan LNG tankerleri için birincil yükleme noktası görevi gördüğü için Rusya'nın LNG ulaşım altyapısının önemli bir bileşenidir. Sabetta limanının inşaatına, Yamal LNG projesini desteklemek için 2012 yılında başlanmış ve 2017 yılında faaliyete geçirilmiştir. Sabetta limanı, NSR sularında gezinmek için gerekli olan buz sınıfı tankerleri barındırabilecek şekilde tasarlanmıştır. Gelişmiş buzkıran desteği, yükleme ve boşaltma tesisleri ve değişen deniz seviyelerine uyum sağlamak için yükseltilebilen veya alçaltılabilen yüzen bir iskeleye sahiptir (Oksanen ve ark., 2020). Öte yandan, Murmansk limanı da buz koşulları veya diğer faktörler nedeniyle NSR boyunca seyahat edemeyen LNG tankerleri için alternatif bir yükleme noktası görevi görmektedir. Murmansk limanı Rusya'nın LNG ulaşım altyapısı için önemli bir limandır çünkü liman, Rusya'nın geri kalanına bir demiryolu hattı ile bağlanmakta ve birkaç büyük sanayi merkezinin yakınında yer almaktadır (Karpova ve Sidorova, 2019).

Oksanen ve ark., (2020)'e göre Rusya'nın Arktik bölgesindeki LNG tankerlerinin trafiği son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir. 2018 yılında faaliyete geçen Yamal LNG projesi, Sabetta Limanı'ndan Asya ve Avrupa'daki pazarlara düzenli LNG sevkiyatları ile bu bölgedeki trafiğe büyük bir katkı sağlamaktadır. Bir gemi takip sistemi olan Marinetraffic'e göre 2020 yılı ve 2021 yıllarında Sabetta Limanı'ndaki LNG tanker trafiğine bakıldığında 2021 yılına gelindiğinde yoğunluğun arttığı görülmektedir (Şekil 9 ve Şekil 10). Ayrıca, yaklaşan Arctic LNG-2 projesinin bölgedeki LNG tankerlerinin trafiğini daha da artırması beklenmekte ve tahminler projenin yılda 19,8 milyon tona kadar LNG üretebileceğini göstermektedir (Karpova ve Sidorova, 2019).



Şekil 9. Sabetta Limanı LNG Gemi Trafığı yoğunluğu 2020 (Marinetraffic, 2020)

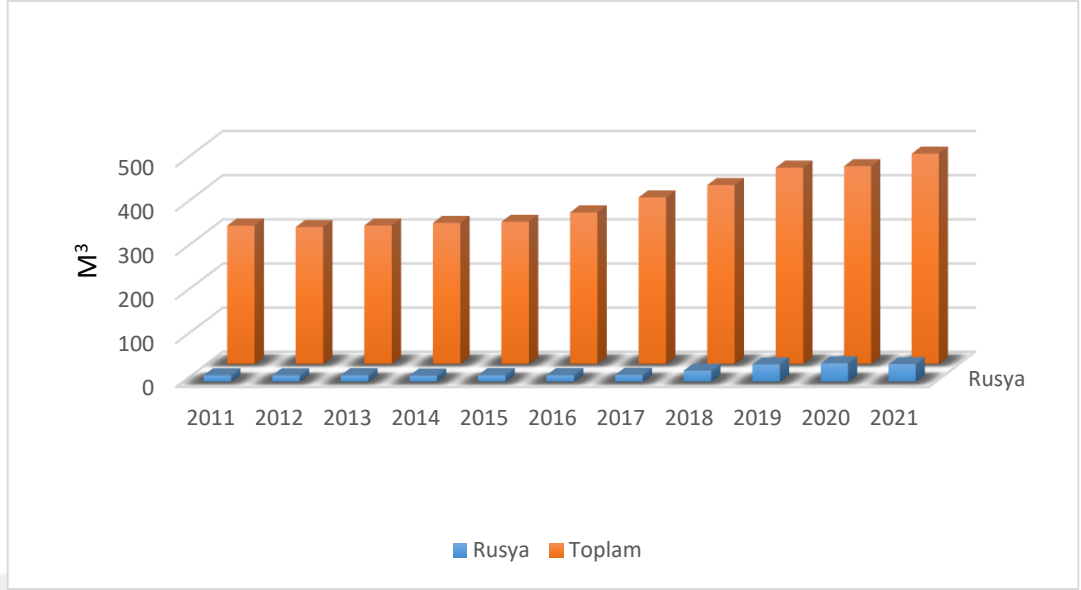


Şekil 10. Sabetta Limanı LNG Gemi Trafığı yoğunluğu 2021 (Marinetraffic, 2021)

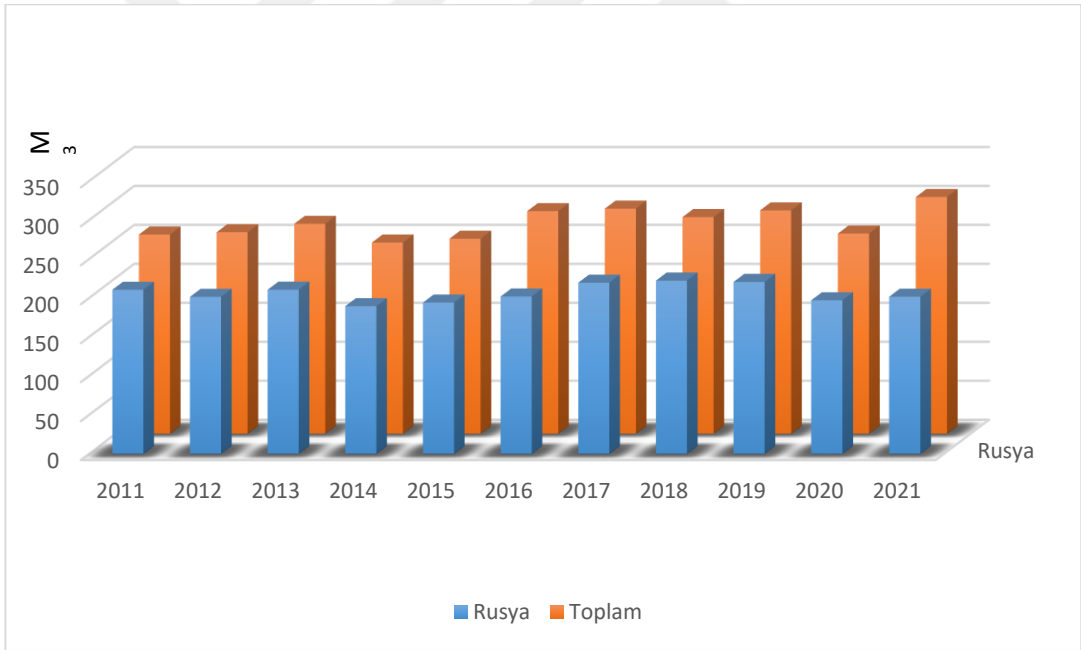
Sonuç olarak, LNG'nin Rusya'nın Arktik bölgesinde taşınması, özellikle Arktik bölgenin sert ve öngörülemez ortamında birtakım zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu zorluklar arasında buz navigasyonu, zorlu hava koşulları ve sınırlı altyapı yer almaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için Rusya, Sabetta ve Murmansk'taki limanların inşası ve buzkıran desteği ve diğer teknolojilerin geliştirilmesi de dâhil olmak üzere LNG taşımacılığını destekleyecek altyapının geliştirilmesine önemli yatırımlar yapmıştır. Bu zorluklara rağmen, LNG'ye yönelik küresel talep artmaya devam ettikçe ve bölgenin enerji kaynakları Rusya'nın enerji stratejisinin önemli bir parçası olmaya devam ettikçe, önümüzdeki yıllarda LNG'nin Rusya'nın Arktik bölgesinde taşınma yoğunluğunun artmaya devam etmesi beklenmektedir.

1.4.7. Rusya'nın LNG İhracatının Dünya LNG İhracatındaki Yeri

Dünya genelinde gemi vasıtasıyla gerçekleşen LNG ihracatı düzenli bir artış eğilimi göstermiştir (Bp Statistical Review of World Energy, 2022). Rusya'nın gemi vasıtasıyla gerçekleştirdiği LNG ihracatı ise 2017 yılına kadar durağan bir seyir göstermiş olup 2017 yılından sonra yoğun bir artışa geçtiği görülmüştür. 2017 yılından 2021 yılına kadar Rusya'nın gemi vasıtasıyla gerçekleştirdiği LNG ihracatında sadece 2020-2021 yılları arasında küçük ölçekli bir düşüş gözlenmiştir. Dünya genelinde boru hattı vasıtasıyla gerçekleşen LNG ihracatında yıllara göre dalgalanmalar görülmektedir. Rusya'nın boru hattı vasıtasıyla gerçekleştirdiği LNG ihracatı da benzer şekilde dalgalanmalar görülmekte ve son 2 yılda bir düşüş olduğu anlaşılmaktadır. Rusya boru hattı vasıtasıyla gerçekleştirdiği LNG ihracatında dünya geneli ile benzer bir dalgalanma gösterirken 2021 yılında ters bir dalgalanma olduğu görülmüştür. 2021 yılında dünya genelinde boru hattı vasıtasıyla gerçekleşen LNG ihracatında bir artış görülürken buna karşın Rusya'da bir azalış olduğu belirlenmiştir. Şekil 11'de Gemi Vasıtasıyla Gerçekleşen LNG İhracatı Şekil 12'de ise Boru Hattı Vasıtasıyla Gerçekleşen LNG İhracatı verilmiştir (Bp Statistical Review of World Energy, 2021).



Şekil 11. Gemi Vasıtasıyla Gerçekleşen LNG İhracatı



Şekil 12. Boru Hattı Vasıtasıyla Gerçekleşen LNG İhracatı

1.5. Rusya'nın Arktik Politikası

Rusya, Arktik'te en uzun sahil şeridine sahip olan ülkedir ve bu sebeple Rusya'nın Arktik Okyanusu'nda geniş bir erişimi bulunmaktadır (The Arctic Institute, 2020). Rusya hem coğrafi hem de jeopolitik açıdan Arktik'te aktif bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Arktik Beşlisinden biri olan Rusya için bu bölge stratejik bir öneme sahiptir. Yıllar içinde buzulların erime hızının artması ile birlikte, bu bölgedeki gelecek vaat eden deniz rotalarının kontrolü de Rusya başta olmak üzere Arktik ülkelerinin ilgi duyduğu bir konu haline gelmiştir. Bu noktada, özellikle, Kuzey Deniz Rotası'nın daha da geliştirilmesi ve kontrolü Rusya'nın en güçlü argümanlarından biridir, çünkü bu rota Kuzey Sibirya'nın gelişiminde ve transit taşımacılığın geliştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır (Lasserre ve Cyr, 2022). Öte yandan, iklim değişikliği sebebiyle, bu Kuzey Kutbu'nda bulunan rotalar son yıllarda daha kullanılabilir bir hale gelse de burada her zaman buz kıran gemilerin desteğine ihtiyaç duyulacağı açıktır (Drewniak ve ark., 2018). Bu noktada, Rusya buz kıran gemiler konusunda dünyanın önde gelen ülkesidir; 4'ü nükleer buzkıran olmak üzere 46 buz kıran gemi ile dünyadaki buz kıranların çoğuna sahiptir. Ayrıca, yapım aşamasında 11 ve gelecekte inşaatı planlanan dört buzkıran gemisi bulunmaktadır. Rusya'yı sırasıyla Finlandiya, Kanada, İsveç ve ABD takip etmektedir (Woityra, 2017).

Bunlara ek olarak, Rusya'nın Svalbard Takımadalarının ilk olarak Rus halkı tarafından keşfedildiğine dair iddiaları bulunmaktadır (Todorov, 2020) (bu konuda kesin bir kanıt yoktur). Bu nedenle Rusya takımadalarla tarihi bir bağlantı kurmuştur. Rusya'nın tarihsel değerlerine çok bağlı olduğu göz önüne alındığında, Rusya'nın bu iddiayı gelecekte adanın mevcut siyasal durumundaki bir değişikliği desteklemek için kullanabilme ihtimali bulunmaktadır. Bu bağlamda, deniz yolları Rusya için tarihsel bağlantıyla ilişkilendirilebilecek bir diğer konudur. İnsanlık tarihi boyunca Rusya'nın birincil jeopolitik arzusu “sıcak denizlere” erişim olmuştur (Chauhan, 2020). Rusya, geçmişte Karadeniz'e Ukrayna ve Kırım (Sivastopol) (daha sonra Rusya tarafından ilhak edilmiştir) üzerinden ve daha sonra Akdeniz'e Türkiye üzerinden erişim sağlayarak bunu başarmaya çalışmıştır. Ancak günümüzde iklim değişikliği, boru hatları ve demiryolu gibi bazı teknolojik uygulamalar bunu değiştirmektedir. Özellikle Arktik bölgesi, iklim değişikliği ile, Rusya'nın Arktik Okyanusu üzerinden sıcak denizlere ve uluslararası ticaret yollarına erişmesi için ikinci bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Arktik'teki temel deniz taşımacılığı koridorlarında yer alan NSR, yakıt verimliliği ve ekonomik avantajların yanı sıra geleneksel

rotalara kıyasla daha kısa bir seyahat süresi sağlaması sebebiyle oldukça önemli bir deniz yoludur. Bu rotanın büyük bir kısmının Rusya kıyı şeridinden geçmesi nedeniyle, Rusya NSR'ı etkin bir şekilde kontrol etmektedir. Bu bağlamda, NSR için devam eden yatırımların çoğu, aslında, lojistik ve hinterlant bağlantılarının geliştirilmesi gibi Rus Devleti tarafından sağlanmakta ve Rus Devleti bölgede gerekli buzkıran desteğini de sağlayarak arama kurtarma (SAR) merkezleri bulundurmaktadır (Dalaklis, 2017). Norveç Denizi'nden de geçen bu rota, iklim değişikliğinin artan etkisi göz önüne alındığında Rusya'nın sıcak denizlere erişmesinin ikinci bir alternatifi olabilir. Rusya için sıcak denizlere erişimin tarihsel anlamına ek olarak, ekonomik bir bağlantı da bulunmaktadır ki bu da temel ticaret yollarına erişim. Bu rotanın hâkimiyeti ile Rusya, bölgedeki ve küresel düzeydeki statüsünü yükseltebilir ve jeostratejik hedeflerine daha da yaklaşabilir. Dolayısıyla Rus devleti bu konuyu hem geleneksel açıdan hem de küreselleşme açısından bir denizcilik politikası olarak görmektedir (Chauhan, 2020).

Ayrıca, Rusya'nın Arktik Enerji politikası, bölgede bulunan geniş petrol ve doğal gaz rezervlerinden dolayı Rusya'nın genel enerji stratejisinin de önemli bir parçasıdır. Bu enerji politika, ekonomik ve stratejik unsurların yanı sıra enerji güvenliği ve iklim değişikliği ile ilgili endişeler de dâhil olmak üzere bir dizi faktörden kaynaklanmaktadır. Rusya'nın Arktik Enerji politikasının temel amacı, bölgenin enerji kaynaklarını sürdürülebilir ve karlı bir şekilde geliştirmektir. Bu, petrol ve doğal gaz sahalarının geliştirilmesinin yanı sıra, bu kaynakları Avrupa ve Asya'daki pazarlara taşımak için gereken boru hatlarının ve diğer altyapıların inşasını da içermektedir (Bekkers, 2019; Knudsen & Sjöblom, 2019). Aynı zamanda bu politika, sera gazı emisyonlarını ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için Arktik Bölgesi'nde rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmeyi de amaçlamaktadır (Sourdin ve Dusseault, 2019). Bu hedeflere ulaşmak için Rus hükümeti, Arktik bölgesinde arama ve üretim faaliyetlerine liderlik etmek üzere Gazprom ve Rosneft gibi devlete ait enerji şirketlerinin kurulması da dâhil olmak üzere bir dizi strateji uygulamıştır (Gavrilova ve Gulyaeva, 2019). Hükümet ayrıca yatırım ve kalkınmayı teşvik etmek amacıyla bölgede faaliyet gösteren enerji şirketlerine vergi teşvikleride dâhil olmak üzere çeşitli destekler sağlamıştır (Gataullin ve Suslov, 2020). Ayrıca Rusya, bölgedeki askeri varlığını artırarak ve Arktik Konseyi gibi kuruluşlar aracılığıyla diğer Arktik ülkeleriyle de yakın çalışarak Arktik'teki konumunu güçlendirmeye odaklanmıştır (Kankaanpää ve ark., 2021). Bu çabalara rağmen, Rusya'nın Arktik Enerji politikasının karşı karşıya olduğu birtakım zorluklar da bulunmaktadır. Bunlar arasında

petrol ve gaz arama ve üretimi ile ilgili çevresel kaygılar, zorlu Arktik ortamında faaliyet göstermekle ve yüksek maliyetler ve teknik zorluklar yer almaktadır (Kankaanpää ve ark., 2021; Sourdin & Dusseault, 2019). Ayrıca politika, özellikle Rusya'nın 2014'te Kırım'ı ilhak etmesinin ardından jeopolitik gerilimlere sebep olmuş ve uluslararası yaptırımlara maruz kalarak bir nevi sekteye uğramıştır (Bekkers, 2019).

Sonuç olarak, Rusya'nın Arktik politikası çeşitli ekonomik, stratejik ve çevresel faktörler ile şekillenmektedir. Kuzey Denizi Rotası'nın geliştirilmesi ve kontrolü, Kuzey Sibirya'nın gelişmesinde ve transit taşımacılığın gelişmesinde önemli bir rol oynadığı için Rusya'nın Arktik politikasının odak noktası olmuştur (Lasserre ve Cyr, 2022). Aynı zamanda, Rusya'nın Arktik politikası, enerji güvenliği konusundaki endişeler ve iklim değişikliğinin getirdiği zorlukları da kapsamaktadır (Sourdin ve Dusseault, 2019). Rusya'nın çevresel endişeler, teknik zorluklar ve jeopolitik gerilimler de dâhil olmak üzere Arktik politikasını karşılaştığı zorluklara rağmen, önümüzdeki yıllarda da sürdürmeye ve güçlendirmeye devam etmesi muhtemeldir (Bekkers, 2019). Bunu yapmak için Rusya'nın Arktik bölgenin kalkınmasında ekonomik faydalarını hassas Arktik ortamını koruma ve bölgede sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etme ihtiyacı ile dengelemesi gerekmektedir. Genel olarak, Rusya'nın Arktik politikası, genel enerji stratejisinin ve küresel pazarda büyük bir enerji ihracatçısı olarak konumunu koruma çabalarının önemli bir parçasıdır. Bu noktada Rusya'nın enerji politika birtakım zorluklarla karşı karşıya olsa da ekonomik kalkınmayı çevre koruma ve sürdürülebilirlikle dengelemeye çalıştığı için Rusya'nın Arktik bölgenin kalkınmasına yatırım yapmaya devam etmesi muhtemeldir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Veri Seti

Arktik bölgesinde LNG gemi trafiği yoğunluğunun incelenmesi için Arktik deniz buzunun kapladığı alanın küresel ısınmaya bağlı olarak mevsimsel değişimi önemli değişkenlerden biridir. Bu çalışmada, Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi'nden (NOAA) alınan 5 yıllık (2018-2022) Arktik deniz buzu verileri ile Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS) veri sağlayıcılardan alınan Rusya'nın Sabetta ve Prigorodnoye Limanlarına ait 5 yıllık (2018-2022) LNG Tanker gemi trafik verileri kullanılmıştır. Elde edilen NOAA ve AIS verileri ayrı ayrı 60 aylık periyotlarda düzenlenmiş olup bütün ayları (12 ay) kapsamaktadır. Bu çalışmada kullanılan AIS ve NOAA verileri Granger Nedensellik Testi'nin uygulanabilmesi için öncelikli olarak Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi kullanılarak durağanlaştırma işlemi uygulanmıştır. Verilerin durağanlaştırılması/durağanlaşabilecekleri son aşamaya gelmeleri ardından Granger Nedensellik Testinin uygulanmıştır.

2.2. Araştırma Yöntemi

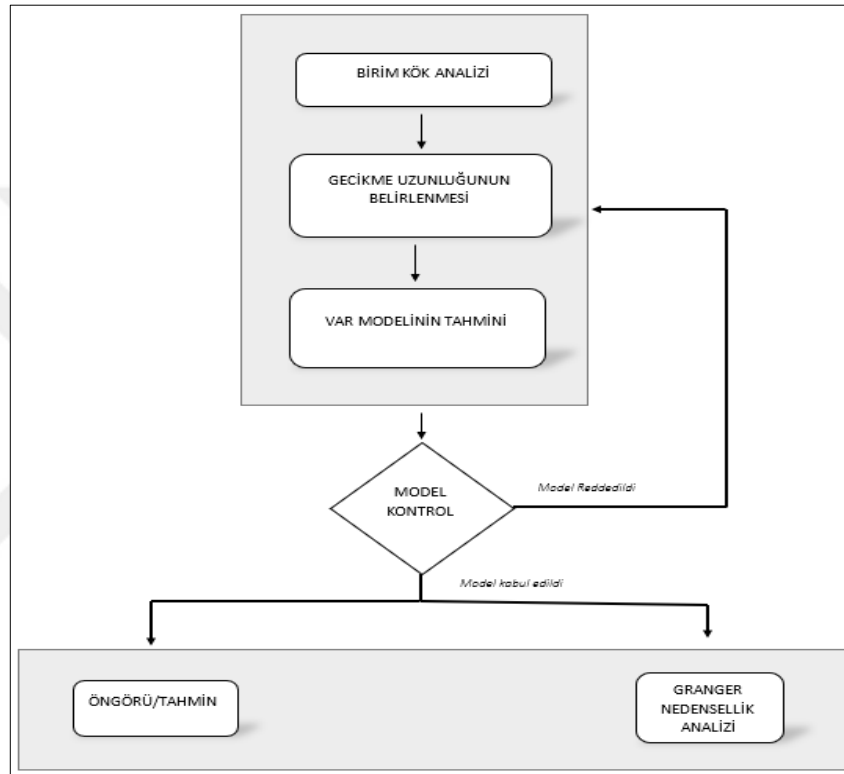
Rusya'nın iki ana LNG tanker limanı olan Sabetta ve Prigorodnoye limanlarına 2018-2022 yılları arasında gelen LNG tankerlerin Detveyt tonajları (DWT) aylık periyotlarda (60 ay) incelenerek mevsimsel alt serileri oluşturulması amaçlanmıştır. İki limana ait alt seriler yıllar ve aylar bazında karşılaştırılarak Rusya'nın LNG ihracatının hangi mevsimlerde hangi limanda yoğunlaştığının belirlenmesi hedeflenmiştir. NSR'daki LNG trafiğinin Arktikteki deniz buzu seviyesinin mevsimsel değişiminden kaynaklandığı bilinmektedir. Arktik Deniz buzu ve Sabetta limanına gelen LNG tankerleri arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenebilmesi için Granger Nedensellik testi uygulanarak iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisinin saptanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan Granger Nedensellik Testi iki aşamada uygulanacak olup her aşama için 2 hipotez belirlenmiştir. Granger Nedensellik Testinin uygulanmasından Sabetta Limanı serisi bağımlı değişken, Arktik Deniz Buzu ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Birinci aşama için H_0 ve H_a Hipotezleri şu şekildedir:

- H_0 Hipotezi: Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir

• H_a Hipotezi: Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir
İkinci aşama için H_0 ve H_a Hipotezleri şu şekildedir:

- H_0 Hipotezi: Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni
- H_a Hipotezi: Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir

Granger Nedensellik Testinin uygulanabilmesi için yapılması gerekli olan testler/aşamalar aşağıdaki algoritma (şekil 13) oluşturularak gösterilmiştir.

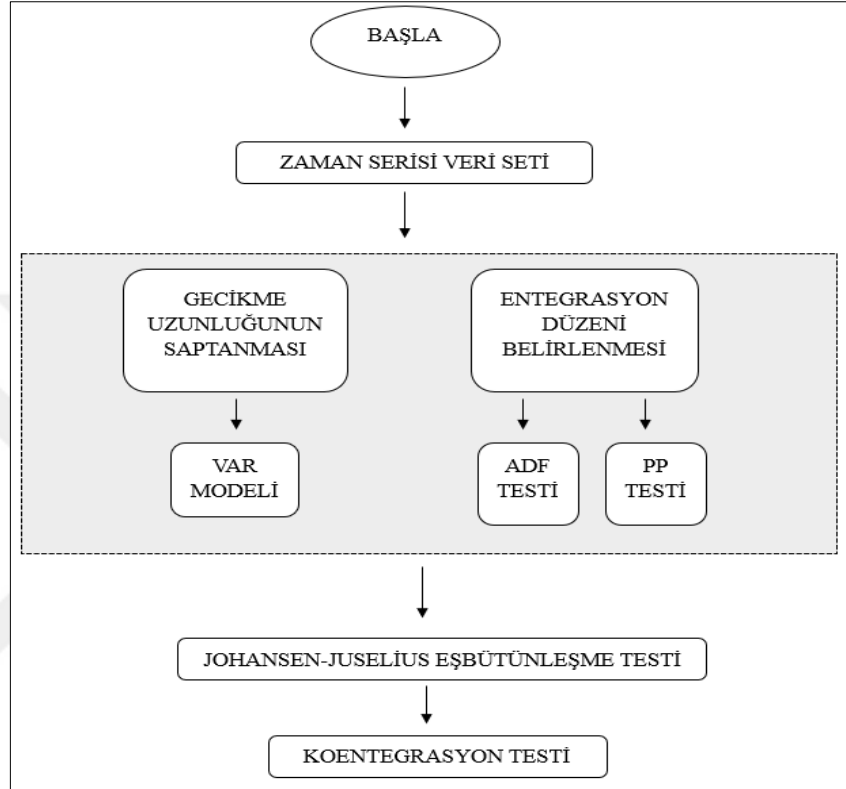


Şekil 13. Granger Nedensellik Testi Belirleme ve Tahmin Akış Şeması

Granger Nedensellik Testi uygulanabilmesi için öncelikle ADF (Birim Kök Analizi) testi uygulanarak kullanılan veriler durağanlaştırılmıştır. Durağanlık seviyesine gelen veya durağanlığa en yakın noktaya ulaşılan veriler VAR modeli kullanılarak Sabetta limanına gelen LNG tankerleri ve Arktik deniz buzu arasındaki dinamikler belirlenmiştir. VAR modeli ile elde edilen sonuçlar kullanılarak Granger Nedensellik Testi uygulanmış ve Arktik deniz buzu ile Sabetta limanına gelen LNG tankerleri arasındaki nedensellik ilişkisi yıllar bazında (2018-2022) ortaya konmuştur.

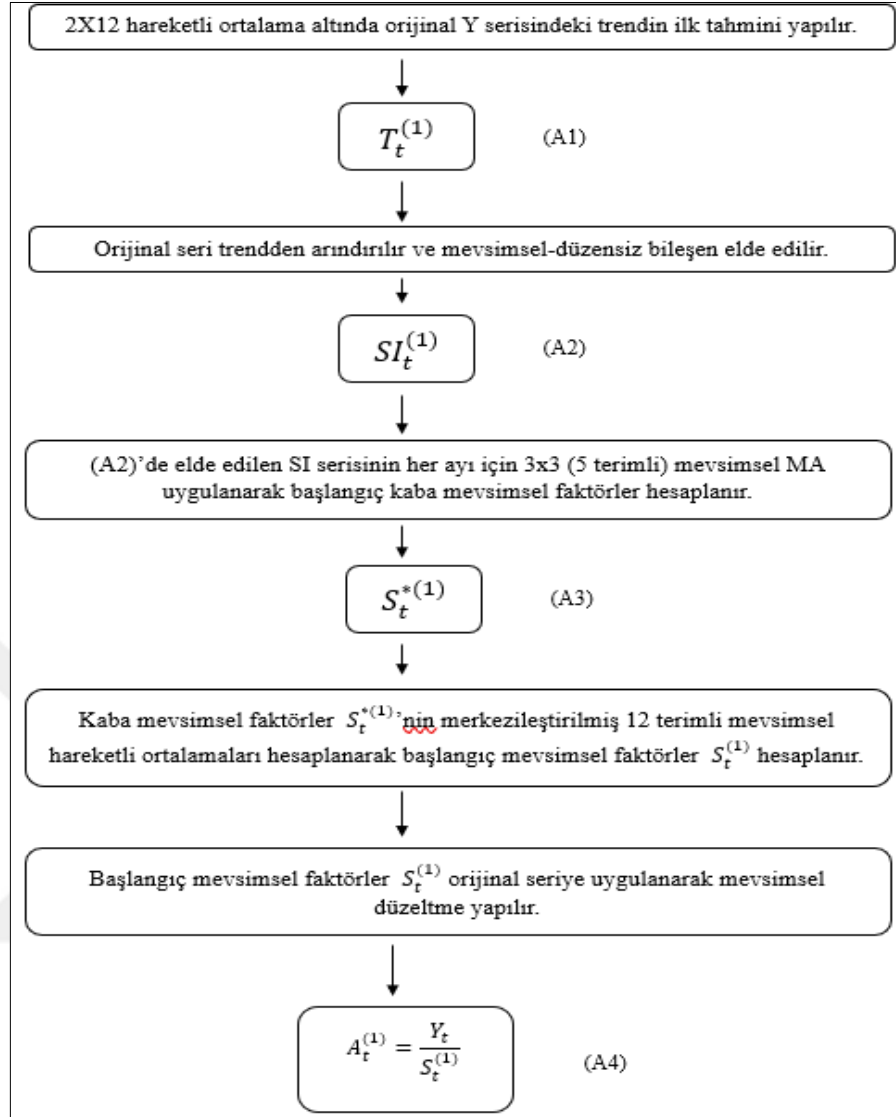
Granger Nedensellik Testi ile Arktik Deniz Buzu ve Sabetta Limanına gelen LNG tankerleri arasındaki nedensellik ilişkisi ortaya konduktan sonra yapılan çalışmanın desteklenmesi için Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi uygulanmıştır. Johansen-Juselius

Eş Bütünleşme Testi uygulanarak yıllar bazında Arktik buzunun kapladığı alandaki %1’lik değişimin Sabetta limanına gelen LNG tankerlerine etkisi hesaplanmıştır. Johansen-Juselius Eşbütünleşme Testi uygulanabilmesi için yapılması gerekli olan diğer testler ve aşamalar aşağıdaki algoritma (şekil 14) oluşturularak gösterilmiştir.



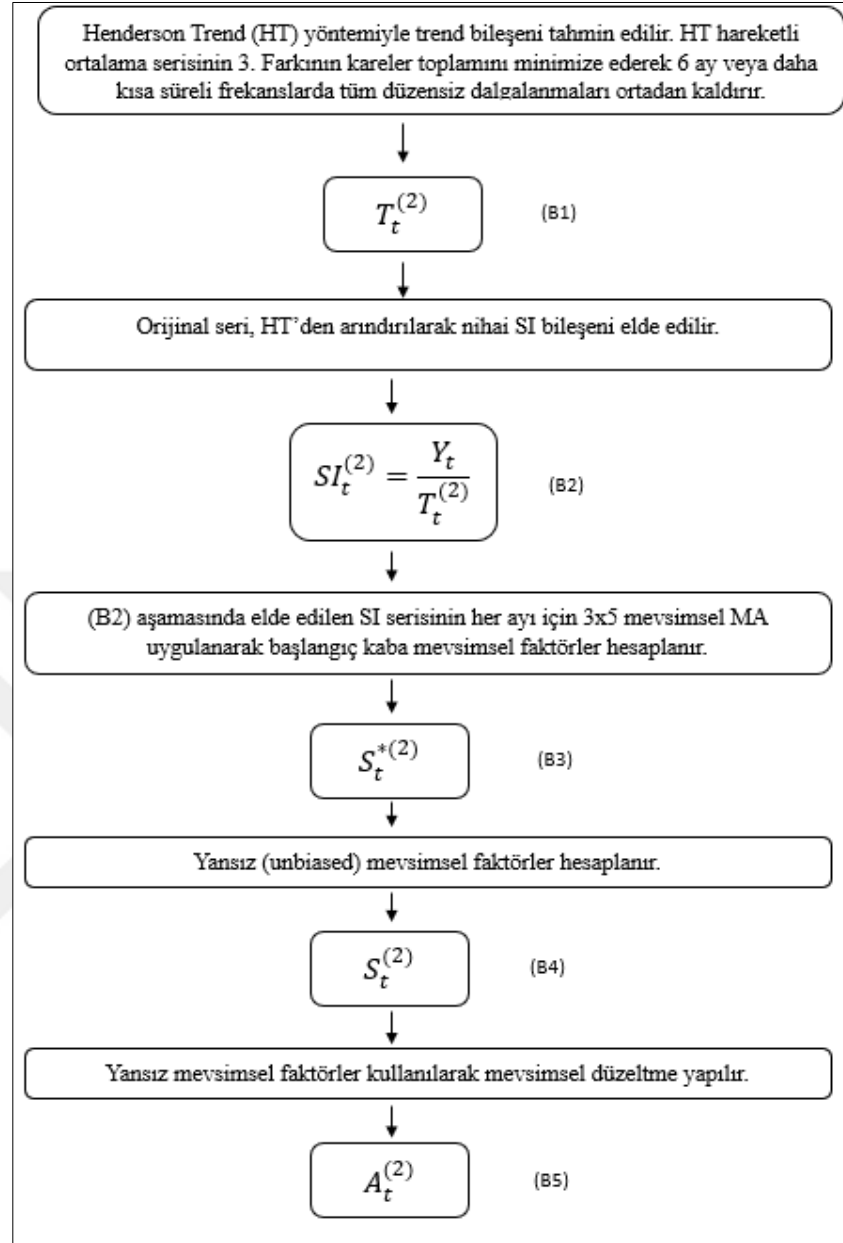
Şekil 14. Johansen-Juselius Eş-bütünleşme Testi Akış Şeması

Son olarak, Rusya’nın Sabetta limanına gelen LNG gemilerine ait 60 aylık (2018-2022 yılları arasında) veri setine Census X-12 Yöntemi uygulanması sonucu 2023, 2024 ve 2025 yıllarında Sabetta Limanına ortalama büyüklükte kaç LNG gemisi girişi yapılacağı tahmin edilmiştir. Census X-12 ARIMA Yöntemi için gerekli olan üç aşamadan ilki olan başlangıç tahmini aşaması aşağıdaki algoritma (şekil 15) oluşturularak gösterilmiştir.



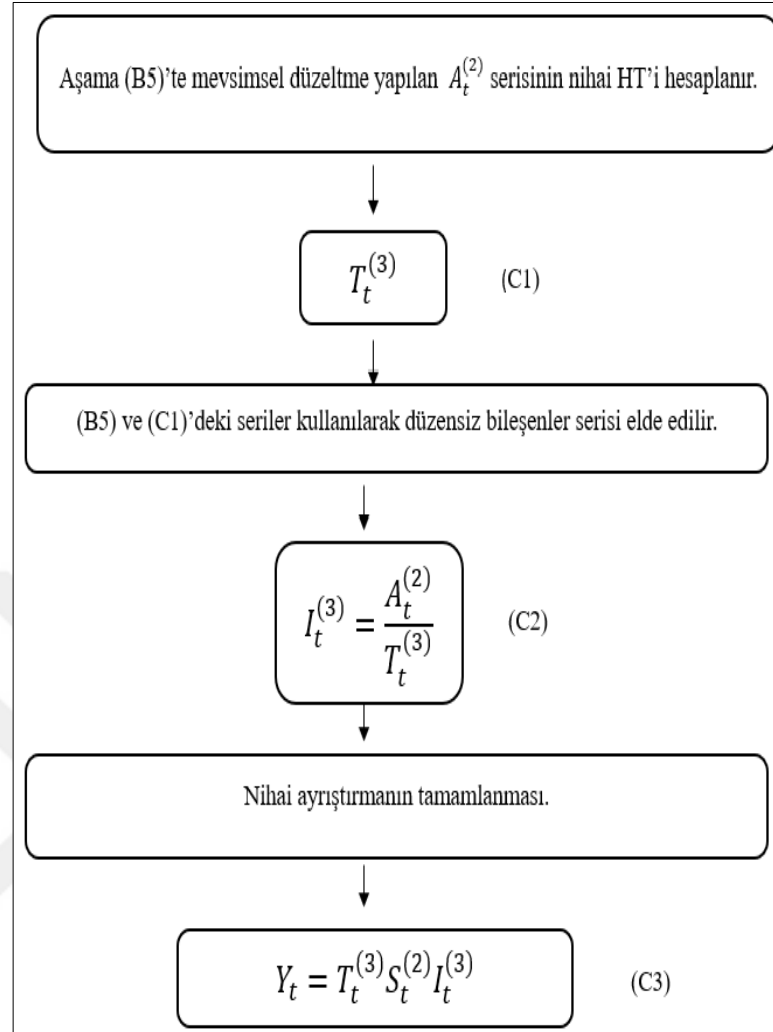
Şekil 15. Census X-12 ARIMA Yöntemi Aşama 1: Başlangıç Tahmini

Census X-12 ARIMA Yöntemi için gerekli olan üç aşamadan ikincisi olan mevsimsel faktörler hesaplanması ve mevsimsel düzeltme aşaması aşağıdaki algoritma (şekil 16) oluşturularak gösterilmiştir.



Şekil 16. Census X-12 ARIMA Yöntemi Aşama 2: Mevsimsel Faktörler Hesaplanması ve Mevsimsel Düzeltme

Census X-12 ARIMA Yöntemi için gerekli olan üç aşamadan sonuncusu olan nihai HT ve düzensiz bileşenlerin tespiti aşaması aşağıdaki algoritma (şekil 17) oluşturularak gösterilmiştir.



Şekil 17. Census X-12 ARIMA Yöntemi Aşama 3: Nihai HT ve Düzensiz Bileşenlerin Tespiti

Bu tahminler doğrultusunda NSR'daki gemi trafik gelecek yıllardaki yoğunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.2.1. Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi

ADF testi, Dickey ve Fuller tarafından 1979'da geliştirilen Dickey-Fuller (DF) testinin bir çeşididir. DF testi, durağanlığı gösteren bir zaman serisindeki birim kökü test etmek için kullanılır. ADF testi bir zaman serisi analizdir ve ekonomi, finans, mühendislik ve doğa bilimleri dahil olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. ADF testi zaman serisi verilerini analiz etmek için en yaygın kullanılan istatistiksel modellerden biridir. ADF testi, trend ve mevsimsel bileşenler de dahil olmak üzere daha karmaşık durağanlık dışı biçimlere izin

veren Dickey-Fuller (DF) testinin bir uzantısıdır. ADF testi DF testinden farklı olarak otokorelasyon sorununu da dikkate almaktadır. ADF testi X_t serisinin seviyesinde durağan olup olmadığı sorusunun cevabını arar (Yamak & Erdem, 2017). Bu sorunun cevabı üç farklı denklem ile çözülebilir:

- *Sabit terimsiz ve trendsiz denklem:* $\Delta Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i}$
- *Sabit terimli denklem:* $\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i}$
- *Sabitli ve trendli denklem:* $\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Trend + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i}$

ADF Testinde serinin durağan olması için β_1 katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olmalıdır. Bu noktada McKinnon tablo kritik değeri (%1, %5 veya %10) T-testi istatistiğinden büyük olmalı ve kritik değerlerin işaretleri negatif yönlü olması gerekmektedir (Yamak & Erdem, 2017).

- $H_0: \beta_1=0$ ve $H_1: \beta_1 < 0$ Sol yönlü $t - testi$

ADF testinin kritik değerleri istatistiksel olarak veri seti genişliğine ve regresyonda kullanılan gecikme sayısına bağlıdır. Kritik değerler istatistiksel Stata veya Eviews gibi programlar kullanılarak hesaplanabilir veya tablolarda bulunabilir. Elde edilen ADF testi istatistiği kritik değerden düşükse, zaman serisi durağandır ve birim kökün boş hipotezi reddedilir. Elde edilen ADF testi istatistiği kritik değerden büyükse zaman serisi durağan değildir ve sıfır hipotezi reddedilemez. Zaman serilerinin durağan olmadığı durumlarda T istatistik değeri kritik tablo değerinden küçük olana kadar durağanlaştırma işlemine devam edilir (Madsen, 2007).

2.2.2. Durağanlık Kavramı

Durağanlık kavramı, zaman içinde çok az değişiklik veya hareketin olduğu veya hiç hareketin olmadığı bir sistemdeki denge durumunu yani bir zaman serisinin durağan olma durumunu ifade eder. Durağan bir zaman serisi, ortalama, varyans ve otokorelasyon gibi istatistiksel özelliklerin zaman içinde sabit kaldığı serilerdir (Hamilton, 1994).

- *Ortalama:* $E(Y_t) = \mu$
- *Varyans:* $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$
- *Kovaryans:* $Kov(Y_t, Y_{t+k}) = \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$

Bu, zaman serisinin davranışının öngörülebilir ve tutarlı olduğu ve verilerde zaman içinde değişen önemli bir eğilim, mevsimsellik veya başka kalıpların olmadığı anlamına gelir. Durağan olmayan zaman serilerinin istatistiksel özellikleri zamanla değiştiğinden dolayı analiz edilmesi ve modellenmesi daha zordur. Bu sebeple, durağanlık, zaman serisi analizinde verilerin davranışını anlamak ve tahmin etmek için önemli bir konsepttir (Hamilton, 1994).

2.2.3. Durağanlaştırma İşlemleri

Durağanlaştırma işlemi fark durağan ve trend durağan olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Durağanlaştırılmak istenen seri fark yaklaşımı ile aşağıdaki eşitlikte ifade edildiği gibi durağanlaştırılır. Ancak fark yaklaşımı ile durağanlaştırılan seri için her farkta seri gözlem kaybedebilir (Madsen, 2007).

- $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \varepsilon_t$ veya $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \varepsilon_t$

Trend durağan yaklaşımında ise seri öncelikle aşağıdaki eşitlikte ifade edildiği gibi trendden arındırılır. Trendden arındırılan seri için fark alınarak durağanlaştırılır (Madsen, 2007).

- $Y_t - \beta Trend = \alpha + \varepsilon_t$

2.3. Vektör Otoregresif Model (VAR)

VAR (Vektör Otoregresyon) analizi, 1970'lerin sonlarında Nobel ödüllü ekonomist Christopher A. Sims tarafından geliştirilmiştir. Sims, VAR modelini, genellikle temel veri üretme süreci hakkındaki kısıtlayıcı varsayımlara dayanan geleneksel ekonometrik modellere esnek bir alternatif olarak geliştirmiştir. VAR modeli, birden fazla zaman serisi değişkeni arasındaki dinamik ilişkileri analiz etmek için kullanılan bir istatistiksel modeldir. AR modeli, tek bir zaman serisi değişkeninin kendi geçmiş değerleri ile olan ilişkisini modellerken, VAR modeli birden fazla zaman serisi değişkenini ve aralarındaki ilişkileri modellemek için kullanılır. VAR modeli, her bir değişkenin kendi geçmiş değerleri ile sistemdeki diğer tüm değişkenlerin geçmiş değerlerinden etkilendiği varsayımına dayanır. Bu nedenle, her bir değişken, kendi geçmiş değerleri ve sistemdeki diğer tüm değişkenlerin geçmiş değerleri ile lineer bir ilişki içindedir. VAR modelinin uygulanabilirliği için kullanılan değişkenler durağan olmalıdır (Yamak & Erdem, 2017).

2.3.1. İki Değişkenli VAR Modelinin Gösterimi-1

Var modelinin basit gösterimi matris gösterimi ve denklem gösterimi ile yapılmaktadır (Yamak & Erdem, 2017). İki değişkenli VAR modeli matris ve denklem şeklinde gösterimleri aşağıda gösterim-1 verilmiştir;

A) *Matris Gösterimi*

$$\begin{bmatrix} Z_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{t-1} \\ X_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1,t} \\ e_{2,t} \end{bmatrix}$$

B) *Denklem Gösterimi*

$$Z_t = c_1 + a_{11}Z_{t-1} + a_{12}X_{t-1} + e_{1,t}$$

$$X_t = c_2 + a_{21}Z_{t-1} + a_{22}X_{t-1} + e_{2,t}$$

2.3.2. İki Değişkenli VAR Modelinin Gösterimi-2

Var modelinin basit gösterimi matris gösterimi ve denklem gösterimi ile yapılmaktadır (Yamak & Erdem, 2017). İki değişkenli VAR modeli matris ve denklem şeklinde gösterimleri aşağıda gösterim-2 verilmiştir;

A) *Matris Gösterimi*

$$\begin{bmatrix} Z_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{t-1} \\ Z_{t-2} \\ X_{t-1} \\ X_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1,t} \\ e_{2,t} \end{bmatrix}$$

B) *Denklem Gösterimi*

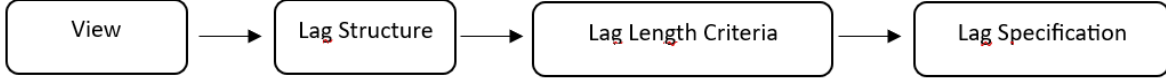
$$Z_t = C_1 + a_{11}Z_{t-1} + a_{12}Z_{t-2} + a_{13}X_{t-1} + a_{14}X_{t-2} + e_{1,t}$$

$$X_t = C_2 + a_{21}Z_{t-1} + a_{22}Z_{t-2} + a_{23}X_{t-1} + a_{24}X_{t-2} + e_{2,t}$$

VAR analizinin yapılabilmesi için durağan bir serinin mevcut olmalıdır. Serinin durağanlığı sağlandıktan sonra EViews programında ‘Quick: Estimate VAR’ ifadesine tıklanarak sistem çalıştırılır (Yamak & Erdem, 2017). VAR analizi 2 aşamada gerçekleşir

(Yamak & Erdem, 2017). Birinci aşamada optimal gecikme uzunluğu belirlenir. İkinci aşamada ise AR kökleri incelenir.

A) Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi:



B) AR Köklerinin İncelenmesi



Genel olarak, VAR analizinin amacı, çoklu zaman serisi değişkenlerinden oluşan bir sistemin davranışının kapsamlı ve dinamik bir şekilde anlaşılmasını sağlamak ve bu değişkenler arasındaki etkileşimleri belirlemektir (Yamak & Erdem, 2017). Buna ek olarak VAR analizi geleceğe yönelik tahminlerde de bulunur.

2.4. Granger Nedensellik Testi

Clive Granger tarafından 1960'lı yıllarda geliştirilmiştir. Granger nedensellik testi, bir zaman serisi değişkeninin başka bir zaman serisi değişkenini tahmin etmek için kullanılıp kullanılamayacağını belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Granger Testine göre eğer bir X değişkeni bir Y değişkenine Granger (neden) oluyorsa, X'in geçmiş değerleri, Y'nin yalnızca geçmiş değerlerini kullanarak gelecekteki değerlerini tahmin etmeye yardımcı olan bilgi içermelidir. Bu, X ve Y arasında nedensel bir ilişki olabileceğini gösterir. Granger nedensellik testi, X ve Y değişkenlerini içeren bir model ile yalnızca Y değişkenini içeren bir modelin tahmin gücünü karşılaştırarak bu durumun gerçekleşip gerçekleşmediğini değerlendirir. Granger Nedensellik Testi uygulanabilmesi için ilk olarak zaman serisi değişkenleri (X ve Y) tanımlanır. Ardından VAR modelinin gecikme sırasını belirlenir. Gecikme sırası, her değişkenin gelecekteki değerlerini tahmin etmek için kullanılan geçmiş değerlerin sayısını belirler. VAR modelinin katsayıları, maksimum olabilirlik veya başka uygun bir yöntem kullanarak tahmin edilir. Bu noktada tahmin edilen model iki değişkeni de içermektedir. Granger nedensellik testi, iki değişkeni de içeren bir model ile yalnızca Y değişkenini içeren bir modelin tahmin gücünü karşılaştırarak yapılır (Yamak & Erdem, 2017).

- Granger Nedensellik Testi için Kullanılan Modeller

$$\text{Denklem (a): } Y_t = \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t}$$

$$\text{Denklem (b): } Y_t = \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{2t}$$

Granger Nedensellik Testi sonucu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinde dört farklı sonuç söz konusudur (Granger ve ark., 1986).

- Değişkenler arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Denklem (a) için β_1 'ler 0'dan farklıdır. Denklem (b) için γ_i 'ler sıfırdan farksızdır. X, Y'nin nedenidir. Y, X'in sonucudur.
- Değişkenler arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Denklem (a) için β_1 'ler 0'dan farksızdır. Denklem (b) için γ_i 'ler sıfırdan farklıdır. Y, X'nin nedenidir. X, Y'nin sonucudur.
- Değişkenler arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Denklem (a) için β_1 'ler 0'dan farklıdır. Denklem (b) için γ_i 'ler sıfırdan farklıdır.
- Değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoktur. Denklem (a) için β_1 'ler 0'dan farksızdır. Denklem (b) için γ_i 'ler sıfırdan farksızdır. Y, X'in nedenidir ancak X, Y'nin sonucu değildir veya X, Y'nin nedenidir ancak Y, X'in sonucu değildir.

2.5. Johansen-Juselius Eş-Bütünleşme Testi

Johansen-Juselius Eş-bütünleşme Testi, iki veya daha fazla zaman serisinin eş-bütünleşip bütünleşmediğini belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir, yani tesadüften kaynaklanmayan uzun vadeli bir ilişkinin olup olmadığını araştırır. Johansen-Juselius Eş-bütünleşme Testinin uygulanabilirliği için ilk olarak kullanılan zaman serisinin uygun gecikme uzunluğunun saptanması ve entegrasyon düzeninin belirlenmesi gerekmektedir. Zaman serisinin entegrasyon düzeni ADF Testi veya Phillips-Perron (PP) Testi kullanılarak belirlenebilir. Uygun gecikme uzunluğunun saptanması ise VAR Testi kullanılarak yapılır. Bu işlem VAR modeli altında Lag Structure (Gecikme Yapısı) seçilmesi sonucu uygun gecikme uzunluğu saptanır. Uygun gecikme yapısının saptanmasının ardından Johansen-Juselius sisteminde koentegrasyon testi yapılarak test sonuçları, zaman serilerinin

eş-bütünleşmiş olduğunu gösteriyorsa, eş-bütünleşen vektörler yorumlanarak zaman serileri arasındaki uzun dönem ilişkileri açıklanır (Yamak & Erdem, 2017).

Johansen-Juselius Eş-bütünleşme Testi sonuçlarının yorumlanması, eş-bütünleşen vektörlerin incelemesi ile yapılır. Eş-bütünleşen vektörler, zaman serileri arasındaki uzun dönem ilişkileri temsil eder. Yani, kısa dönem dalgalanmaları düzeltildikten sonra, zaman serilerinin birbirleriyle ilişkilerinin nasıl olduğunu gösterir. Ayrıca, test sonuçları uzun dönem esneklik katsayılarını da ortaya koyar. Bu da bağımsız değişkenlerdeki %1'lik artışın bağımlı değişkeni % kaç oranda etkileyeceğine dair bir yanıt sunar (Yamak & Erdem, 2017).

2.6. Census X-12 ARIMA Yöntemi

Census X-12 ARIMA modeli, Bureau of Census birimi tarafından geliştirilen, zaman serisi verilerinin mevsimsel olarak düzenlenmesi için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. X-12 ARIMA modeli, bir zaman serisinin mevsimsel bileşenini belirlemek ve mevsimsellikten arındırmak için tek değişkenli zaman serisi analizi ve mevsimsel ayrışmanın bir kombinasyonunu kullanır. Model önce zaman serilerini üç bileşene ayırır: trend, mevsimsel ve düzensiz. Daha sonra kalan eğilim ve düzensiz bileşenleri tahmin etmek ve arındırmak için her bileşene ayrı ayrı ARIMA modelleri uygular. Son olarak, mevsimsellikten arındırılmış bir zaman serisi üretmek için ayarlanmış bileşenleri birleştirir. X-12 ARIMA modeli oldukça esnektir ve çok frekanslı karmaşık mevsimsel modeller de dâhil olmak üzere çok çeşitli mevsimsel modelleri uygulayabilir. Ayrıca aykırı değerleri, eksik verileri ve zaman içindeki mevsimsel modeldeki değişiklikleri de uygulayabilir. X-12 ARIMA modelinin avantajlarından biri, model tarafından açıklanan değişkenlik yüzdesi, mevsimsel etkilerin büyüklüğü ve kalan düzensiz bileşenlerin büyüklüğü gibi ayrıntılı tanımlama yeteneğidir. Bu bilgiler, mevsimsel düzenlemenin etkinliğini değerlendirmek ve temel verilerle ilgili sorunları belirlemek için oldukça yararlıdır (Yamak & Erdem, 2017).

Census X-12 ARIMA modeli, mevsimsel bileşenler arındırıldıktan sonra, zaman serilerinin gelecekteki değerleri hakkında tahminlerde bulunmak için zaman serisi tahmin teknikleri gibi diğer istatistiksel yöntemleri de kullanır. Bu yöntemlerin kullanımı için öncelikle tahmin edilmesi istenilen zaman serisi verilerini toplanır ve düzenlenir. Ardından, mevsimsel bileşeni tahmin etmek ve arındırmak için X-12 ARIMA modeli zaman serisi verilerine uygulanır. Bu, tahmin için kullanılabilecek mevsimsellikten arındırılmış bir zaman serisi üretilmesini sağlar. Mevsimsellikten arındırılmış zaman serisinin trend

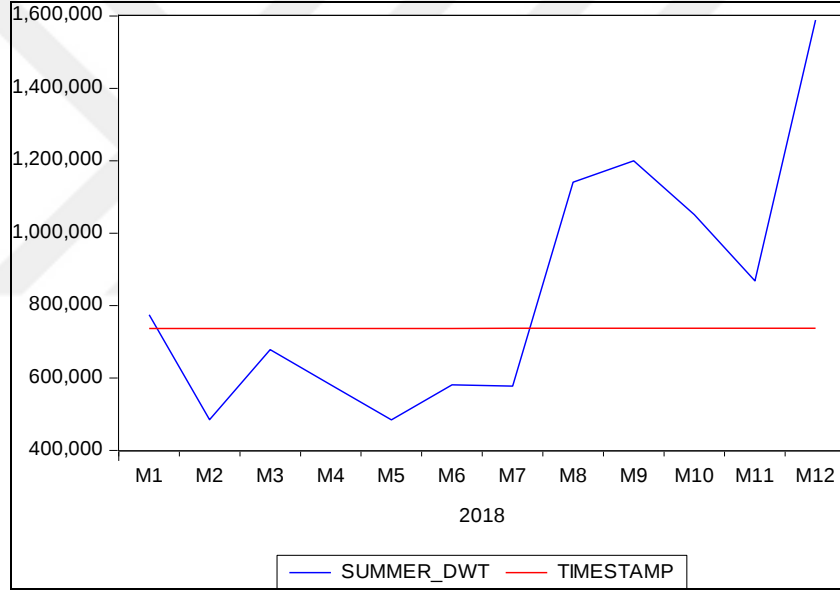
bileşenini tahmin etmek için ARIMA zaman serisi regresyon tekniği kullanılarak bir eğilim tahmini üretilir. Zaman serisinin gelecekteki değerlerinin tahminlerini oluşturmak için trend tahminine ARIMA zaman serisi tahmin yöntemi uygulanarak sonuçlar elde edilir (Yamak & Erdem, 2017).



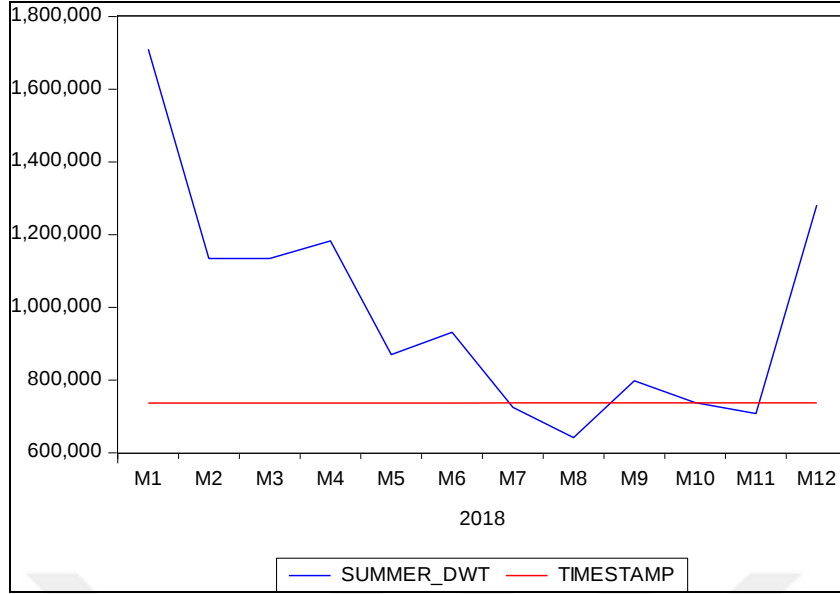
3. BULGULAR

3.1. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2018

2018 yılında Rusya'nın Sabetta ve Prigorodnoye Limanlarına gelen LNG tankerlerin taşıdıkları LNG miktarlarının EViews programı kullanılarak mevsimsel alt serileri belirlenmiştir (Şekil 18 ve Şekil 19). Sabetta limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu birçok ayda (Mart, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim) Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Nisan, Haziran ve Aralık aylarında ise iki liman benzer bir eğilim göstermektedir.



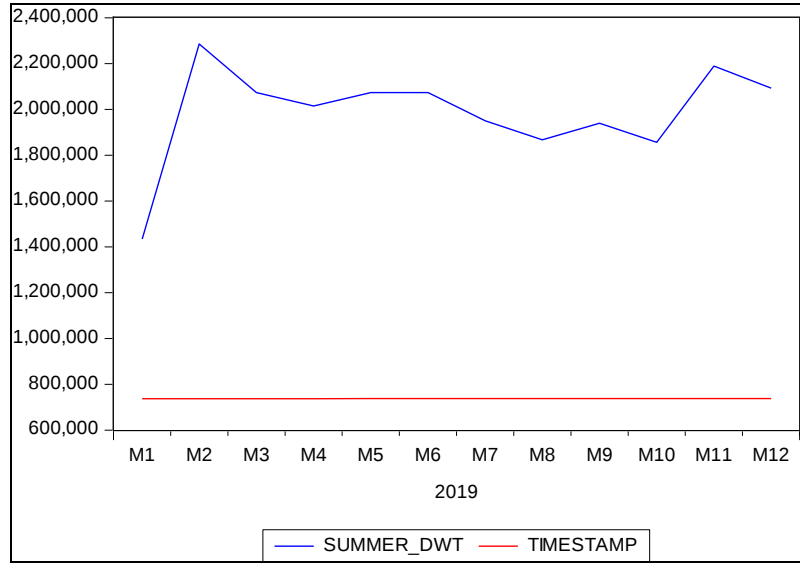
Şekil 18. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2018



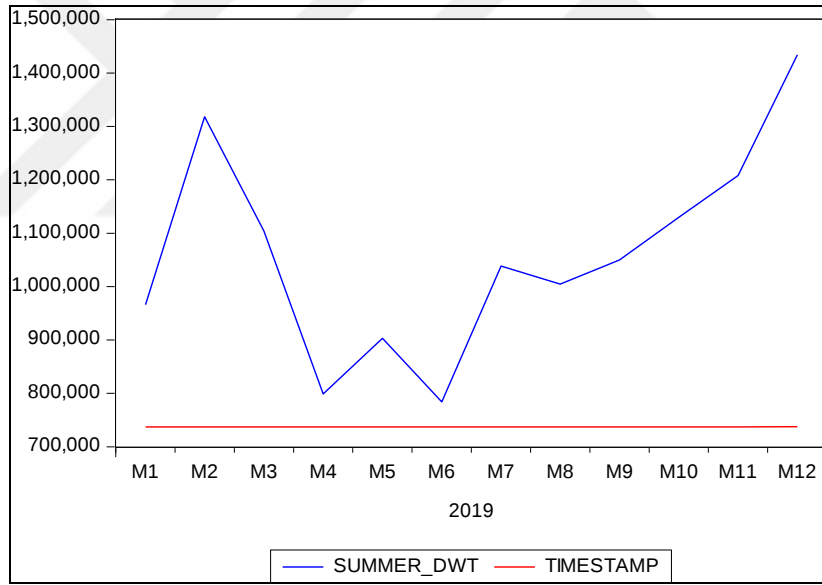
Şekil 19. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2018

3.1.1. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2019

2019 yılında Rusya'nın Sabetta ve Prigorodnoye Limanlarına gelen LNG tankerlerin taşıdıkları LNG miktarlarının EViews programı kullanılarak mevsimsel alt serileri incelenmiştir (Şekil 20 ve Şekil 21). Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Nisan, Haziran, Kasım aylarında Sabetta limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Ocak ve Şubat ayında iki liman benzer bir eğilim göstermektedir. Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu Temmuz, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında Sabetta limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



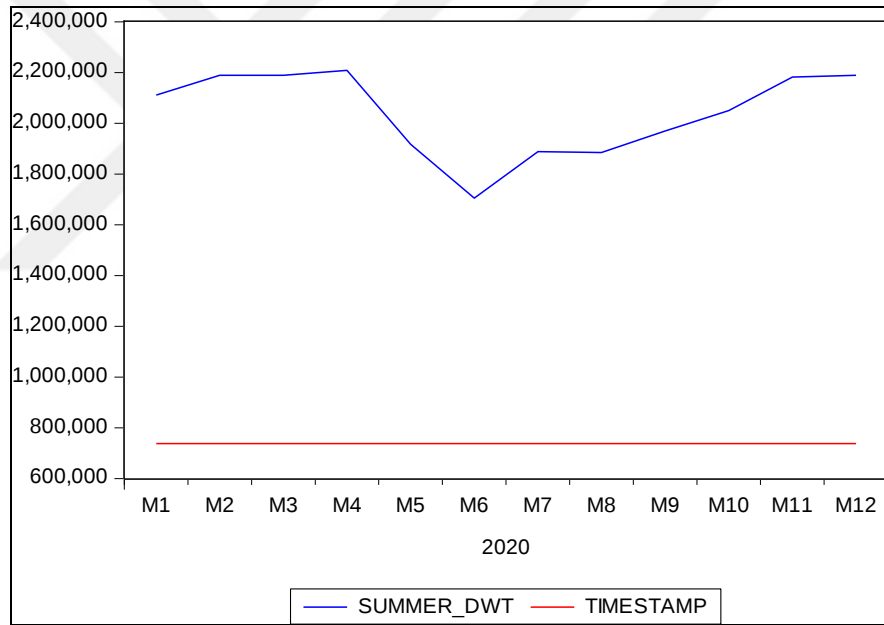
Şekil 20. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2019



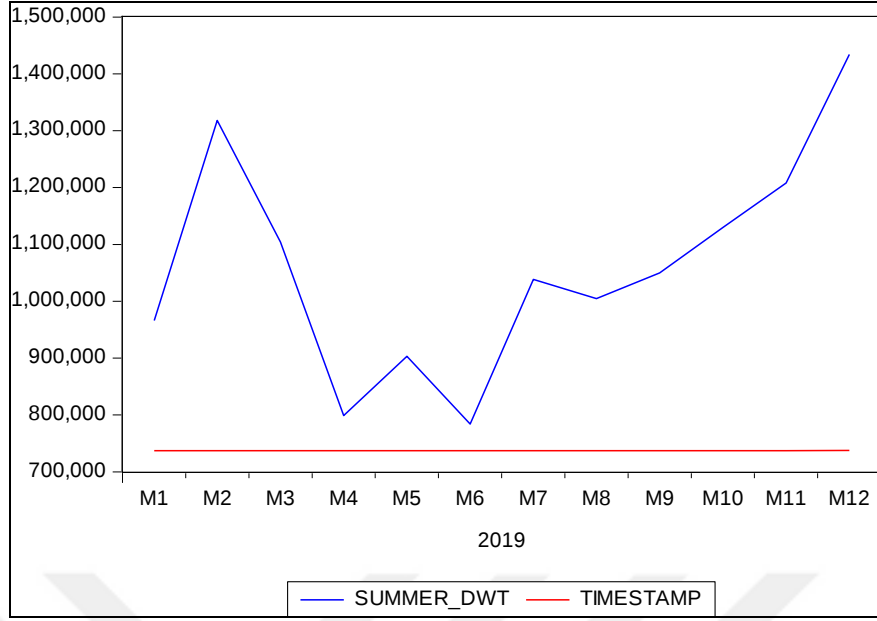
Şekil 21. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2019

3.1.2. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2020

2020 yılında Rusya'nın Sabetta ve Prigorodnoye Limanlarına gelen LNG tankerlerin taşıdıkları LNG miktarlarının EViews programı kullanılarak mevsimsel alt serileri incelenmiştir (Şekil 22 ve Şekil 23). Sabetta limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Mayıs ve Aralık aylarında Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Şubat, Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım ayında iki liman da benzer şekilde bir artış eğilimi görülmektedir. Haziran ayında ise iki limanda da azalış eğilimi görülmektedir. Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Ocak, Mart, Nisan ve Ağustos aylarında Sabetta limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



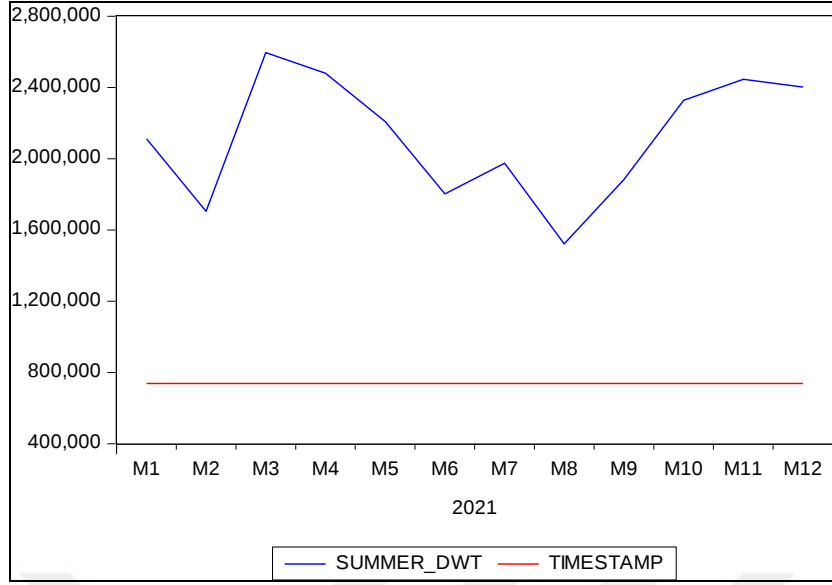
Şekil 22. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2020



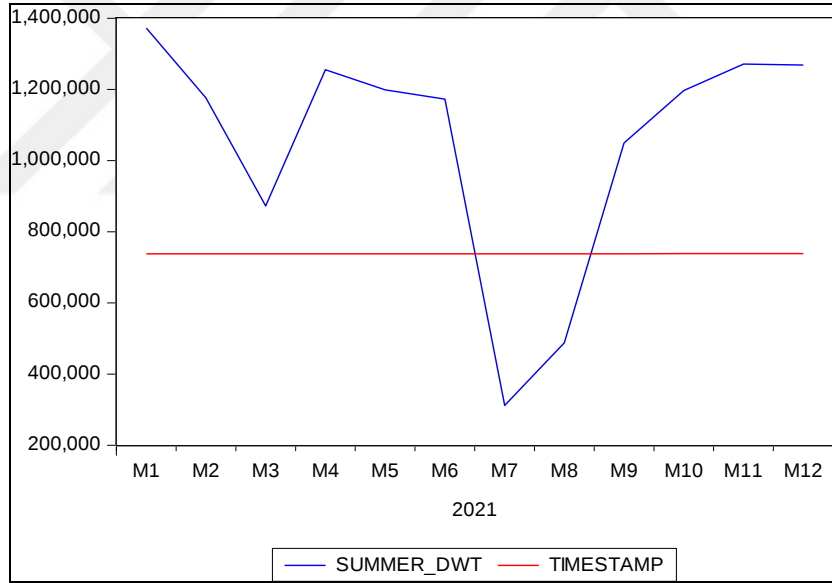
Şekil 23. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2020

3.1.3. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2021

2021 yılında Rusya'nın Sabetta ve Prigorodnoye Limanlarına gelen LNG tankerlerin taşıdıkları LNG miktarlarının EViews programı kullanılarak mevsimsel alt serileri incelenmiştir (şekil 24 ve şekil 25). Sabetta limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Nisan ve Aralık aylarında Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Ocak, Eylül, Ekim ve Kasım ayında iki liman da benzer şekilde bir artış eğilimi görülmektedir. Şubat, Mayıs ve Haziran aylarında ise iki limanda da azalış eğilimi görülmektedir. Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Mart ve Temmuz aylarında Sabetta limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 24. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2021

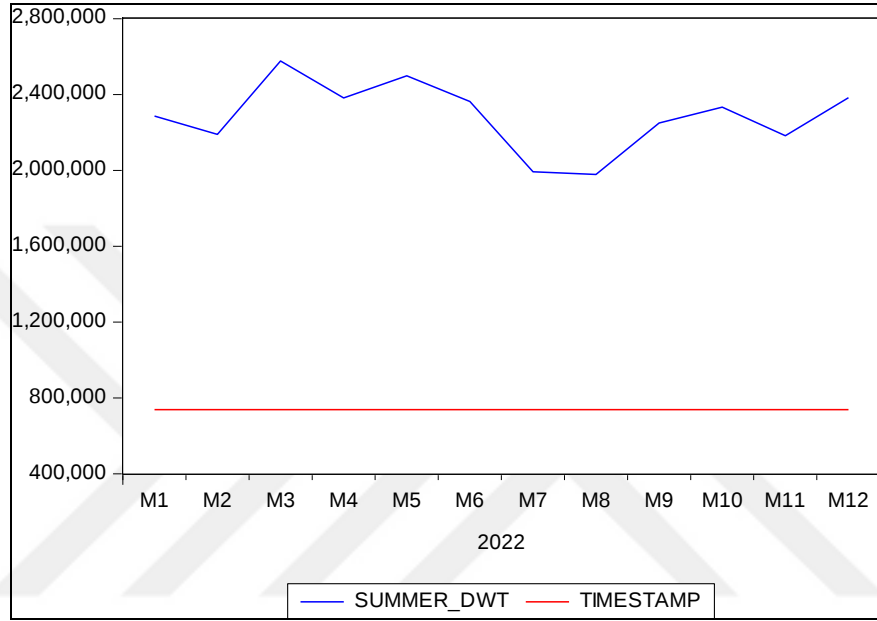


Şekil 25. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2021

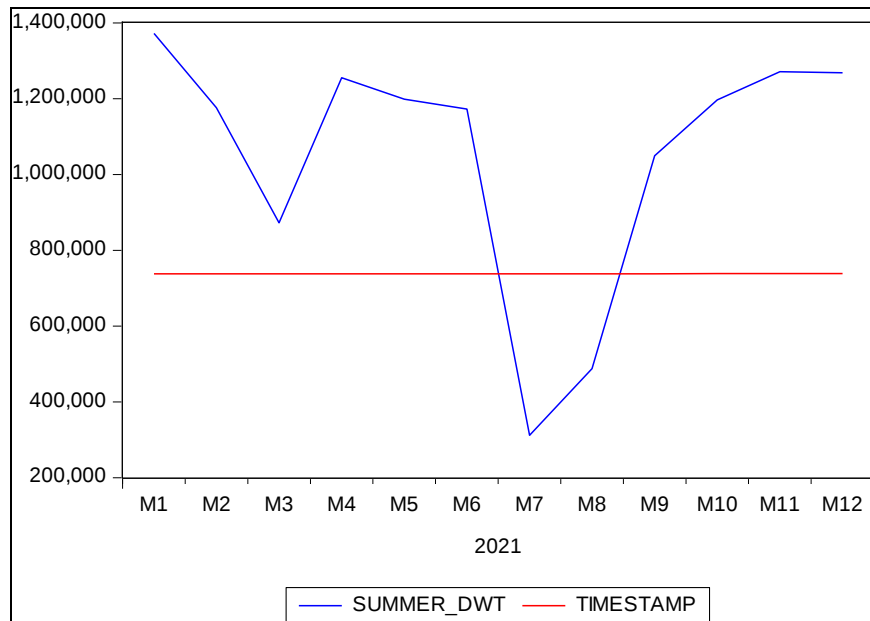
3.1.4. Sabetta ve Prigorodnoye Limanları Mevsimsel Alt Serileri, 2022

2021 yılında Rusya'nın Sabetta ve Prigorodnoye Limanlarına gelen LNG tankerlerin taşıdıkları LNG miktarlarının EViews programı kullanılarak mevsimsel alt serileri incelenmiştir (şekil 26 Ve şekil 27). Sabetta limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Nisan, Ağustos ve Kasım aylarında Prigorodnoye limanına gelen LNG

miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Ocak, Eylül ve Ekim ayında iki liman da benzer şekilde bir artış eğilimi görülmektedir. Şubat, Temmuz ve Haziran aylarında ise iki limanda da azalış eğilimi görülmektedir. Prigorodnoye limanına gelen LNG miktarının azalış eğiliminde olduğu Mart, Mayıs ve Aralık aylarında Sabetta limanına gelen LNG miktarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 26. Sabetta Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2022



Şekil 27. Prigorodnoye Limanı Mevsimsel Alt Serisi, 2022

3.2. Arktik Deniz Buzu ile Sabetta Limanına Gelen LNG Tankerleri Arasındaki Nedensellik İlişkisinin İncelenmesi

Deniz buzu gemi seyir rotlarını değiştirmekte bazı durumlarda o bölgede seyir yapılmasına imkânsız hale getirmektedir. Arktik Deniz buzu ve Sabetta limanına gelen LNG tankerleri arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenebilmesi için Granger Nedensellik testi 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 yılları için ayrı ayrı uygulanmıştır. Granger Nedensellik Testi uygulanabilmesi için ilk olarak ADF testi yapılarak veriler durağanlaştırılmıştır. Durağanlık seviyesine gelen veya durağanlığa en yakın noktaya ulaşılan veriler VAR modeli kullanılmıştır. Sabetta limanına gelen LNG tankerleri ve Arktik deniz buzu arasındaki dinamikler belirlenmiştir bu yöntemle belirlenmiştir. VAR modeli ile elde edilen sonuçlar kullanılarak Granger Nedensellik Testi uygulanmış ve Arktik deniz buzu ile Sabetta limanına gelen LNG tankerleri arasındaki nedensellik ilişkisi ortaya konmuştur.

3.2.1. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2018

ADF Testi sırasıyla önce Sabetta serisine ardından da Arktik Deniz Buzu serisine uygulanmıştır. Sabetta serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Sabetta serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Sabetta serisi için sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic = -0.685604
- 1% seviyesi = -4.200056 < -0.685604
- 5% seviyesi = -3.175352 < -0.685604
- 10% seviyesi = -2.728985 < -0.685604

İkinci aşamada, Sabetta serisi için sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi sonucu Sabetta serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Sabetta serisi için sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmış sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic: -1.347324
- 1% level: -5.835186 < -1.347324

- 5% level: $-4.246503 < -1.347324$
- 10% level: $-3.590496 < -1.347324$

Üçüncü aşamada, Sabetta serisi için sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta serisi için 1.seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Sabetta serisi için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmış sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic: -2.252328
- 1% level: $-4.582648 < -2.252328$
- 5% level: $-3.320969 < -2.252328$
- 10% level: $-2.801384 < -2.252328$

4. aşamada, Sabetta serisi için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta serisi için yapılan ADF testinde t-istatistik değeri 1%, 5% ve 10% değerlerinden küçük olduğu için 1.seviyede sabitli+trendli olarak durağan hale gelmiştir (Tablo 8.)

Tablo 8. Sabetta, 1. Seviyesinde Sabitli+Trendli

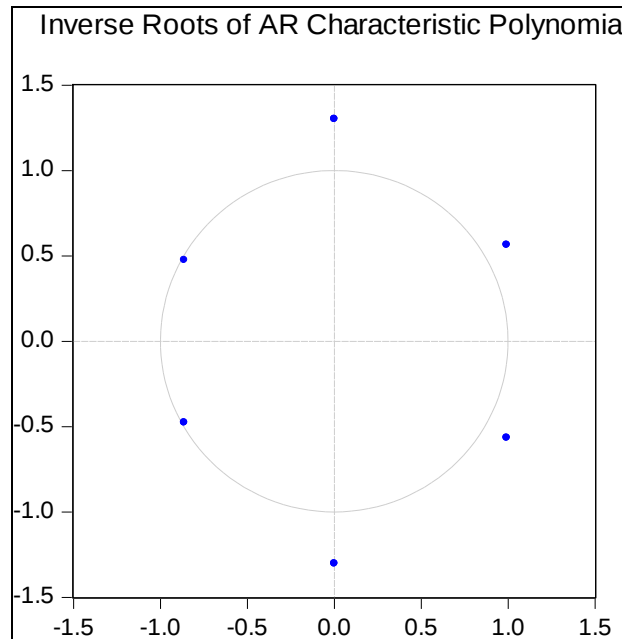
Null Hypothesis: D(SABETTA) has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 3 (Automatic- based on AIC, maxlag=3)				
			t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-10.48163	0.0006
Test critical values:	1% level		-6.292057	
	5% level		-4.450425	
	10% level		-3.701534	

Arktik Deniz Buzu serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. İkinci aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi sonucu Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Üçüncü aşamada,

Arktik Deniz Buzu serisi için sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Arktik Deniz Buzu serisi için 1.seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. 4. aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta serisi için yapılan ADF testinde t-istatistik değeri 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için 1.seviyede sabitli+trendli modelde durağan değildir. Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan ADF testlerinde, seri durağanlaşmamıştır. Seri için 2.farklılaştırma sabitli+trendli modeli alınamamıştır. Çünkü seri durağanlaşacak trende sahip değildir. Yani seri durağanlaşabileceği en son noktaya gelmiştir.

3.2.2. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2018

ADF Testi ile Sabetta limanı ve Arktik Deniz Buzu Serilerinin durağanlaştırılması/ durağanlaşabileceği en son noktaya getirilmesi sonucu elde edilen veriler için VAR modeli uygulanmıştır. VAR modelinin uygulanması sonucunda AR karakteristik polinomunun ters kökleri hesaplanarak sürecin durağan olup olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 28).



Şekil 28. Sabetta Limanı-Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2018

EViews ters kökleri gösterir (köklerin tersi). Tüm ters kökler eşdeğer olarak birim çember içindeyse, süreç durağandır. Karakteristik AR polinomunun ters köklerini bildirir (Lütkepohl, 1991). Tüm köklerin modülü birden küçükse ve birim çemberin içerisindeyse, tahmin edilen VAR modeli kararludur (durağandır). 2018 yılı için hesaplanan AR karakteristik polinomunda tüm köklerin modülü birim çemberin içerisinde değildir. Bu sebeple VAR modeli kısmen kararludur (durağandır).

3.2.3. Granger Nedensellik Testi, 2018

Granger Nedensellik Testinin uygulanmasından Sabetta Limanı bağımlı değişken, Arktik Deniz Buzu ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Prob değeri %10 anlamlılık düzeyinde birinci aşamada H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada ise H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir olarak kabul edilmiştir.

Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu serilerinin 2018 yılı için hesaplanan Granger Nedensellik Testi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Granger Nedensellik Testi 2018

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests				
Date: 04/23/23 Time: 18:05				
Sample: 2018M01 2018M12				
Included observations: 9				
Dependent variable: SABETTA				
Excluded	Chi-sq	df	Prob.	
SEA_ICE	11.00769	3	0.0117	
All	11.00769	3	0.0117	
Dependent variable: SEA_ICE				
Excluded	Chi-sq	df	Prob.	
SABETTA	83.03569	3	0.0000	
All	83.03569	3	0.0000	

Birinci aşamada, Sabetta Limanı bağımlı değişken olarak kabul edilerek, Sabetta Limanı için yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda Prob 10% anlamlılık düzeyinde

H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob değeri bu aşamada $0.0117 > 0.10$ olduğu için $D(\text{SABETTA LİMANI})D(\text{ARKTİK DENİZ BUZU})$ serisinin nedeni değildir. H_0 hipotezi kabul edilirken, H_a hipotezi reddedilir. Yani Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir.

İkinci aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi bağımlı değişken kabul edilerek, Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda Prob:10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilir. H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir olarak kabul edilir. Prob: $0.0000 < 0.10$ olduğu için $D(\text{ARKTİK DENİZ BUZU}) D(\text{SABETTA LİMANI})$ serisinin nedenidir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir. H_0 hipotezi reddedilirken, H_a hipotezi kabul edilir.

Arktik Deniz Buzu ve Sabetta Limanı serisi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değilken, Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir.

3.2.4. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2018

Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi ile 2018 yılı için Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisini nasıl ve ne kadar etkilediği hesaplanmıştır. Bu noktada Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini pozitif yönlü veya negatif yönlü olmak üzere iki farklı şekilde etkileyebilir. 2018 yılı için Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi kullanılarak yapılan Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2018

Date: 04/23/23 Time: 18:06				
Sample (adjusted): 2018M03 2018M12				
Included observations: 10 after adjustments				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: SEA_ICE SABETTA				
Lags interval (in first differences): 1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.834237	26.51521	15.49471	0.0008
At most 1 *	0.574431	8.543277	3.841466	0.0035
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized		Max-Eigen	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.834237	17.97193	14.26460	0.0124
At most 1 *	0.574431	8.543277	3.841466	0.0035
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'*S11*b=I):				
SEA_ICE	SABETTA			
-0.148322	2.57E-06			
-0.779335	-1.18E-05			
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):				
D(SEA_ICE)	1.116898	-0.346804		
D(SABETTA)	-29107.54	207955.6		
1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	-146.1829	
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
SEA_ICE	SABETTA			
1.000000	-1.74E-05			
	(5.8E-06)			
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(SEA_ICE)	-0.165660			
	(0.04095)			
D(SABETTA)	4317.283			
	(16632.8)			

Tablo 10'a göre Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisine etkisi aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmıştır:

- $-1.74E-05 = -1.74E-05 \times 10^{-0} = -0.000017$

Arktik Deniz Buzu serisinde artı yönde gerçekleşen 1 birim değişim Sabetta Limanı serisinde -0.000017 birim değişiklik meydana gelecektir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini eksi yönde etkilemektedir.

3.2.5. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2019

ADF Testi sırasıyla önce Sabetta Limanı serisine ardından da Arktik Deniz Buzu serisine uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden küçük olduğu için seri seviyesinde sabitli modelde durağandır (Tablo 11).

Tablo 11. Sabetta, Seviyesinde Sabitli

Null Hypothesis: SABETTA has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=3)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.822100	0.0003
Test critical		
values:	1% level	-4.200056
	5% level	-3.175352
	10% level	-2.728985

Arktik Deniz Buzu serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği t-statistic değeri %1 değerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. İkinci aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı seviyesinde sabitli+trendli farkı alınarak serinin durağan olup olmadığı tekrar incelenmiştir. Seviyesinde sabitli+trendli farkı alınması sonucu Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli+trendli modelde durağan değildir. Üçüncü aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi sabitli+trendli modelde durağan olmadığından dolayı Arktik Deniz Buzu serisi için 1.seviyede farkı alınarak serinin durağan olup olmadığına yeniden bakılmıştır. Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri 1. Seviyede sabitli modelde

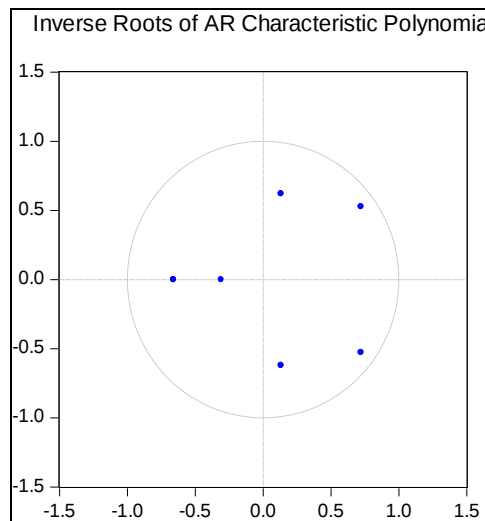
durağan değildir. 4. aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için 1. Seviyede sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı Arktik Deniz Buzu serisi için 1.seviyede sabitli+trendli modeli uygulanmıştır. 4. Aşama sonucunda serinin 1.farkında sabitli+trendli modelde t-statistic değeri kritik değerlerden küçük hale gelmiştir. Yani seri durağandır (Tablo 12).

Tablo 12. Arktik Deniz Buzu, Seviyesinde Sabitli+Trendli

Null Hypothesis: D(SEA_ICE) has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=3)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-43.32779	0.0001
Test critical values: 1% level	-6.292057	
5% level	-4.450425	
10% level	-3.701534	

3.2.6. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2019

ADF Testi ile Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu Serilerinin durağanlaştırılması sonucu elde edilen veriler için VAR modeli uygulanmıştır. VAR modelinin uygulanması sonucunda AR karakteristik polinomunun ters kökleri hesaplanarak sürecin durağan olup olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 29).



Şekil 29. Sabetta Limanı-Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2019

EViews ters kökleri gösterir (köklerin tersi). Tüm ters kökler eşdeğer olarak birim çember içindeyse, süreç durağandır. Karakteristik AR polinomunun ters köklerini bildirir (Lütkepohl, 1991). Tüm köklerin modülü birden küçükse ve birim çemberin içerisindeyse, tahmin edilen VAR modeli kararludur (durağandır). 2019 yılı için hesaplanan AR karakteristik polinomunda tüm köklerin modülü birim çemberin içerisinde. Bu sebeple VAR modeli kararludur (durağandır).

3.2.7. Granger Nedensellik Testi, 2019

Granger Nedensellik Testinin uygulanmasından Sabetta Limanı bağımlı değişken, Arktik Deniz Buzu ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Prob değeri %10 anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada ise H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir olarak kabul edilmiştir. Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu serilerinin 2018 yılı için hesaplanan Granger Nedensellik Testi sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Granger Nedensellik Testi 2019

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 04/22/23 Time: 19:03			
Sample: 1 12			
Included observations: 9			
Dependent variable: SABETTA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SEA_ICE	9.586290	3	0.0224
All	9.586290	3	0.0224
Dependent variable: SEA_ICE			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SABETTA	120.8251	3	0.0000
All	120.8251	3	0.0000

Birinci aşamada, Sabetta Limanı serisi bağımlı değişken olarak kabul edilerek, Prob 10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin

nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.0224>0.10 olduğu için D(SABETTA LİMANI)D (ARKTİK DENİZ BUZU) serisinin nedeni değildir. H_0 hipotezi kabul edilirken, H_a hipotezi reddedilir. Yani Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir.

İkinci aşamada Arktik Deniz Buzu serisi bağımlı değişken kabul edilerek, Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan Granger nedensellik Testi sonucunda Prob:10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.0000 <0.10 olduğu için D (ARKTİK DENİZ BUZU) D (SABETTA LİMANI) serisinin nedenidir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir. H_0 hipotezi reddedilirken, H_a hipotezi kabul edilir.

Arktik Deniz Buzu ve Sabetta Limanı serisi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Sabetta Limanı, Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değilken, Arktik Deniz Buzu, Sabetta Limanı serisinin nedenidir.

3.2.8. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2019

Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi ile 2019 yılı için Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisini nasıl ve ne kadar etkilediği hesaplanmıştır. Bu noktada Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini pozitif yönlü veya negatif yönlü olmak üzere iki farklı şekilde etkileyebilir. 2019 yılı için Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi kullanılarak yapılan Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi tablo 14' de verilmiştir.

Tablo 14. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2019

Date: 04/16/23 Time: 09:57				
Sample (adjusted): 2019M03 2019M12				
Included observations: 10 after adjustments				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: SEA_ICE SABETTA				
Lags interval (in first differences): 1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.982412	47.32777	15.49471	0.0000
At most 1 *	0.499559	6.922646	3.841466	0.0085

Tablo 14'ün devamı

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized		Max-Eigen	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.982412	40.40512	14.26460	0.0000
At most 1 *	0.499559	6.922646	3.841466	0.0085
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'*S11*b=I):				
SEA_ICE	SABETTA			
0.085620	-1.57E-05			
0.528843	-1.82E-05			
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):				
D(SEA_ICE)	1.280169	-0.140556		
D(SABETTA)	93693.51	45274.34		
1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	-123.4575	
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
SEA_ICE	SABETTA			
1.000000	-0.000184			
	(8.0E-06)			
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(SEA_ICE)	0.109608			
	(0.00917)			
D(SABETTA)	8022.048			
	(2281.50)			

Tablo 15'e göre Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisine etkisi aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmıştır:

- $8.0E-06=8.0E-06 \times 10^{-0} = -0.000184$

Arktik Deniz Buzu serisinde artı yönde gerçekleşen 1 birim değişim Sabetta Limanı serisinde -0.000184 birim değişiklik meydana gelecektir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini eksi yönde etkilemektedir.

3.2.9. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2020

ADF Testi sırasıyla önce Sabetta Limanı serisine ardından da Arktik Deniz Buzu serisine uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10%

olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir.

İkinci aşamada, Sabetta Limanı serisi için sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi sonucu Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir.

Üçüncü aşamada, Sabetta Limanı serisi için sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir.

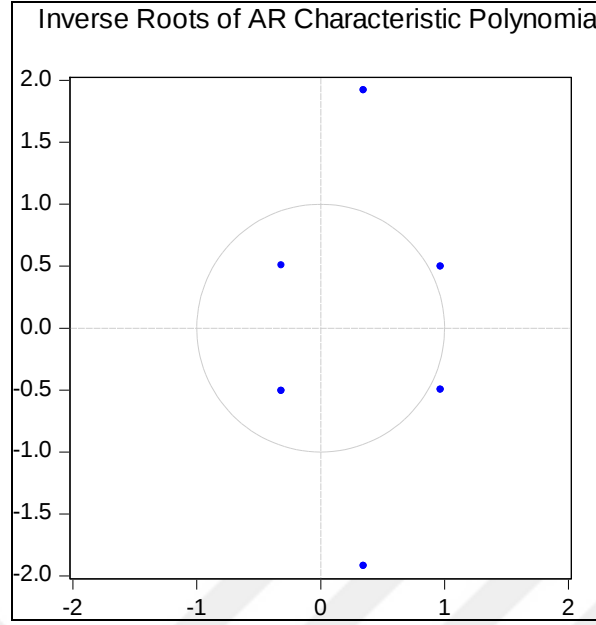
Dördüncü aşamada, Sabetta Limanı serisi için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için yapılan ADF testinde t-istatistik değeri 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için 1.seviyede sabitli+trendli modelde durağan değildir.

2019 yılı Sabetta Limanı serisi için yapılan ADF testlerinde, seri durağanlaşmamıştır. Sabetta Limanı serisi için 2.farklılaştırma sabitli+trendli modeli alınamamıştır. Çünkü seri durağanlaşacak trende sahip değildir. Yani seri durağanlaşabileceği en son noktaya gelmiştir.

Arktik Deniz Buzu serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. Sırasıyla sabitli model, sabitli+trendli model, 1. Seviyesinde sabitli model, 1. Seviyesinde sabitli+trendli model alınmıştır. Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan ADF testlerinde, seri durağanlaşmamıştır. Seri için 2.farklılaştırma sabitli+trendli modeli alınamamıştır. Çünkü seri durağanlaşacak trende sahip değildir. Yani seri durağanlaşabileceği en son noktaya gelmiştir.

3.2.10. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2020

ADF Testi ile Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu Serilerinin durağanlaştırılması sonucu elde edilen veriler için VAR modeli uygulanmıştır. VAR modelinin uygulanması sonucunda AR karakteristik polinomunun ters kökleri hesaplanarak sürecin durağan olup olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 30).



Şekil 30. Sabetta Limanı-Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2020

EViews ters kökleri gösterir (köklerin tersi). Tüm ters kökler eşdeğer olarak birim çember içindeyse, süreç durağandır. Karakteristik AR polinomunun ters köklerini bildirir (Lütkepohl, 1991). Tüm köklerin modülü birden küçükse ve birim çemberin içerisindeyse, tahmin edilen VAR modeli karardır (durağandır). 2020 yılı için hesaplanan AR karakteristik polinomunda tüm köklerin modülü birim çemberin içerisinde değildir ve bazı kökler birim çembere oldukça uzaktır. Bu sebeple VAR modeli karardır değildir (durağan değildir).

3.2.11. Granger Nedensellik Testi, 2020

Granger Nedensellik Testinin uygulanmasından Sabetta Limanı bağımlı değişken, Arktik Deniz Buzu ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Prob değeri %10 anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada ise H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir olarak kabul edilmiştir. Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu serilerinin 2020 yılı için hesaplanan Granger Nedensellik Testi sonuçları tablo 15’ te verilmiştir.

Tablo 15. Granger Nedensellik Testi 2020

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 04/22/23 Time: 18:44			
Sample: 2020M01 2020M12			
Included observations: 9			
Dependent variable: SABETTA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SEA_ICE	1.910075	3	0.5913
All	1.910075	3	0.5913
Dependent variable: SEA_ICE			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SABETTA	7.720477	3	0.0499
All	7.720477	3	0.0499

Birinci aşamada, Sabetta Limanı serisi bağımlı değişken olarak kabul edilerek, Prob 10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilir. Prob: 0.5913 > 0.10 olduğu için D(SABETTA LİMANI)D(ARKTİK DENİZ BUZU) serisinin nedeni değildir. H_0 hipotezi kabul edilirken, H_a hipotezi reddedilir. Yani Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir.

İkinci aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi bağımlı değişken kabul edilerek, Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda Prob: 10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.0499 < 0.10 olduğu için D(ARKTİK DENİZ BUZU)D(SABETTA LİMANI) serisinin nedenidir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir. H_0 hipotezi reddedilirken, H_a hipotezi kabul edilir.

Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değilken, Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir.

3.2.12. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2020

Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi ile 2020 yılı için Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisini nasıl ve ne kadar etkilediği

hesaplanmıştır. Bu noktada Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini pozitif yönlü veya negatif yönlü olmak üzere iki farklı şekilde etkileyebilir. 2020 yılı için Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi kullanılarak yapılan Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi tablo 16’de verilmiştir.

Tablo 16. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2020

Date: 04/16/23 Time: 10:12				
Sample (adjusted): 2020M03 2020M12				
Included observations: 10 after adjustments				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: SEA_ICE SABETTA				
Lags interval (in first differences): 1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.841015	27.31172	15.49471	0.0005
At most 1 *	0.590258	8.922280	3.841466	0.0028
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized		Max-Eigen	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.841015	18.38944	14.26460	0.0105
At most 1 *	0.590258	8.922280	3.841466	0.0028
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'*S11*b=I):				
SEA_ICE	SABETTA			
-0.388474	6.15E-06			
0.122020	-1.14E-05			
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):				
D(SEA_ICE)	1.066181	-0.000733		
D(SABETTA)	28035.41	102854.4		
1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -138.7392				
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
SEA_ICE	SABETTA			
1.000000	-1.58E-05			
	(4.1E-06)			
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(SEA_ICE)	-0.414184			
	(0.07352)			
D(SABETTA)	-10891.03			
	(21319.7)			

Tablo 16'a göre Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisine etkisi aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmıştır:

- $-1.58E-05 = -1.58E-05 \times 10^0 = -0.000016$

Arktik Deniz Buzu serisinde artı yönde gerçekleşen 1 birim değişim Sabetta Limanı serisinde -0.000016 birim değişiklik meydana gelecektir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini eksi yönde etkilemektedir.

3.2.13. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2021

ADF Testi sırasıyla önce Sabetta Limanı serisine ardından da Arktik Deniz Buzu serisine uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Sabetta Limanı serisi için sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic: -2.115768
- 1% level: -4.200056 < -2.115768
- 5% level: -3.175352 < -2.115768
- 10% level: -2.728985 < -2.115768

İkinci aşamada, Sabetta Limanı serisi için sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi sonucu Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Sabetta Limanı serisi için sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmış sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic: -2.008684
- 1% level: -5.124875 < -2.008684
- 5% level: -3.933364 < -2.008684
- 10% level: -3.420030 < -2.008684

Üçüncü aşamada, Sabetta Limanı serisi için sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir. Sabetta Limanı serisi

için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmış sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic: -3.909585
- 1% level: -4.297073 < -3.909585
- 5% level: -3.212696 > -3.909585
- 10% level: -2.747676 > -3.909585

4. aşamada, Sabetta Limanı serisi için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için yapılan ADF testinde t-istatistik değeri 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için 1.seviyede sabitli+trendli olarak durağan değildir. Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmış sabitli modeldeki test istatistiği değerleri aşağıdaki gibidir:

- T-Statistic: -2.671697
- 1% level: -5.521860 < -2.671697
- 5% level: -4.107833 < -2.671697
- 10% level: -3.515047 < -2.671697

Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmış sabitli modelde durağanlaşmadığı için Sabetta Limanı serisi için 2.seviyede sabitli farklılaştırma uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi 2.seviyesinde sabitli farklılaştırmada t-istatistik değeri 1%, 5% ve 10% değerlerinden küçük hale gelmiştir. Yani seri durağandır (Tablo 17).

Tablo 17. Sabetta Limanı, 2. Seviyesinde Sabitli Farklılaştırma

Null Hypothesis: D(SABETTA,2) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=3)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.251563	0.0011
Test critical values: 1% level	-4.420595	
5% level	-3.259808	
10% level	-2.771129	

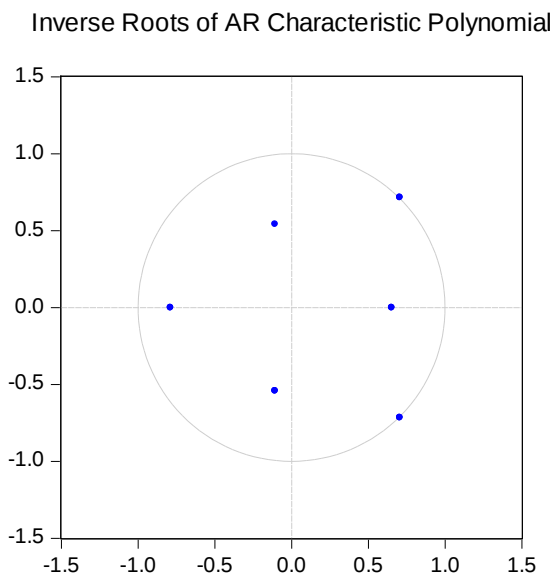
Arktik Deniz Buzu serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi için belirlenen test istatistiği t-statistic değeri %1 değerinden küçük olduğu için seri sabitli modelde durağandır (Tablo 18).

Tablo 18. Arktik Deniz Buzu, Sabitli

Null Hypothesis: SEA_ICE has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.455170	0.0080
Test critical values: 1% level	-4.297073	
5% level	-3.212696	
10% level	-2.747676	

3.2.14. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2020

ADF Testi ile Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu Serilerinin durağanlaştırılması sonucu elde edilen veriler için VAR modeli uygulanmıştır. VAR modelinin uygulanması sonucunda AR karakteristik polinomunun ters kökleri hesaplanarak sürecin durağan olup olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 31).



Şekil 31. Sabetta Limanı -Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2021

EViews ters kökleri gösterir (köklerin tersi). Tüm ters kökler eşdeğer olarak birim çember içindeyse, süreç durağandır. Karakteristik AR polinomunun ters köklerini bildirir (Lütkepohl, 1991). Tüm köklerin modülü birden küçükse ve birim çemberin içerisindeyse, tahmin edilen VAR modeli kararludur (durağandır). 2021 yılı için hesaplanan AR karakteristik polinomunda tüm köklerin modülü birim çemberin içerisinde. Bu sebeple VAR modeli kararludur (durağandır).

3.2.15. Granger Nedensellik Testi, 2021

Granger Nedensellik Testinin uygulanmasından Sabetta Limanı bağımlı değişken, Arktik Deniz Buzu ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Prob değeri %10 anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada ise H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir olarak kabul edilmiştir. Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu serilerinin 2021 yılı için hesaplanan Granger Nedensellik Testi sonuçları tablo 19’ da verilmiştir.

Tablo 19. Granger Nedensellik Testi 2021

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 04/22/23 Time: 18:49			
Sample: 2021M01 2021M12			
Included observations: 9			
Dependent variable: SABETTA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SEA_ICE	4.642662	3	0.1999
All	4.642662	3	0.1999
Dependent variable: SEA_ICE			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SABETTA	6.899218	3	0.0752
All	6.899218	3	0.0752

Birinci aşamada, Sabetta Limanı serisi bağımlı değişken olarak kabul edilerek, Prob 10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin

nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.1999>0.10 olduğu için D(SABETTA LİMANI) D(ARKTİK DENİZ BUZU) serisinin nedeni değildir. H_0 hipotezi kabul edilirken, H_a hipotezi reddedilir. Yani Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir.

İkinci aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi bağımlı değişken kabul edilerek, Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda Prob:10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.0752 <0.10 olduğu için D(ARKTİK DENİZ BUZU) D(SABETTA LİMANI) serisinin nedenidir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir. H_0 hipotezi reddedilirken, H_a hipotezi kabul edilmiştir.

Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Sabetta serisi Arktik Deniz Buzu serisi serisinin nedeni değilken, Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir.

3.2.16. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2021

Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi ile 2021 yılı için Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisini nasıl ve ne kadar etkilediği hesaplanmıştır. Bu noktada Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini pozitif yönlü veya negatif yönlü olmak üzere iki farklı şekilde etkileyebilir. 2021 yılı için Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi kullanılarak yapılan Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi tablo 20' de verilmiştir.

Tablo 20. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2021

Date: 04/16/23 Time: 10:17				
Sample (adjusted): 2021M03 2021M12				
Included observations: 10 after adjustments				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: SEA_ICE SABETTA				
Lags interval (in first differences): 1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.857019	33.72071	15.49471	0.0000
At most 1 *	0.759979	14.27031	3.841466	0.0002

Tablo 20'nin devamı

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized		Max-Eigen	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.857019	19.45041	14.26460	0.0069
At most 1 *	0.759979	14.27031	3.841466	0.0002
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'*S11*b=I):				
SEA_ICE	SABETTA			
-0.224630	5.06E-06			
0.278284	3.20E-07			
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):				
D(SEA_ICE)	-0.050983	-0.986262		
D(SABETTA)	-305471.0	-115751.6		
1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -146.7573				
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
SEA_ICE	SABETTA			
1.000000	-2.25E-05			
	(3.1E-06)			
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(SEA_ICE)	0.011452			
	(0.10377)			
D(SABETTA)	68618.01			
	(16708.9)			

Tablo 20'e göre Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisine etkisi aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmıştır:

- $-2.25E-05 = -2.25E-05 \times 10^{-0} = -0.000023$

Arktik Deniz Buzu serisinde artı yönde gerçekleşen 1 birim değişim Sabetta Limanı serisinde -0.000023 birim değişiklik meydana gelecektir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini eksi yönde etkilemektedir.

3.2.17. ADF Testi ile Durağanlaştırma İşleminin Uygulanması, 2022

ADF Testi sırasıyla önce Sabetta Limanı serisine ardından da Arktik Deniz Buzu serisine uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10%

olarak belirlenmiştir. İlk aşamada, Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir.

İkinci aşamada, Sabetta Limanı serisi için sabitli modelde seri durağanlaşmadığından dolayı seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Seviyesinde sabitli farklılaştırma işlemi sonucu Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir.

Üçüncü aşamada, Sabetta Limanı serisi için sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta Limanı serisi için 1.seviyede sabitli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için belirlenen test istatistiği 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için seri sabitli modelde durağan değildir.

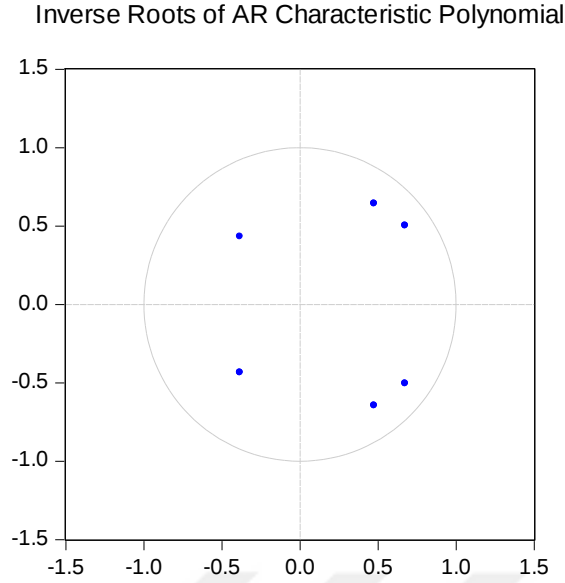
Dördüncü aşamada, Sabetta Limanı serisi için 1. Seviyede sabitli farklılaştırma işlemi sonucunda seri durağanlaşmadığından dolayı Sabetta serisi için 1.seviyede sabitli+trendli farklılaştırma işlemi uygulanmıştır. Sabetta Limanı serisi için yapılan ADF testinde t-istatistik değeri 1%, 5% ve 10% değerlerinden büyük olduğu için 1.seviyede sabitli+trendli modelde durağan değildir.

2022 yılı Sabetta Limanı serisi için yapılan ADF testlerinde, seri durağanlaşmamıştır. Sabetta serisi için 2.farklılaştırma sabitli+trendli modeli alınamamıştır. Çünkü seri durağanlaşacak trende sahip değildir. Yani seri durağanlaşabileceği en son noktaya gelmiştir.

Arktik Deniz Buzu serisi için test istatistiği değerleri 1%, 5% ve 10% olarak belirlenmiştir. Sırasıyla sabitli model, sabitli+trendli model, 1. Seviyesinde sabitli model, 1. Seviyesinde sabitli+trendli model alınmıştır. Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan ADF testlerinde, seri durağanlaşmamıştır. Seri için 2.farklılaştırma sabitli+trendli modeli alınamamıştır. Çünkü seri durağanlaşacak trende sahip değildir. Yani seri durağanlaşabileceği en son noktaya gelmiştir.

3.2.18. ADF Testi Sonucu Elde Edilen Verilere VAR Modelinin Uygulanması, 2022

ADF Testi ile Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu Serilerinin durağanlaştırılması sonucu elde edilen veriler için VAR modeli uygulanmıştır. VAR modelinin uygulanması sonucunda AR karakteristik polinomunun ters kökleri hesaplanarak sürecin durağan olup olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 32)



Şekil 32. Sabetta Limanı -Arktik Deniz Buzu Serisi AR karakteristik polinomunun ters kökleri, 2022

EViews ters kökleri gösterir (köklerin tersi). Tüm ters kökler eşdeğer olarak birim çember içindeyse, süreç durağandır. Karakteristik AR polinomunun ters köklerini bildirir (Lütkepohl, 1991). Tüm köklerin modülü birden küçükse ve birim çemberin içerisindeyse, tahmin edilen VAR modeli kararlıdır (durağandır). 2022 yılı için hesaplanan AR karakteristik polinomunda tüm köklerin modülü birim çemberin içerisindeydir. Bu sebeple VAR modeli kararlıdır (durağandır).

3.2.19. Granger Nedensellik Testi, 2022

Granger Nedensellik Testinin uygulanmasından Sabetta Limanı bağımlı değişken, Arktik Deniz Buzu ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Prob değeri %10 anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada ise H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilirken, H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı nedenidir olarak kabul edilmiştir. Sabetta Limanı ve Arktik Deniz Buzu serilerinin 2022 yılı için hesaplanan Granger Nedensellik Testi sonuçları tablo 21’ de verilmiştir.

Tablo 21. Granger Nedensellik Testi 2022

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 04/22/23 Time: 18:53			
Sample: 2022M01 2022M12			
Included observations: 9			
Dependent variable: SABETTA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SEA_ICE	1.948052	3	0.5833
All	1.948052	3	0.5833
Dependent variable: SEA_ICE			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SABETTA	11.49810	3	0.0093
All	11.49810	3	0.0093

Birinci aşamada, Sabetta Limanı serisi bağımlı değişken olarak kabul edilerek, Prob 10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.5833 > 0.10 olduğu için D(SABETTA LİMANI)D(ARKTİK DENİZ BUZU) serisinin nedeni değildir. H_0 hipotezi kabul edilirken, H_a hipotezi reddedilir. Yani Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değildir.

İkinci aşamada, Arktik Deniz Buzu serisi bağımlı değişken kabul edilerek, Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan Granger nedensellik Testi sonucunda Prob:10% anlamlılık düzeyinde H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. Prob: 0.0093 < 0.10 olduğu için D(ARKTİK DENİZ BUZU) D(SABETTA LİMANI) serisinin nedenidir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir. H_0 hipotezi reddedilirken, H_a hipotezi kabul edilmiştir. Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Sabetta Limanı serisi Arktik Deniz Buzu serisinin nedeni değilken, Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir.

3.2.20. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2022

Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi ile 2022 yılı için Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisini nasıl ve ne kadar etkilediği

hesaplanmıştır. Bu noktada Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini pozitif yönlü veya negatif yönlü olmak üzere iki farklı şekilde etkileyebilir. 2022 yılı için Arktik Deniz Buzu serisi ve Sabetta Limanı serisi kullanılarak yapılan Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi, 2022

Date: 04/16/23 Time: 10:26				
Sample (adjusted): 2022M03 2022M12				
Included observations: 10 after adjustments				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: SEA_ICE SABETTA				
Lags interval (in first differences): 1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.847190	30.57062	15.49471	0.0001
At most 1 *	0.692261	11.78503	3.841466	0.0006
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized		Max-Eigen	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.847190	18.78559	14.26460	0.0090
At most 1 *	0.692261	11.78503	3.841466	0.0006
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'S11*b=I):				
SEA_ICE	SABETTA			
-0.388780	4.39E-06			
0.132074	-8.63E-06			
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):				
D(SEA_ICE)	0.857579	0.464476		
D(SABETTA)	-56038.09	165779.7		
1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -141.9830				
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
SEA_ICE	SABETTA			
1.000000	-1.13E-05			
	(3.0E-06)			
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(SEA_ICE)	-0.333410			
	(0.10580)			
D(SABETTA)	21786.51			
	(31849.4)			

Tablo 22'e göre Arktik Deniz Buzu serisindeki bir birim değişimin Sabetta Limanı serisine etkisi aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmıştır:

- $-1.13E-05 = -1.13E-05 \times 10^{-0} = -0.000011$

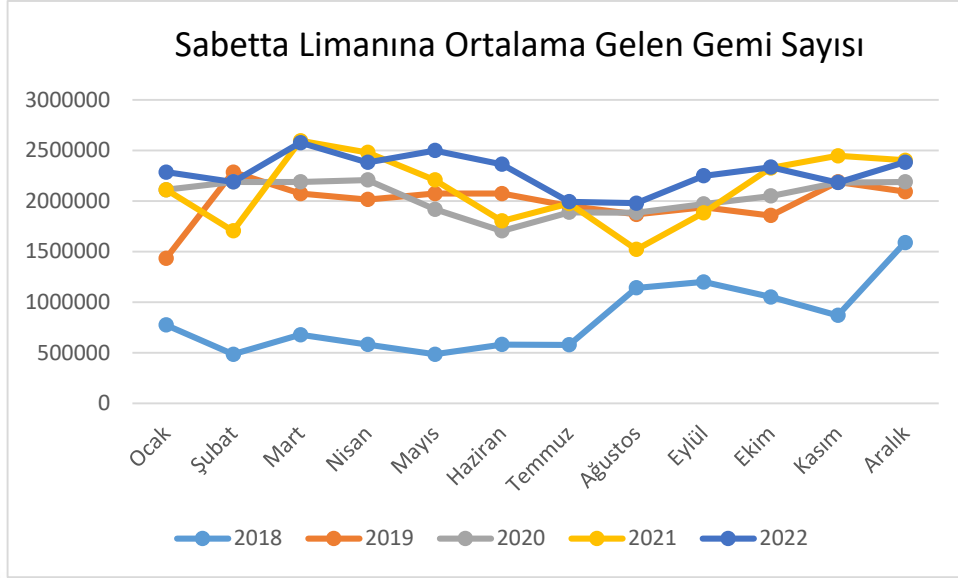
Arktik Deniz Buzu serisinde artı yönde gerçekleşen 1 birim değişim Sabetta Limanı serisinde -0.000011 birim değişiklik meydana gelecektir. Yani Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisini eksi yönde etkilemektedir.

3.3. LNG Gemi Trafiği Tahmini, 2023, 2024 ve 2025

Rusya'nın Sabetta Limanı limanına gelen LNG gemilerine ait 5 yıllık (2018-2022) veri seti kullanılmıştır (Tablo 23.). Buna göre Sabetta Limanına Ortalama Gelen Gemi Sayısı şekil 33'te gösterilmiştir. Census X-12 Yöntemi uygulanarak 2023, 2024 ve 2025 yıllarında Sabetta Limanına kaç DWT LNG girişi yapılacağı tahmin edilmiştir (Tablo 24 ve şekil 34).

Tablo 23. 2018-2022 Sabetta Limanı Gelen LNG DWT Miktarları

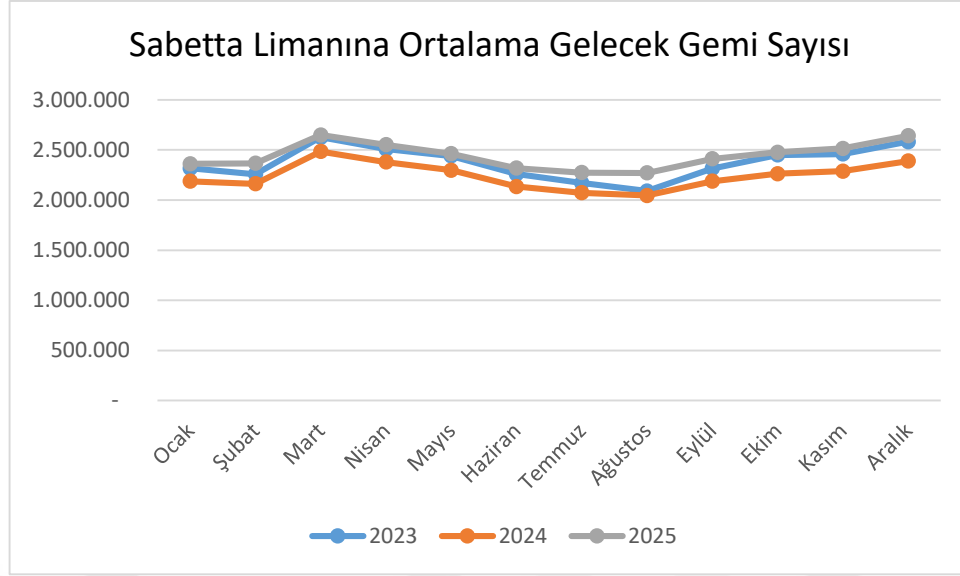
	2018	2019	2020	2021	2022
Ocak	774591	1433689	2111092	2111294	2285700
Şubat	484373	2285652	2189175	1704730	2188809
Mart	677937	2072638	2188846	2595404	2576320
Nisan	581038	2014436	2208119	2479574	2382286
Mayıs	484145	2072718	1917418	2207868	2498874
Haziran	581098	2072811	1704862	1801773	2363176
Temmuz	577525	1949602	1887737	1974536	1991759
Ağustos	1140900	1866828	1884546	1521256	1977773
Eylül	1199426	1939116	1969453	1882525	2249333
Ekim	1051257	1855999	2050044	2326855	2333418
Kasım	868355	2188684	2181928	2445964	2181963
Aralık	1588594	2092057	2189031	2401890	2382551



Şekil 33. Sabetta Limanına Ortalama Gelen Gemi Sayısı

Tablo 24. Sabetta Limanına Gelen LNG DWT Miktarları 2023, 2024 ve 2025 Tahmini

	2023	2024	2025
Ocak	2317521.1	2187126.30	2361561.0
Şubat	2257566.1	2162206.92	2366797.9
Mart	2626752.1	2484873.70	2648321.0
Nisan	2508788.1	2379102.05	2552039.4
Mayıs	2440316.3	2297444.05	2461929.2
Haziran	2260315.6	2135642.15	2317908.3
Temmuz	2169579.3	2072259.06	2274211.1
Ağustos	2090897.6	2045053.19	2270051.2
Eylül	2315297.3	2187164.24	2411706.9
Ekim	2449884.6	2263145.66	2477348.9
Kasım	2459752.4	2288002.15	2515625.7
Aralık	2581908.5	2389416.22	2640885.6

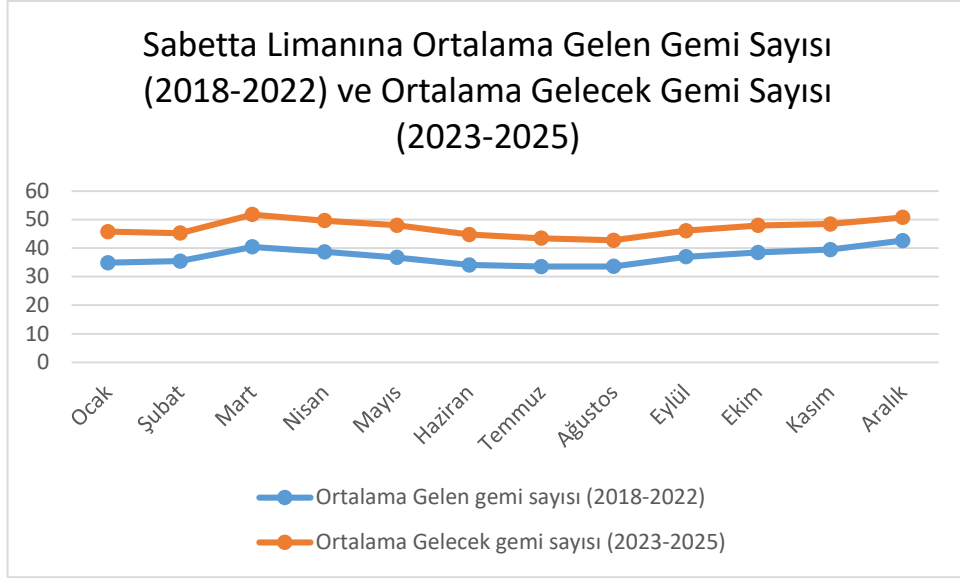


Şekil 34. Sabetta Limanına Ortalama Gelecek Gemi Sayısı

Yıllara göre Ortalama Gelen gemi sayısı (2018-2022) ve Ortalama Gelecek gemi sayısı (2023-2025) Tablo 25’te verilmiş olup dağılımın grafiği şekil 35’te gösterilmiştir.

Tablo 25. Yıllara göre Ortalama Gelen gemi sayısı (2018-2022) ve Ortalama Gelecek gemi sayısı (2023-2025)

Aylar	Ortalama Gelen gemi sayısı (2018-2022)	Ortalama Gelecek gemi sayısı (2023-2025)
Ocak	34,865464	45,774722
Şubat	35,410956	45,24380613
Mart	40,44458	51,73297867
Nisan	38,661812	49,59953033
Mayıs	36,724092	47,99793033
Haziran	34,09488	44,759107
Temmuz	33,524636	43,44032973
Ağustos	33,565212	42,70667993
Eylül	36,959412	46,09445627
Ekim	38,470292	47,93586107
Kasım	39,467576	48,422535
Aralık	42,616492	50,7480688
Toplam Ortalama	37,067117	47,03800044



Şekil 35. Sabetta Limanına Ortalama Gelen Gemi Sayısı (2018-2022) ve Ortalama Gelecek Gemi Sayısı (2023-2025)

4. İRDELEME

Dünyada her geçen gün enerjiye talep artmakta olup Rusya bu sektörde önemli bir aktör haline gelmektedir (Kropatcheva, 2014). Özellikle doğalgaz talebinde Avrupa'nın Rusya'ya olan bağımlılığı doğal gaz tedarikinde Rusya'yı söz sahibi yapmaktadır. Ratner (2022), yaptığı çalışmada bazı Avrupa ülkelerinin tamamen Rusya'dan yapılan doğal gaz ithalatına bağımlı olduğunu söylemiştir. Ratner'a göre enerji Rusya'nın ekonomisinde önemli bir sektördür ve bu sektör içerisinde de doğal gazın kilit bir rolü bulunmaktadır. Öte yandan Rusya'nın doğal gaz pazarının Avrupa'ya yoğunlaşması birtakım politik gerilimler sonucu meydana gelebilecek siyasi yaptırımlar karşısında Rusya'yı hem avantajlı hem de dezavantajlı bir duruma düşürebilir. Kutcherov ve ark. (2020), yaptığı çalışmada doğal gaz ihraç etmeye yönelik mevcut boru hattı yapısının Rusya'yı jeopolitik ve jeoekonomik olarak Rus gazını ihraç etmeye devam etmesi için Avrupa'ya bağımlı kıldığını söylemişlerdir. Bu noktada Rusya hem mevcut ihracat pazarının hem de boru hattı ile doğal gaz ihracatının alternatiflerinin arayışına girmiştir. Özellikle temiz bir enerji kaynağı olması ile LNG Avrupa için de son yıllarda oldukça cazip bir seçenektir. Buna paralel olarak, Pritchett (2021), yaptığı çalışmada Avrupa'nın Rus doğal gazına talebindeki düşüşü jeopolitik motivasyondan ziyade daha temiz enerji kaynaklarına ve daha az emisyonu yönelme politikaları ile açıklamıştır. Öte yandan, Rusya'nın boru hatlarının oldukça eski olması ve bunların bakımının maliyetlerinin yüksekliği göz önüne alındığında LNG taşımacılığı oldukça cazip bir alternatiftir. Ayrıca, Rusya Batının alternatifi olarak doğuya yönelmekte ve bu noktada özellikle Çin'i potansiyel bir ortak olarak görmektedir. Bu noktada, Rusya ve Çin tarafından 2024 yılında inşaatına başlanması planlanan Sibiryaya Gücü 2 (PoS2) boru hattı ile Batı Sibiryaya'dan Rus gazının 2030 yılına kadar Moğolistan üzerinden Pekin'in kuzeyine ulaştırması planlanmaktadır. Szymczak (2023), İnşaatının tamamlanmasının ardından PoS2, Rusya'nın Yamal Yarımadası'na (Batı Sibiryaya) bağlanan Rus gaz ağına katılacağı için Rusya'nın Çin'e yaptığı mevcut gaz ihracatını ikiye katlayacağını ve Rusya'nın gazı istediği zaman doğuya veya batıya pazarlara yönlendirmesinin sağlanabileceğini söylemiştir.

Bu çalışmada, Rusya'nın LNG ihracatı incelendiğinde 2017 yılından sonra boru hattı ile yapılan LNG ihracatında bir azalış gözlenmiştir. Buna karşın gemi ile yapılan LNG ihracatında ise 2017 yılından sonra artış eğilimine girdiği anlaşılmaktadır. Dünyanın en büyük sıvılaştırılmış doğal gaz projelerinden biri olan Yamal LNG terminaline gelen ilk

LNG gemisi 8 Aralık 2017 (Totalenergies, 2017) tarihinde gelmiştir. LNG ihracatı özellikle 2017 sonlarından itibaren Rusya'nın ekonomik ve politik stratejilerinin önemli bir parçası haline geldiği gözlemlenmiştir. Ekonomik açıdan temiz enerji kaynaklarına olan talebin ve bunların kullanımına yönelik politikaların artması ile birlikte cazip bir seçenek haline gelen LNG ihracatının arttırılması Rusya'nın da stratejileri arasında yer almaktadır (Kutcherov ve ark., 2020). Politik açıdan LNG ihracatı başta Avrupa olmak üzere potansiyel müşteriler ile uluslararası ilişkilerin geliştirilmesine de katkı sunmaktadır (Kutcherov ve ark, 2020). Öte yandan siyasi birtakım olaylar ülkeler arası yapılan boru hattı projelerini çok hızlı ve keskin bir şekilde etkileyebilmektedir. Özellikle 2014 yılında başlayan Ukrayna krizi, Ukrayna üzerinden Avrupa'ya yapılan doğal gaz ihracatını önemli ölçüde etkilemiştir. Henderson ve Yermakov (2019) yaptıkları çalışmada Avrupa'ya ihracatının neredeyse yarısını oluşturan ve 31 Aralık 2019'da sona erecek olan Rus gazının Ukrayna üzerinden geçişini kapsayan sözleşmenin yenilenmesine ilişkin müzakerelerle boru hatlarına güvenin kırılan olduğunu ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda Henderson ve Yermakov (2019) yaptıkları bu çalışmada AB'nin, Gazprom ve Rusya için risklerin vurgulayarak Nord Stream 2 gibi yeni boru hatlarının inşasını ve kullanımını geciktirmeye veya engellemeye çalıştığını iddia etmektedir. Bugün, bu iddiaya paralel olarak 24 Şubat 2022'de Rusya'nın Ukrayna'yı işgalinin ardından Almanya hükümetinin Nord Stream 2 projesini durdurması (Weise, 2022) Henderson ve Yermakov'un 2019 yılında ortaya koyduğu iddialarını doğrulamaktadır. Bütün bunlar göz önüne alındığında, şekil 22' de görüldüğü gibi dünya genelinde boru hattı vasıtasıyla gerçekleşen LNG ihracatı 2017 yılından sonra artarken Rusya için bu durum tam tersidir. Öte yandan şekil 21'de görüldüğü üzere Rusya'nın Gemi vasıtasıyla gerçekleştirdiği LNG ihracatında 2017 sonrası düzenli bir artış görülmektedir. Özellikle Yamal LNG terminalinin aynı tarihte faaliyete geçmesi bu noktada etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Uluslararası Denizcilik Örgütü'ne göre buzlu sularda seyir yapmak gemiler için oldukça zor ve riskli olabilmektedir (Polar Code, 2015). Özellikle sert hava koşulları, kalın deniz buzu, sınırlı altyapı ve kısıtlı seyrüsefer rotaları gibi etmenler gemi seyrini olumsuz etkilemektedir. Arktik, şiddetli soğuk, kuvvetli rüzgârlar ve değişken aşırı hava koşullarıyla bilinmektedir. Bu koşullar gemi stabilitesini, seyrüseferin emniyetini etkilediği bilinmektedir (Pizzolato ve ark., 2014). Ayrıca, Arktik bölgede gemi hareketini engelleyebilen ve gemide hasar riski oluşturabilen kalın deniz buzu bulunmaktadır. Bu sebeple, buzla kaplı sularda seyir yapmak, buz basıncına dayanabilen ve buz kırma tekniklerini kullanabilen özel buzkıran gemileri gerektirmektedir. Yahan ve Minglu (2021)

yaptıkları çalışmada Arktik taşımacılık rotalarının okyanus ötesi taşımacılıkta giderek daha önemli bir konuma geldikçe, bu rotalarda seyreden daha fazla gemi olacağını ve dolayısıyla bu sularda seyrüsefer risklerinin de artacağını belirtmişlerdir.

Arktik Deniz Buzunun Arktik kışında genişleme alanı, başta NSR olmak üzere, Arktikteki gemi trafiğini etkilemektedir. Cheaitou ve ark. (2019), NSR bölgesindeki buz koşulları nedeniyle herhangi bir gemi tipi için tıkanma riski üzerine çalışmışlar ve buz koşulları nedeniyle tıkanma riskinin varlığının taşımacılık rotalarını etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada Rusya'nın Arktik bölgesinde bulunan Sabetta limanına gelen LNG gemileri 2018-2022 yılları arasında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda Arktik deniz buzunun kış aylarındaki genişlemesi sonrası gemi seyrinde zorluklar oluşturması sebebiyle Sabetta limanına gelen gemi sayısında azalmaya sebep olduğu gözlenmiştir.

İklim değişikliği Arktikte yeni seyrüsefer fırsatlarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Arktik yazında eriyen Arktik deniz buzu, deniz yolu taşımacılığının önünü açarak bu bölgedeki gemi trafiğini artırmaktadır (Boylan, 2021). Bu noktada özellikle NSR ve NWP literatüre ve deniz yolu taşımacılığına kazandırılan iki önemli rotadır. Tahminler, 2030'lu yılların başlarında, Arktik yazında Arktikte buz kıran gemilerin refakati olmadan seyrüseferin mümkün olabileceğini göstermektedir (Aksenov ve ark., 2017). Arktik denizi buzunun 1979-2012 yılları arasındaki eğilimine göre, Arktik Okyanusu'nun tamamının 2050'den önce Eylül ayı için buzsuz bir seyrüsefer imkânı sunması beklenmektedir (Khon ve ark., 2010). Bu durum gelecekte bu bölgedeki gemi trafiğinin de daha fazla olacağını göstermektedir. Bu çalışmada, Sabetta limanına 2018-2022 yılları arasında toplam 37 LNG gemisi ile operasyonun gerçekleştiği saptanmış, 2023-2025 yılları arasında ise 47 LNG gemi ile operasyonun yapılacağı Census X-12 yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Küresel ısınma sonucunda Arktikte deniz buzlarının yayılma alanlarının azalması ve deniz buzunun kutup noktasına doğru çekilmesi beklenen değişimdir (Guynup, 2022). Bu deniz buzu alanının azalmasına bağlı olarak gelecekte Arktik bölgede gemi trafiğinin artması da birçok çalışmada ortaya konulmuştur (PAME, 2019). Rusya LNG ihracatını gemi trafiği daha emniyetli ve kolay hale gelecek olan Arktik bölgeden yapmak üzere bu bölgede LNG terminallerini artırma konusunda bazı projeler ortaya konmuştur. Bu bağlamda açılması planlanan birtakım LNG terminalleri şunlardır: Yamal bölgesinde Arctic LNG-1 2027-2030 yılları arasında, Arkhangelsk bölgesinde Kara LNG /Rosneft 2030-2035 yılları arasında, Republic of Sakha (Yakutia) /Khabarovsk bölgesinde Yakutsk LNG 2025-2026 yılları

arasında, Yamal bölgesinde Arctic LNG-2 2030 yılında, Murmansk bölgesinde Shtokman LNG 2035 yılında üretime başlanması (Suldin ve ark., 2021) planlandığı duyurulmuştur. Arktik bölgede Rusya tarafından açılması planlanan yeni LNG terminalleri boru hattı ile taşınan LNG'nin deniz yolu ile taşınmasına imkân verecektir. Bu çalışmada, 2018-2022 yılları arasındaki LNG gemi trafiği göz önüne alınarak yapılan analizlere göre 2023 yılında 47 gemi 2024 yılında 45 gemi ve 2025 yılında ise 49 geminin Sabetta limanına gelmesi beklenmektedir. Suldin ve ark., 2021'de yaptıkları çalışmada belirttikleri Rusya tarafından açılması planlanan yeni LNG terminalleri de değerlendirmeye alındığında LNG'nin deniz yolu ile taşınmasında beklenenden daha büyük bir artış olması muhtemeldir.



5. SONUÇ

Prigorodnoye ve Sabetta limanları Rusya'nın en önemli LNG ihracat limanlarıdır. Bu çalışmada 2018-2022 yılları arasında Prigorodnoye ve Sabetta limanına gelen LNG gemileri mevsimsel alt serileri oluşturularak değerlendirilmiştir. Oluşturulan mevsimsel alt seriler değerlendirildiğinde 2018-2022 yılları arasında düzenli bir dağılım olmadığı tespit edilmiştir. Boru hatları ile gelen LNG her iki limana yılın tüm aylarında ulaştırılmış ve gemiler vasıtasıyla da bu limanlardan ihraç edilmiştir. Sabetta limanında 2018-2022 yılları arasında ortalama 50.000 DWT'luk kapasitede toplam 37 LNG gemisi ile operasyonun gerçekleştiği saptanmıştır. Bununla birlikte Census X-12 yöntemi ile yapılan analiz sonucunda 2023-2025 yılları arasında ortalama 50.000 DWT'lik 47 LNG gemi ile operasyonun yapılacağı tahmin edilmiştir. Bu noktada Sabetta limanına gelecek olan LNG gemi sayısında 2025 yılına gelindiğinde ortalama %27.03'lük bir artış olacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan boru hattı ile gerçekleşen LNG ihracatında benzer bir artış olmadığı, ihracatın boru hattı ile daha durağan bir çizgide seyrettiği anlaşılmaktadır (şekil 12). Öte yandan Rusya'nın Yamal LNG terminali gibi birtakım planlanan terminallerin inşasına dair projeleri bulunmaktadır (Suldin ve ark., 2021). Novatek'in Gydan Yarımadası'ndaki Arctic LNG-2 projesinin ilk LNG kargosunu 2023'te ihraç edilmesi, ikinci ve üçüncü trenlerin ise sırasıyla 2024 ve 2026'da faaliyete geçmesi planlanmaktadır (U.S. Energy Information Administration, 2023). Bu noktada, Cherepovitsyn ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada Rusya'nın dünya LNG pazarındaki payının 2035 yılı itibari ile %4'ten %15-%20'e artacağını belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise 2023 yılı itibariyle Sabetta limanına gelecek olan LNG gemilerinde bir artış olacağı ve dolayısıyla da bu bölgede LNG gemi trafiğinin yoğunlaşacağı tespit edilmiştir. Öte yandan, Kara Denizde bulunan Sabetta limanı ile Okhotsk denizinde bulunan Prigorodnoye limanları arasındaki mevsimsel alt seriler incelendiğinde bu iki liman arasında mevsime bağlı olarak gemi trafiğinde bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda her iki limanında birbirinin alternatifi olmadığı ve birbirinin yerine geçemeyeceği sonucunu ortaya koymaktadır. Bu her iki LNG terminali farklı bölgelere farklı kaynaklı LNG leri taşımakta olduğu aynı zamanda boru hatları bağlantısının da olmaması nedeniyle birbirlerini taşıma kapasitesi anlamında etkilemeyecekleri görülmüştür. Pototskaya ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada Rusya'nın Jeopolitik öneme sahip ana boru hatlarını belirleyerek Sabetta limanı ile Prigorodnoye limanı

arasında bir boru hattı bağlantısı olmadığını ortaya koymuş olup bu çalışma ile elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Bu çalışmada Rusya'nın Arktik bölgesinde bulunan Sabetta limanına gelen LNG gemileri 2018-2022 yılları arasında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda Arktik deniz buzunun kış aylarındaki genişlemesi sonrası gemi seyrinde zorluklar oluşturması sebebiyle Sabetta limanına gelen gemi sayısında azalmaya sebep olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada yapılan Granger nedensellik analizi 2018-2022 yılları arasında prob. değeri %10 anlamlılık düzeyinde değerlendirildiğinde Arktik Deniz Buzu serisi bağımlı değişken kabul edilerek, Arktik Deniz Buzu serisi için yapılan Granger nedensellik Testi sonucunda H_0 : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedeni değildir olarak kabul edilmiştir. H_a : Arktik Deniz Buzu serisi Sabetta Limanı serisinin nedenidir olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak 2018-2022 yılları arasında H_0 hipotezi reddedilirken, H_a hipotezi kabul edilmiştir. Yani, Sabetta limanına gelen LNG tankerleri ile Arktik Deniz Buzu arasında bir nedensellik ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir. Yıllara göre Arktik Deniz Buzunun genişleme miktarı farklılık göstermektedir (NSIDC, 2023). Deniz buzunun daha geniş olduğu yıllarda gemi trafiği azalmaktadır. Bu noktada yapılan çalışmada Johansen-Juselius Eş Bütünleşme Testi sonucunda Arktik Deniz Buzu serisinde artı yönde gerçekleşen 1 birim değişimin Sabetta Limanı serisini 2018-2022 yılları arasında eksi yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yani, Arktik Deniz Buzunun daha geniş olduğu bu yıllarda Sabetta Limanında gemi trafiği azalmaktadır.

Bu çalışmada yapılan Census X-12 yöntemi ile 2023-2025 yılları arasında Sabetta Limanına gelecek olan LNG tankerleri sayısının tahmini yapılmıştır. Yıllara göre değerlendirildiğinde en büyük artış %35,14 ile Nisan ayında, en düşük artış ise %18,60 ile Aralık ayında olduğu görülmektedir (tablo 25). Uygulanan Census X-12 yöntemine göre 2023 yılında 47 gemi 2024 yılında 45 gemi ve 2025 yılında ise 49 geminin Sabetta limanına gelmesi beklenmektedir. Bu tahminler yapılırken 2018-2022 yılları arasındaki LNG gemi trafiği göz önüne alınmıştır. Ancak, bu tahminlerde şok etkisi yaratabilecek siyasi ve ekonomik olaylara ek olarak doğal afetler gibi durumlar da beklenen gemi sayısında değişimler olabilir.

6. ÖNERİLER

Deniz yolu taşımacılığı rastsal şoklardan, politikadan ve çevresel faktörlerden kolayca etkilenebilmektedir. Bu noktada alternatif rotalar ve taşımacılık formlarının kullanılması önem taşır. Doğal gaz genellikle LNG boru hatları ve gemi ile taşınmaktadır. Bu noktada LNG'nin taşınmasında ağırlıklı olarak tercih edilen boru hattı taşımacılığının alternatifi olan gemi taşımacılığı ile desteklenmelidir.

LNG taşıyan gemiler yüksek teknoloji ile üretilmiş özel operasyonlar ile yürütülen gemilerdir. Arktik bölgede gemi trafiğinin artması ile dünyada LNG gemisine talep artacak ve bu bölgede yeni LNG gemilere ihtiyaç duyulacaktır. LNG gemi inşası önemli bir fırsattır. Türkiye gemi inşa sanayisinde güçlü bir ülkedir ve bu durumu fırsata dönüştürebilir. Buna ek olarak, artan LNG gemi talebi ile doğru orantılı olarak bu gemilerde çalışabilecek yetkin gemiinsanı ihtiyacı da ortaya çıkacaktır. Bu gemilerde çalışabilecek personelin yetiştirilmesi ilerde oluşacak talebin karşılanması açısından önemlidir.

Arktik bölgede gemi trafiğinin gelecek yıllarda yoğunlaşacağı öngörüldüğü için bu bölgedeki seyir yardımcılarının artırılmasında fayda vardır. Ayrıca bölgede hizmet verebilecek buz kıran gemilerinin de emniyetli seyrin sağlanabilmesi sayılarının artırılmasında yarar vardır.

Arktik, çevresel anlamda oldukça önemli eşsiz bir bölgedir. Bu bölgede artacak olan gemi trafiği sonucunda meydana gelebilecek olan gemi kazaları ve kargo operasyonlarında ortaya çıkabilecek kirlilik önemli bir çevre sorununu beraberinde getirecektir. Bu sebeple MARPOL kapsamında bölgede özel denetimler ve kuralların geliştirilmesinde fayda vardır. Taşımacılık faaliyetlerinin artacağı bu özel alanlar korunmalı ve bölgeye seyir yapacak gemilerin bayrak devletleri ile liman devleti kontrollerinin etkin bir şekilde yapılması sağlanmalıdır.

Arktik bölgede arama kurtarma hizmetleri konusunda özellikle başta Rusya olmak üzere ülkelerin hazırlıklı bulunması gerekmektedir. Gelecekte gemi trafiğinin artacağı bilinen Arktik bölgede uydu sistemlerinin haberleşme açısından yetersiz kaldığı bilinmektedir. Özellikle gemilerin haberleşmelerinde acil durum operasyonlarında iletişimin sağlanacağı yeni sistemlerin uygulamaya sokulmasında yarar vardır.

7. KAYNAKLAR

- Aksenov, Y., Popova, E., & Yool, A., Nurser, G., Williams, T., & Bertino, L. ve Bergh, J. 2016. On the future navigability of Arctic sea routes: High-resolution projections of the Arctic Ocean and sea ice. Marine Policy. 75. 10.1016/j.marpol.2015.12.027.
- Alam, A., Kumar, A. ve Agrawal, S. 2021. Global liquefied natural gas (LNG) market and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 135, 110143
- AMAP. Arctic pollution 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). <https://www.amap.no/documents/doc/arctic-pollution-2017/1669>. 7 Haziran 2017
- AMAP, 2018. AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Tromsø, Norway
- AMAP, 2021. Snow, water, ice and permafrost in the Arctic (SWIPA) 2021. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).
- Arctic Centre, University of Lapland. (2022). Polar Silk Road.
- Arctic Council, 2004. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press.
- Arctic Council, 2017 Arctic Resilience Report 2016: Summary for Policy-makers. Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre.
- Arctic Council. Arctic Council Task Forces. <https://arctic-council.org/en/task-forces/>. 19 Haziran 2021
- Arctic Council. Arctic shipping. Retrieved from <https://arctic-council.org/en/sustainable-development/transport/>. 10 Mayıs 2021
- Arctic Council. Search and Rescue Agreement. <https://arctic-council.org/theme/search-and-rescue/>. 12 Mayıs 2011
- Arctic Institute, 2021. Unresolved maritime boundary disputes in the Arctic.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2017. Arctic Ocean Acidification. Oslo, Norway: MAP.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Oslo, Norway: MAP.

- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2016. CAFF, EALLU, GRID-Arendal, and UNEP-WCMC. Arctic Resilience Report 2016. Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre.
- Arctic Portal. Member and Observer states of Arctic Council. <https://arcticportal.org/maps/download/maps-arctic-council-member-states-and-observers/2411-arctic-council-member-and-observer-states>. 6 Nisan 2016
- Arctic Portal. Arctic Sea Routes and Exclusive Economic Zones. <https://arcticportal.org/maps/download/maps-shipping/2796-arctic-sea-routes-and-eezs>. Mart 2022.
- Arctic Portal, 2012. Map illustrating the Delimitation according to the IMO "Guidelines for Ships operating in Polar Waters".
- Australian Maritime Safety Authority (AMSA), 2014. Arctic shipping: Navigating the risks and opportunities. Canberra, Australia: AMSA.
- Australian Maritime Safety Authority (AMSA), 2019. The Polar Code.
- Babagana, A., 2016. Arctic and Antarctic Regions: Position, Environment & Challenges. ResearchGate.
- Bader, N., ve Joona, P. 2021. Nordic Arctic Icebreaking- Status and Development. Proceedings of the 25th IAHR International Symposium on Ice, pp. 33-40.
- Bekkers, E., 2019. Energy, security and the Arctic: New realities and new challenges. The Polar Journal, 9(2), 295-309. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2019.1663321>
- Belyi, A. V., Inozemtsev, V. A., ve Kononov, I. G. 2019. Russia's Energy Diplomacy and the Changing Global Energy Landscape. Russian Politics, 4(1), 46-71.
- Bezrukova, E., Dmitrenko, I., Krivosheina, T., ve Stepanov, A., 2021. Russia's Energy Policy in the Arctic Region: Perspectives on Renewable Energy. Energies, 14(2), 393.
- BP. Energy Outlook 2021 edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2021.pdf>. 5 Temmuz 2021
- BP. Statistical Review of World Energy 2021. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>. 13 Eylül 2021
- Bragina, I., 2021. Russian LNG export capabilities: opportunities and limitations. Russian Analytical Digest, (272), 2-4.

- Brooks, M.R., ve Heinonen, K.E., 2019. Regulating ships in polar waters: The Polar Code and the challenges of implementation. *Marine Policy*, 99, 126-132. doi: 10.1016/j.marpol.2018.10.019.
- Center for Liquefied Natural Gas, 2021. LNG 101: A Guide to Liquefied Natural Gas. Retrieved from <https://www.lngfacts.org/wp-content/uploads/2021/02/LNG-101-A-Guide-to-Liquefied-Natural-Gas.pdf>
- Chauhan, T., 2020, Why Are Warm-Water Ports Important to Russian Security? : The Case of Sevastopol and Tartus Compared, *Journal of European, Middle Eastern, and African Affairs*, 2(1): 57
- Cherepovitsyn, A.E. ve Rudenko, E. ve Yudin, S., 2023. Global challenges and opportunities for Arctic oil and gas projects. *E3S Web of Conferences*. 378. 10.1051/e3sconf/202337806007.
- Cheaitou, A., Faury, O., Cariou, P., & Hamdan, S., ve Fabbri, G., 2019. Ice thickness data in the northern sea route (NSR) for the period 2006-2016. *Data in Brief*. 24. 103925. 10.1016/j.dib.2019.103925.
- CNOOC. China National Offshore Oil Corporation. Retrieved from <https://www.cnooc.com.cn/office/publish/site1/index.html>. 30 Mart 2021
- Cohen, M., 2016. The Arctic: An overview of the region and issues. Congressional Research Service.
- Cronin, E., 2015. Arctic Imperatives: Reinforcing US Strategy on America's Fourth Coast. Washington, DC: Center for a New American Security.
- Cui, X., Li, J., Yang, Y., ve Zhang, S., 2020. The Northern Sea Route and Russia's Arctic LNG: Opportunities and challenges. *Energy Strategy Reviews*, 32, 100534. doi: 10.1016/j.esr.2020.100534.
- Dalaklis, D. ve Baxevani, E., 2017. Polar Oceans Governance: Maritime Routes in the Arctic: Examining the Level of Traffic and Port Capabilities along the Northern Sea Route, In Chircop, A., Coffen-Smout, S. & McConnell, M. L., *Ocean Yearbook* 31 (pp. 106-135). Brill Nijhoff.
- Dallmann, W., 2014. Geological map of Svalbard. Norwegian Polar Institute. <https://doi.org/10.21334/npolar.2014.09dbe7b2>
- Denisov, S., Barinova, V., ve Simonova, V., 2019. The Northern Sea Route and Russia's Energy Export Strategy. In *Handbook of the Politics of the Arctic* (pp. 173-193). Edward Elgar Publishing.
- Ding, Y., Tian, J., Jia, J., ve Wang, S., 2021. The polar silk road: An empirical analysis of China's Arctic policy. *Polar Record*, 57(4), 1-9. doi:10.1017/S0032247421000198.

- DNV GL., 2020. Maritime Forecast to 2050. Energy Transition Outlook.
- Dodds, K., 2015. The Arctic: A Very Short Introduction. Oxford University Press.
- Drewniak, M., Dalaklis, D., Kitada, M., Ölçer, A. ve Ballini, F., 2018: Geopolitics of Arctic shipping: the state of icebreakers and future needs, *Polar Geography*, DOI: 10.1080/1088937X.2018.1455756.
- Duyck, S., ve Loef, J., 2019. Security implications of Arctic energy development: Exploring the Arctic Council's regime complex. *Energy Research & Social Science*, 49, 140-149.
- Ebeling, C., 2021. U.S. Icebreakers and Great Power Competition in the Arctic. *Journal of Strategic Security*, 14(2), 29-46.
- Ermolaev, E., Plekhanov, A., ve Tsepilova, N., 2020. The Role of the Energy Sector in the Russian Economy: Trends and Prospects. *Russian Journal of Economics*, 6(2), 105-121.
- European Commission, 2021. LNG in Europe: Key Facts and Figures.
- FAO, 2018. The State of the World's Forests 2018. Forest Pathways to Sustainable Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fawcett, K., ve Leach, T., 2019. Dispute resolution and territorial claims in the Arctic. *Polar Record*, 55(2), 93-101.
- Ferchen, M., 2018. China's "Polar Silk Road" and the Arctic Geopolitics. Marco Polo, Paulson Institute. Retrieved from <https://macropolo.org/china-polar-silk-road-arctic-geopolitics/>.
- Frei, C., 2018. The Northern Sea Route and Arctic geopolitics. *The Polar Journal*, 8(1), 1-17. doi:10.1080/2154896X.2018.1433564.
- Gataullin, R. R., ve Suslov, A. V., 2020. The main challenges and prospects of the Russian Arctic zone development. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11(8), 1797-1806. [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.8\(48\).07](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.8(48).07)
- Gavrilova, N., ve Gulyaeva, T., 2019. State and private companies in the Arctic oil and gas sector. *Energy Strategy Reviews*, 24, 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.02.005>
- Government of Canada, 2021. Northwest Passage: Shipping and Navigation.
- Graczyk, P., 2016. Arctic Environmental Protection Policy of the United States: A Critical Review. *Journal of International Studies*, 9(1), 121-140.

- Grigoriev, A., ve Popova, Y., 2020. Russia's Arctic Strategy: The Economic Dimension. *Geopolitics, History, and International Relations*, 12(2), 102-119.
- Heininen, L., 2018. International Cooperation in the Arctic: An Overview. In J. Kraska & M. Pedrozo, *National Security and the Rule of Law in the Arctic: A Need for Interdisciplinary Research and Strategic Leadership* (pp. 15-37). Brill Nijhoff.
- Hersoug, B., Dreyer, S., Fiskaa, H., ve Reiersen, T., 2021. Shipping in the Arctic: The need for sustainable governance. *Ocean & Coastal Management*, 209, 105597. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105597.
- Hoagland, P., ve Brigham, L., 2014. Arctic governance: The UNCLOS and beyond. The Arctic Institute.
- Huebert, R., ve Exner-Pirot, H., 2011. Arctic security: an introduction. *Canadian Foreign Policy Journal*, 17(1), 1-14.
- Huntington, H., 2020. Russia's Military Interests in the Arctic: Getting the Balance Right. *Polar Record*, 56(3), 159-166.
- ICCT, 2017. The future of natural gas in the transportation sector. White paper.
- IEA, Global investment in the power sector by technology, 2011-2022, IEA, Paris, IEA. Licence: CC BY 4.0.
- Inkley, D., 2015. 'The Arctic National Wildlife Refuge: An American Crown Jewel In Need of Permanent Protection'. The National Wildlife Federation.
- International Association of Classification Societies (IACS)., 2015. Polar Code Guidance, Part 1: Ships.
- International Energy Agency (IEA), 2020. Renewables 2020.
- International Energy Agency (IEA), 2021. LNG market overview.
- International Energy Agency (IEA), 2021. Oil Market Report.
- International Energy Agency, 2019. Energy Policies of IEA Countries: Finland 2019 Review.
- International Gas Union (IGU), 2020. 2020 World LNG Report.
- International Gas Union (IGU), 2021. 2021 Wholesale Gas Price Survey.
- International Gas Union, 2021. Global Gas Report 2021.
- International Institute for Sustainable Development (IISD), 2017. Polar Code Adopted for Safer, More Environmentally Friendly Shipping in the Arctic and Antarctic.

- International Maritime Organization (IMO), 2014. Introduction to the Polar Code.
- International Renewable Energy Agency (IREA), 2020. Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050.
- IPCC, 2018. Global warming of 1.5°C. Summary for policymakers.
- IPCC, 2019. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.
- Jędrzejczak, M., Majewski, P., ve Krata, P., 2019. Icebreakers - essential tool for exploration and transportation in the Arctic. *Annual Set The Environment Protection*, 21, 285-299.
- Johnston, D.A., 2003. The Arctic Ocean: Hydrocarbon Potential and Territorial Claims. *Marine Policy*, 27(5), 381-388.
- Jørgensen, M., ve Duhaime, G., 2019. The Hans Island dispute: a failure of diplomacy. *Arctic Yearbook*, 11, 69-78.
- Kafer, E., 2021. Russian natural gas exports: the shift toward asia.
- Kankaanpää, P., Vihma, T., Rontu, L., Screen, J. A., ve Tynkkynen, N., 2021. Climate change and Arctic security: A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(1), e681. <https://doi.org/10.1002/wcc.681>
- Karpova, E., ve Sidorova, E., 2019. Russian Arctic LNG export: Ports infrastructure development. *Energy Strategy Reviews*, 23, 140-146. doi: 10.1016/j.esr.2019.04.005
- Kelly, B. P., ve Pincus, J., 2013. Energy security and Arctic cooperation. *Arctic Yearbook*, 2013, 99-117.
- Khon, V.C., Mokhov, I.I., ve Latif, M., 2010. Perspectives of Northern Sea Route and Northwest Passage in the twenty-first century. *Climatic Change* 100, 757–768 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9683-2>
- Kingsley, S., 2019. Building a new fleet of Arctic icebreakers is Canada's latest obsession. *The New York Times*.
- Kinnunen, P., Kangas, M., ve Rusanen, J., 2020. The environmental impacts of icebreaker operations in the Arctic. *Journal of Environmental Management*, 269, 110764.
- Klioutchnikov, P., 2021. Russia's Northern Sea Route: Navigating between militarization and global warming. *Polar Record*, 57(1), 1-10. doi:10.1017/S0032247420000472.
- Kravtsova, V., 2019. Russian Arctic LNG: Challenges and Opportunities for the Global Gas Market. *International Affairs*, 65(2), 107-124. doi: 10.1093/ia/iiz002

- Kropatcheva, E., 2013. He who has the pipeline calls the tune? Russia's energy power against the background of the shale "revolutions". *Energy Policy*, 66. 10.1016/j.enpol.2013.10.058.
- Kutcherov, V., Morgunova, M., Bessel, V., ve Lopatin, A., 2020. Russian natural gas exports: An analysis of challenges and opportunities. *Energy Strategy Reviews*, 30. 100511. 10.1016/j.esr.2020.100511.
- Label, Z., Schweiger, A., Barnes, A., Kinnard, L., ve Meier, W., 2020. Arctic sea ice extent, 1901-2017. Dataset. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3709954>
- Laidre, K. L., Heide-Jørgensen, M. P., Dietz, R., Hobbs, R. C., Jørgensen, O. A., ve Lunn, N. J., 2021. Seasonal migration of bowhead whales past northwest Greenland. *Polar Biology*, 44(2), 277-284.
- Lasserre, F. ve Cyr, A., 2022. Geopolitics and Shipping Development in the Arctic. *Ocean Yearbook* 36, 416-439.
- Lasserre, F., ve Cyr, A., 2022. Climate change, economic activity and security in the Arctic: contemporary trends and future prospects. *The Polar Journal*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2021.1912874>
- Lasserre, F., ve Pelletier, D., 2015. The Northern Sea Route: A new Arctic shipping lane?. *Marine Policy*, 58, 117-126. doi: 10.1016/j.marpol.2015.04.019.
- Lewis-Koskinen, E., 2010. Regulating offshore oil and gas activities in the Arctic: Conflict and cooperation between Arctic states. *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 28(2), 141-170.
- Li, Z., Li, H., Guo, X., ve Wang, Y., 2021. Research on the commercial potential of the Arctic shipping channel under the Polar Silk Road Initiative. *Ocean Engineering*, 229, 108705. doi: 10.1016/j.oceaneng.2021.108705
- Liddell, H. G. ve Scott, R., 1940. "Arktos." ve 'Arktikos'. A Greek-English Lexicon. Perseus Digital Library.
- Lindroos, M., ve Bambulyak, A., 2019. Arctic sea routes and Russian energy exports. *Marine Policy*, 103, 81-89. doi: 10.1016/j.marpol.2019.02.010
- Liu, H., Cheng, G., ve Yang, J., 2021. Icebreakers: A critical infrastructure for scientific exploration in polar regions. *Advances in Polar Science*, 32(2), 88-99.
- Liu, Y., Han, J., Liu, X., Cheng, J., ve Gao, Y., 2020. A Review of Arctic Shipping and Environmental Risks. *Marine Technology Society Journal*, 54(2), 21-29.
- Malgorzata S., 2016. 'The Arctic Council: Cooperation, Conflict and Institutions in the Arctic'. *Journal of International Relations and Development*, Vol. 19

- McDorman, T. L., 2019. The legal regime of the Northwest Passage. In *The Northwest Passage: Navigating Old Problems with New Opportunities* (pp. 17-34). Springer, Cham.
- Mikheev, V., 2020. The Northern Sea Route as a transit passage and a resource base for the Russian Arctic. *Arctic Review on Law and Politics*, 11(1), 135-147. doi:10.23865/arctic.v11.2043
- Ministry of Foreign Affairs of Denmark, 2014. Kingdom of Denmark submission in respect of the continental shelf beyond 200 nautical miles.
- Mongabay, 2022, Eylül 29. 2022: Another consequential year for the melting Arctic. Mongabay.
- NASA. Arctic sea ice. https://www.nasa.gov/mission_pages/arctic/index.html. 14 Mayıs 2021
- NASA. Global climate change: Effects. <https://climate.nasa.gov/effects/>. 7 Aralık 2022
- National Geographic Society. Northwest Passage. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/northwest-passage/>. 16 Şubat 2021
- National Oceanic and Atmospheric Administration. Beaufort Sea Bathymetry and Geology [Map]. Retrieved from <https://www.noaa.gov/resource-collections/beaufort-sea-bathymetry-and-geology>. 18 Haziran 2021
- National Oceanic and Atmospheric Administration. Polar regions. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts-education-resources/polar-regions>. 10 Nisan 2022
- National Research Council (NRC), 2003. *Cumulative Environmental Effects of Oil and Gas Activities on Alaska's North Slope*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Foundation, 2018. *Why study polar regions?*
- National Snow and Ice Data Center. All about sea ice. <https://nsidc.org/cryosphere/seaice/characteristics/>. 5 Mayıs 2023
- Nguyen, T. T. L., ve Oanh, T. K. T., 2021. The development of liquefied natural gas (LNG) markets in Asia-Pacific region: Current status, prospects and challenges. *Energy Reports*, 7, 239-246.
- Oksanen, T., Kivinen, M., ve Ylitalo, E., 2020. Development of Russia's liquefied natural gas (LNG) export from the Arctic region. *Polar Record*, 56(1), 1-12. doi: 10.1017/S0032247419000766

- Østhagen, A., ve Kankaanpää, P., 2020. The militarization of the Arctic: How worried should we be? *Defense & Security Analysis*, 36(4), 378-391.
- Parmesan, C., 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669.
- Pincus, J., 2021. Russia's Arctic Ambitions. *Global Security Review*.
- Pizzolato, L., Howell, S.E.L., Derksen, C., 2014. Changing sea ice conditions and marine transportation activity in Canadian Arctic waters between 1990 and 2012. *Climatic Change* 123, 161–173. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-1038-3>
- Placek, M., 2023, Mart 23. Size of the global LNG fleet by status 2010-2027
- Politika a společnost, 2021, Aralık 20. The Arctic: A Space for Cooperation or Conflict? *Politika a společnost*.
- Pototskaya, T., Katrovskiy, A. ve Chasovskiy, V., 2016. Geopolitical Impact on Transformation of Territorial Organization of Russian Pipeline Transport in the Post-Soviet Time. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 6. 782-788.
- Pritchett, J., 2021, Temmuz 21. Carnegie Endowment for International Peace. Less Than Full Deck: Russia's Economic Influence in the Mediterranean.
- Protection of the Arctic Marine Environment (PAME), 2021. ASSR 1: The Increase in Arctic Shipping 2013-2019 (PAME Report).
- Qatargas, 2021. Qatargas Homepage.
- Rachinsky, A., 2021. Arctic conflicts and military cooperation in the region. *Asia & the Pacific Policy Studies*, 8(3), 394-407.
- Rauta, J., 2020. Ice breaking Solutions for the Future. *Marine Technology Society Journal*, 54(2), 10-15.
- Roine, A., ve Tapio, P., 2020. Liquefied natural gas (LNG) as a maritime transport fuel: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110355.
- RT, 2020, Ekim 26. Russia to boost Northern Sea Route to transport 80mn tons of goods by 2024.
- Schindler, S., 2016. Why the United States has not ratified UNCLOS. *Council on Foreign Relations*.
- Shava, S., Sotkasiira, T., ve Tervo-Kankare, K., 2019. Icebreakers as a part of northern communities' cultural heritage: A case study from Finnish Lapland. *Polar Record*, 55(6), 429-437.

- Sokolova, E., 2019. Russia's Arctic Ports: Murmansk, Arkhangelsk, and Northern Sea Route. In *Handbook of the Politics of the Arctic* (pp. 129-147). Edward Elgar Publishing.
- Sourdin, P., ve Dusseault, M. B., 2019. Energy transitions in Arctic communities: An overview. *Energy Policy*, 127, 463-471. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.047>
- Spitsbergen, 1920. Svalbard Treaty, Arctic Portal Library, Paris, France
- Steinberg, P. E., 2006. The Northwest Passage Dispute: A Legal and Political Analysis. *American Journal of International Law*, 100(1), 107-150.
- Steinveg, B., 2021. The role of conferences within Arctic governance, *Polar Geography*, 44:1, 37-54, DOI: 10.1080/1088937X.2020.1798540
- Stephan, S., Sarnthein, M., ve Bickert, T., 2020. Shifting marine navigation in the Arctic Ocean—Implications for future shipping safety. *Journal of Marine Systems*, 204, 103306. doi: 10.1016/j.jmarsys.2019.103306
- Stephenson, S. R., Brigham, L. W., ve Marshall, G. J., 2018. The Power and Limits of Icebreaker Diplomacy. *Arctic Yearbook*, 2018, 187-203.
- Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), 2021. Armed Conflict and Natural Resources.
- Suldin, A., Karasevic, V., Talipova, A., Khuseinov, D., Kiushkina, V., Kirilkina, I., Haug, A., Климентьев, А., Sung, J. ve Ishmuratova, M., 2021. LNG Russia 2021.
- Tafesse, W., 2020. Baltic LNG: Another Russian Energy Weapon for Europe? *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(2), 35-42.
- The Arctic Institute. Russia/Environment. Centre of Circumpolar Security Studies. <https://www.thearcticinstitute.org/countries/russia/>. 19 Haziran, 2020
- Todorov, A., 2020, Russia in maritime areas off Spitsbergen (Svalbard): Is it worth opening the Pandora's Box?, *Marine Policy*, 122(2020) 104264
- Tynkkynen, V. P., ve Lanteigne, M., 2020. The Polar Silk Road and China's ambitious vision for the Arctic. *Journal of Contemporary China*, 29(121), 839-853. doi:10.1080/10670564.2020.1744563
- U.S. Coast Guard. Major Icebreaker Chart. Retrieved from <https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/DCO%20Documents/Office%20of%20Waterways%20and%20Ocean%20Policy/20170501%20major%20icebreaker%20chart.pdf?ver=2017-06-08-091723-907>. 1 Mayıs 2017.
- U.S. Coast Guard, 2020. Polar Security Cutter Program.

- U.S. Energy Information Administration, 2021. U.S. LNG exports continued to grow in 2020 despite COVID-19.
- UN, 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development.
- UNCLOS, 1982. United Nations Convention on the Law of the Sea. United Nations, New York.
- United Nations (UN), 2021. Sustainable Development and Renewable Energy.
- United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), 1982.
- United States Energy Information Administration (EIA). Today in Energy. https://www.eia.org/publications/reports/global-energy-outlook-2021-pathways-from-paris/?gclid=CjwKCAjw2K6lBhBXEiwA5RjtCVph3c2OpZIX_GGdbnDIKpd-WvrG7ZprJRTjAvunUs_CEtbn0w-9xoCsOgQAvD_BwE. 8 Haziran 2021
- United States Geological Survey. What are polar regions?. https://www.usgs.gov/faqs/what-are-polar-regions?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products. 10 Ekim 2021
- URL-1, <https://guides.lib.uw.edu/research/arctic/organizations>. 15 Mart 2023.
- URL-2, <https://library.arcticportal.org/id/eprint/1575>. 6 Haziran 2021.
- US Energy Information Administration (EIA), 2021. Liquefied natural gas (LNG) exports by country.
- Vihma, T., 2019. Effects of Arctic Sea Ice Decline on Weather and Climate: A Review. Surveys in Geophysics, 40(6), 1503-1532.
- Walters, D., Coles, B., Chaulk, K., ve Iverson, S., 2021. Charting a course for Arctic marine transportation: Identifying challenges and opportunities through stakeholder engagement. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 94, 102774. doi: 10.1016/j.trd.2021.102774.
- Woityra, W., 2017. MAJOR ICEBREAKERS OF THE WORLD. USCG Office of Waterways and Ocean Policy (CG-WWM).
- Wolak, F., 2021. Liquefied natural gas and the future of natural gas. Energy Policy, 149, 112009.
- World Economic Forum., 2019. The Geopolitics of the Arctic: Navigating the Regional Risks.

- Yahan, H. ve Minglu, M., 2021. Research on key problems of Arctic navigation safety. *Journal of Physics: Conference Series*. 1827. 012094. 10.1088/1742-6596/1827/1/012094.
- Zhang, Y., Zhao, W., Luo, Y., ve Wang, Z., 2021. The Belt and Road Initiative and the Polar Silk Road: A review and future directions. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127678. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127678



ÖZGEÇMİŞ

Arzu BAL, ilk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamlamıştır. Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimleri Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü'nde 2015 yılında Lisans eğitimine başlamıştır. 2017-2018 eğitim öğretim yılı güz döneminde Erasmus Programı kapsamında Macaristan Eger'de bulunan Eszterházy Károly Üniversitesi, Uluslararası İlişkiler bölümünde ve 2018-2019 eğitim öğretim yılı güz ve bahar dönemlerinde de Mevlâna Programı kapsamında Malezya Selangor'da bulunan Putra Malezya Üniversitesi, İnsan Ekolojisi bölümünde eğitimini başarıyla tamamlamıştır. 2020 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2021-2022 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Erasmus Programı K107 projesi kapsamında Gürcistan'ın Batum şehrinde bulunan Batum Devlet Denizcilik Akademisi, Liman İşletmelerinin Yönetimi bölümünde "The Impact of the Russia-Ukraine War on Global Supply of Seafarers: Forecasting Future Scenarios with Sensitivity Analysis" başlıklı çalışmayı hazırlayıp, başarıyla sunmuştur. 2022 yılı yaz döneminde Erasmus Staj Hareketliliği kapsamında İsveç'in Malmö şehrinde bulunan Dünya Denizcilik Üniversitesi, Deniz Güvenliği ve Çevre Yönetimi bölümünde "Discussing the Influence of the Russian-Ukrainian Conflict in the High North" başlıklı çalışmayı başarıyla tamamlamıştır. 2022 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak atanmış olup halen bu görevde bulunmaktadır.